

Pesquisa

FAPESP ▲

NOVEMBRO DE 2022 | ANO 23, N. 321

AMAZÔNIA VIRA FONTE DE CARBONO

Com avanço do desmatamento, floresta emite mais gases de efeito estufa do que absorve

Três vacinas nacionais contra a Covid-19 começam a ser testadas em pessoas

País lança 3,44 milhões de toneladas de lixo plástico por ano no Atlântico

No Brasil, trabalho infantil está presente até mesmo no mundo virtual

Algoritmo aperfeiçoa detecção de *deepfakes*, vídeos alterados por inteligência artificial

Descobertas de Marta Azevedo orientaram políticas públicas para povos indígenas

Evolução de técnicas de edição genética provoca debate bioético

ON-LINE

CONFERÊNCIAS FAPESP 60 ANOS



16ª Conferência

CULTURA DIGITAL

23 NOV
2022

das 10h às 11h30

A cultura digital é hoje um dos grandes desafios nas sociedades contemporâneas. Qual o seu papel na (des)construção da democracia? Em que medida as tecnologias de comunicação participam da reinvenção dos processos econômicos, políticos e sociais? De que modo a cultura das redes compromete a nossa relação com o passado e cria novos regimes de visibilidade?

A 16ª Conferência reunirá **dois especialistas** para examinar o impacto da cultura digital nas discussões sobre a contemporaneidade.

CONFERENCISTAS

Giselle Beiguelman

é artista, livre-docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) e autora de vários livros. Pesquisa preservação da arte digital, arte e ativismo na cidade em rede e as estéticas da memória no século 21.

Muniz Sodré

é sociólogo, livre-docente em Comunicação e professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e membro da Academia de Letras da Bahia. Foi presidente da Fundação Biblioteca Nacional de 2005 a 2011.

MODERAÇÃO

Eduardo Morettin

Escola de Comunicações e Artes (ECA-USP)



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



Araras-azuis:
cuidados paternos
intensivos
(ORNITOLOGIA, P. 47)

5 CARTA DA EDITORA

6 BOAS PRÁTICAS
Relatórios apontam
assédio e violência sexual
em estações da Antártida

9 DADOS
Internacionalização
da pesquisa

10 NOTAS

CAPA

16 Amazônia vira
fonte de carbono com
avanço de desmatamento
em 2019 e 2020

INFRAESTRUTURA

24 Estudo estima impacto
causado por estradas
associadas à mineração

ENTREVISTA

26 A antropóloga
Marta Azevedo foi
pioneira em identificar
a recuperação populacional
entre povos indígenas

GÊNERO

32 Inclusão de pessoas
LGBT+ na matemática
motiva eventos e pesquisas

ENTREVISTA

36 Euclides de Mesquita
Neto fala dos desafios como
secretário-executivo do
Global Research Council

IMUNOLOGIA

40 Três vacinas
brasileiras contra Covid-19
estão em fase de testes
em humanos

ECOLOGIA

44 Região da foz do
rio Amazonas abriga
manguezais de água doce

ORNITOLOGIA

47 Estudo confirma
existência de
araras-azuis anãs

PRÊMIO NOBEL

50 Doze pessoas e duas
instituições receberam
a honraria neste ano

DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIA

54 Dupla da USP
ganha prêmio satírico
Ig Nobel na categoria
Biologia



Trabalho infantil
está presente também
no mundo virtual
(POLÍTICAS
PÚBLICAS, P. 76)

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

▶ VÍDEO

Ultraprocessados de carne ou veganos, faz diferença?

Valores nutricionais de produtos processados de origem vegetal e animal são próximos
bit.ly/igVCarneVegetal

▶ VÍDEO

Vapes, caminho para os cigarros tradicionais

Mesmo proibidos no Brasil, cigarros eletrônicos são consumidos por jovens e representam ameaça à saúde
bit.ly/igVVapes

📡 PODCAST

Protótipo, pólens, artrópode

Um método de cogeração de energia e água, um estudo sobre a formação da vegetação no Nordeste e no Norte e a pesquisa brasileira que venceu o prêmio Ig Nobel
bit.ly/igPBR16set22

🌐 SITE

Camuflagem de animais

Imitar folhas, galhos ou pedras é uma das estratégias de disfarce mais eficientes, mas limita movimentos e espaços onde viver
bit.ly/igCamuflagem

Este conteúdo está disponível no site www.revistapesquisa.fapesp.br, que contém, além de edições passadas, versões em inglês e espanhol e conteúdo exclusivo

AMBIENTE

56 Os impactos do lixo plástico sobre organismos e ecossistemas marinhos

62 As cidades brasileiras que mais descartam resíduos e os rios que os transportam

ENGENHARIA FLORESTAL

64 Técnica experimental refloresta área atingida pelo desastre em Brumadinho

COMPUTAÇÃO

68 Algoritmo detecta *deepfakes*, imagens e vídeos alterados com inteligência artificial

ENTREVISTA

72 Autor de mais de 120 patentes, o engenheiro Rico Malvar é um dos principais pesquisadores da Microsoft

POLÍTICAS PÚBLICAS

76 Proibido no país, trabalho infantil tem dados subdimensionados

SOCIOLOGIA

82 Dicionário se debruça sobre negacionismos que confundem a opinião pública

BIOÉTICA

86 Tratamento médico com a técnica Crispr demanda mecanismos que assegurem equidade de acesso

90 MEMÓRIA

Em livro do século XVIII, jesuíta português naturalista descreve rios, plantas e animais

94 ITINERÁRIOS

DE PESQUISA
As escolhas que conduziram a cardiologista Maria Cristina Izar de volta à investigação científica

96 RESENHA

Liev S. Vigotski: Escritos sobre arte, de Priscila Marques.
Por Sonia Kramer

97 COMENTÁRIOS

98 FOTOLAB

Aranha *Cyclosa ginnaga* engana predadores ao tecer um anel de seda em torno de seu corpo (SITE)



Foto de capa

Lalo de Almeida / Folhapress

Desmatamento, demarcação, desinformação

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

A cobertura jornalística sobre as mudanças climáticas, em geral, e a contribuição do desmatamento da Amazônia, especificamente, são difíceis porque as notícias raramente são boas. As próprias medidas não são fáceis de absorver – vão dos milhares de quilômetros quadrados de área desflorestada a décimos de grau Celsius em aumento de temperatura – e os avanços concretos são poucos. Mesmo assim, a urgência do tema impõe a pauta.

Grandes áreas de floresta como a Amazônia produzem gases de efeito estufa, mas também consomem, e no balanço em condições normais as absorções ultrapassam as emissões. A urgência que coloca esse tema novamente no destaque principal de *Pesquisa FAPESP* é a comprovação de que os pratos da balança se inverteram: o volume de dióxido de carbono liberado pelo desmatamento da floresta amazônica nos últimos anos tem superado aquele que as árvores retiram do ambiente para realizar fotossíntese. Isso já havia sido verificado na parte da Amazônia conhecida como arco do desmatamento, em sua porção leste, mas agora também foi mensurado na parte oeste, mais preservada. Os resultados de longa e cuidadosa pesquisa feita por uma equipe de várias instituições são apresentados na reportagem de capa (*página 16*).

A demarcação de terras indígenas na região amazônica é reconhecidamente uma importante forma de preservar o bioma, além de ser um direito dos povos originários previsto na Constituição. Um pré-requisito importante desse processo é o mapeamento dos povos originários em território brasileiro. A antropóloga Marta Maria

Azevedo é pioneira na demografia indígena no país, tendo colaborado para incluir quesitos de língua e etnia nos setores censitários que coincidem com terras indígenas. No Censo em curso, ela prevê a identificação de 400 povos. Em entrevista, a pesquisadora do Núcleo de Estudos de População da Unicamp conta de seu trabalho com educação indígena e das dificuldades que enfrentou ao observar, nos anos 1990, que os povos nativos da região do rio Negro estavam em recuperação populacional, e não em extinção (*página 26*).

A existência e a gravidade das mudanças climáticas provocadas por ação humana são alvos preferidos dos negacionistas. A variedade de negacionismos é objeto de livro que reúne 112 verbetes sobre essa prática, definida pelos organizadores (pesquisadores da Uerj e da UFPE) como “processos coletivos que buscam de forma organizada desqualificar a ciência com interesses que podem ser políticos, econômicos e morais, por exemplo”. Com ênfase no Brasil, mas em diálogo com o contexto mundial, a obra tristemente atual é objeto de reportagem na página 82.

Nesse universo de disseminação da desinformação, uma arma cada vez mais utilizada é a de *deepfakes*, isto é, imagens, vídeos e áudios alterados com inteligência artificial. Parceria entre pesquisadores brasileiros e de Hong Kong criou um algoritmo que identifica se houve manipulação de rostos e quais regiões foram mudadas (*página 68*). As adulterações maliciosas foram identificadas em 88% dos vídeos de baixa resolução e em 95% dos vídeos com resolução mais alta, de 112 mil faces testadas.

BOAS PRÁTICAS



O assédio e a violência sexual em pesquisas de campo

Relatórios mostram que ataques a mulheres ainda são um problema grave em estações científicas da Antártida, enquanto workshops propõem melhorar planejamento de viagens para prevenir agressões

Assédio e agressão sexual são ameaças crônicas e persistentes para mulheres que trabalham em estações de pesquisa na Antártida, de acordo com dois relatórios divulgados nos Estados Unidos e na Austrália. No final de agosto, a National Science Foundation (NSF), principal agência norte-americana de financiamento à ciência básica, anunciou os resultados de um estudo baseado em entrevistas e discussões com grupos focais, e também em perguntas respondidas on-line em 2021 por cientistas e pessoal de apoio que atuaram em bases de pesquisa do país no continente gelado de 2018 a 2020. Nessa enquete, 72% das mulheres mencionaram o assédio sexual como um problema em sua comunidade, ante 48% dos homens. Para agressões sexuais, os índices foram de 47% para o público feminino e de 33% para o masculino. O documento mostra trechos de declarações coletadas dos entrevistados, sem revelar seus nomes. “Toda mulher que eu conhecia lá teve uma experiência de agressão ou assédio”, afirmou um deles.

Desde 2013, vigora um código de conduta nas estações norte-americanas que proíbe expressamente abusos físicos e verbais, importunações, trotes ou intimidações. Mas há uma percepção de que as normas nem sempre são aplicadas: apenas 26% das mulheres

e 46% dos homens afirmaram que os infratores são responsabilizados. A base de McMurdo, que chega a receber mil pessoas no verão, concentrou a maioria das reclamações. “O relatório é mais chocante do que eu esperava”, disse à revista *Science* Helen Fricke, do Instituto de Oceanografia Scripps, vinculado à Universidade da Califórnia em San Diego, que já foi várias vezes à região. “Algumas pessoas falavam literalmente sobre serem estupradas.” Também à *Science*, Roberta Marinelli, chefe do Escritório de Programas Polares da NSF, disse que os resultados surpreenderam a agência: “Ainda estamos trabalhando para tentar entender como chegamos a esse ponto e como avançaremos”.

Em outubro, um outro levantamento, esse encomendado pela Divisão Antártica da Austrália, chegou a conclusões convergentes. Produzido pela socióloga Meredith Nash, da Universidade Nacional Australiana, o documento de 32 páginas reúne relatos de importunação sexual, contatos físicos indesejados, exibição de material ofensivo ou pornográfico, piadas sexistas, entre outros, nas quatro estações de pesquisa do país. Além disso, destaca percalços quando as mulheres ficam menstruadas, como falta de privacidade e distribuição escassa de absorventes. Em um comunicado, o secretário do Departamento de Mudanças Climáticas, Energia, Meio Ambiente e Água da Austrália, David Fredericks, considerou o conteúdo do relatório “decepcionante e inaceitável” e informou que algumas recomendações de Nash já começaram a ser implementadas, como a ampliação da presença feminina nas estações.

As denúncias na Antártida seguem um padrão comum ao de episódios de importunação e de violência sexual ocorridos em expedições científicas a lugares remotos, onde pesquisadores e estudantes convivem 24 horas por dia e as fronteiras entre o trabalho e a vida pessoal muitas vezes se dissipam. Em 2016, o paleoantropólogo norte-americano Brian Richmond renunciou ao cargo de curador da seção de Origens Humanas do Museu Americano de História Natural, em Nova York. Ele foi acusado de atacar uma aluna em um hotel em Florença e sofreu denúncias de comportamento inapropriado em trabalhos de campo no Quênia (ver Pesquisa FAPESP nº 251). Em 2021, uma reportagem do site BuzzFeed trouxe o depoimento de 16 mulheres que trabalharam no Instituto de Pesquisa Tropical Smithsonian, na Ilha Barro Colorado, no Panamá, um laboratório no meio da selva onde mais de mil pessoas fazem estudos sobre mudanças climáticas, biodiversidade e evolução. Elas relataram investidas sexuais de pesquisadores em posições de chefia. As denúncias de importunação envolveram nomes como o biólogo evolutivo Egbert Leigh e o ecólogo Edward Herre. Benjamin Turner, ex-líder do laboratório de geoquímica do instituto, foi acusado de estupro em 2011 por Sarah Batterman, hoje na Universidade de Leeds, na Inglaterra. Turner disse ao BuzzFeed que as relações que teve com colegas foram consensuais.

O combate ao assédio e à violência sexual resultou na definição de normas mais restritas de comportamento em expedições a lugares remotos e na criação de canais de denúncia de casos de má conduta. Mas há suspeitas de que muitos episódios nem sequer sejam denunciados. Um estudo publicado em 2014 na revista *PLOS ONE* por Kathryn Clancy, antropóloga da Universidade de Illinois Urbana-Champaign, nos Estados Unidos, entrevistou on-line 666 estudantes e pesquisadores, na maioria mulheres, que participaram de pesquisas de campo de diversas áreas. Quase metade da amostra era de antropólogos, mas havia arqueólogos, biólogos, geólogos, entre outros. Das 512 mulheres que responderam a uma pergunta sobre ocorrência de assédio sexual, 70,5% responderam positivamente para esse tipo de experiência. Mas apenas 67 entrevistadas declararam ter reportado a importunação.

Novas abordagens para enfrentar o problema baseiam-se em reforçar o planejamento de expedições, de modo a prevenir situações vulneráveis, e em fornecer treinamento para lidar com possíveis casos. “As pessoas não têm ideia do que fazer”, disse à revista *Undark* a ecóloga marinha Melissa Cronin, diretora do grupo “Construindo um futuro melhor para o trabalho de campo”, que organiza workshops e oferece capacitação nessa área. “O objetivo do treinamento é auxiliar os participantes a estabelecer climas positivos nos ambientes de pesquisa de campo.” Desde 2018, o grupo já realizou mais de 300 treinamentos com cerca de 5 mil pessoas. Os workshops têm 90 minutos de duração e ressaltam a importância da organização das viagens e da discussão prévia de normas de convivência. O conteúdo aborda desde questões logísticas, como fazer arranjos para distribuição das pessoas em dormitórios ou tendas a fim de evitar situações suscetíveis à noite, até a criação de protocolos de comunicação para garantir que os membros monitorem a segurança uns dos outros ou peçam ajuda se precisarem. Outras recomendações incluem a adoção de regras de respeito à privacidade e relativas ao uso de álcool e drogas.

O workshop apresenta um cardápio de situações capazes de favorecer o assédio ou a agressão sexual, que suscitam discussões sobre como evitá-las ou reagir a elas. Em um dos casos concretos, os estudantes são convidados a refletir sobre o que fazer caso alguém beba demais em uma festa em um navio de pesquisa, perca a consciência e vá ser assistido privadamente por uma pessoa com quem não tem relação de amizade ou familiaridade. Em outro caso, uma participante de uma expedição a um local remoto aparece chorando à noite, dizendo ter sido estuprada pelo chefe do grupo. Embora ressaltem a importância de estratégias de prevenção, os workshops trazem recomendações para lidar com situações críticas, como dispor de um protocolo de atendimento de emergência a vítimas de estupro e preservar evidências para uma investigação criminal. ■

Fabrcio Marques

O fantasma da autoria honorária

O médico veterinário Nicola di Girolamo, da Universidade Cornell, nos Estados Unidos, analisou uma amostra de 82 mil artigos científicos publicados entre 2017 e 2021 e encontrou indícios de que até um terço dos 629 mil autores desses *papers* não cumpria requisitos suficientes para assiná-los e, portanto, teria recebido de forma imprópria os créditos pelos trabalhos. Os estudos avaliados foram publicados em sete periódicos da editora Public Library of Science, responsável por títulos como *PLOS ONE* e *PLOS Medicine*.

O grupo de Girolamo analisou as declarações que o autor principal de um artigo é obrigado a fornecer aos periódicos descrevendo o tipo de participação que cada um dos coautores teve na produção do manuscrito. Em seguida, um programa de computador aferiu se as contribuições informadas eram reconhecidas como válidas por duas dire-

trizes adotadas por editores de revistas científicas. Uma delas, mais restritiva, foi desenvolvida pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE) e sustenta que só deve assinar um trabalho quem participou diretamente de sua elaboração ou revisão. Já a outra, mais flexível, foi proposta no periódico *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* por um grupo de editores de revistas conceituadas e diz que a participação na escrita ou na revisão são suficientes mas não indispensáveis para definir um coautor. Ambas as metodologias consideram válidas outras contribuições, como a curadoria de dados ou a produção de software. Já quem participou da pesquisa mas não se enquadra nesses critérios deve ser listado apenas nos agradecimentos. Segundo a análise de Girolamo, 4% dos autores não se encaixavam nos padrões da *PNAS*, enquanto 35% seriam excluídos se os

padrões da ICMJE fossem tomados como referência.

Para ele, os achados indicam que a chamada autoria honorária, atribuída a pessoas que não participaram de forma substancial da pesquisa, é mais disseminada do que se imagina. Em entrevista à revista *Science*, mencionou uma experiência pessoal que dá lastro a essa hipótese. Ao submeter para publicação um artigo resultante de um de seus primeiros projetos, foi solicitado por uma instituição envolvida na pesquisa a incluir os nomes de seus membros, embora eles não tivessem participado do estudo. Quando o trabalho foi publicado, menos da metade dos autores preenchia os requisitos do ICMJE. “Sendo um jovem pesquisador na época, fiquei desamparado naquela situação”, disse Girolamo, que apresentou seu estudo em um congresso sobre revisão por pares realizado em setembro em Chicago, nos Estados Unidos.



Reconhecimento para pesquisadores negros

Uma conferência sobre câncer realizada em outubro no Science Museum, em Londres, buscou dar visibilidade aos pesquisadores negros no campo da oncologia e ampliar suas oportunidades de carreira. O evento Black in Cancer foi patrocinado pela Cancer Research UK (CRUK), organização filantrópica que financia e produz estudos sobre a doença no Reino Unido. Entre os temas discutidos na conferência, destacou-se a importância de tornar mais diverso e inclusivo o ambiente de pesquisa em oncologia e de recrutar pacientes que representem diferentes grupos étnicos em estudos sobre o câncer e em ensaios clínicos de remédios e novos tratamentos.

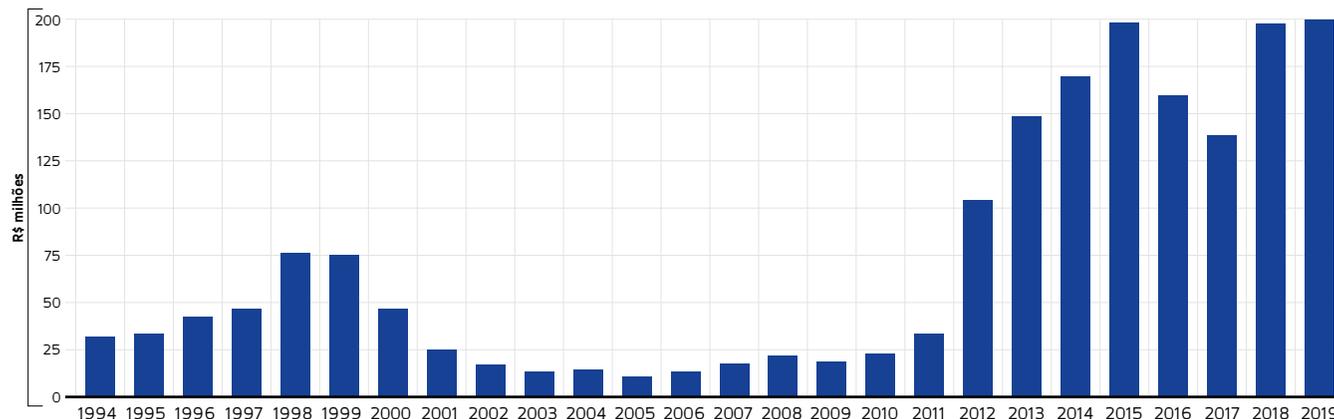
“Geralmente, sou o único negro nas salas de conferências científicas de que participo, então esse evento é um desafio à norma”, disse à revista *Times Higher Education (THE)* o oncologista de origem nigeriana Tanimola Martins, estagiário de pós-doutorado na Faculdade de Medicina da Universidade de Exeter, na Inglaterra. Ele e Sigourney Bonner, especialista em um tipo raro de tumor pediátrico e aluna de doutorado da Universidade de Cambridge, ajudaram a criar em 2020 um grupo também denominado Black in Cancer, que organizou a conferência.

A CRUK, que investe 500 milhões de libras por ano em pesquisa (o equivalente a R\$ 2,9 bilhões), lançou na conferência sua primeira bolsa de doutorado exclusiva para estudantes negros. Só 1% dos candidatos que submetem propostas de bolsas e de projetos à organização são negros. Os pedidos de financiamento são avaliados de forma anonimizada para evitar vieses, mas ainda assim as taxas de sucesso são de 13% para candidatos negros e de 24% para brancos. Iain Foulkes, diretor da CRUK, contou à *THE* que, entre pesquisadores seniores patrocinados pela agência que lideram grandes projetos, há apenas um negro. “A escassez é enorme”, afirmou.

- ▶ A FAPESP investiu R\$ 1,88 bilhão (em valores de 2019) nas principais linhas de fomento¹ que envolvem a internacionalização da pesquisa científica, entre 1994 e 2019. Apenas em 2019, o valor direcionado a essas linhas, R\$ 199 milhões, correspondeu a 15,9% do total dos desembolsos da Fundação (R\$ 1,26 bilhão)

Desembolsos anuais em fomento da FAPESP

Linhas internacionais, em milhões – valores constantes de 2019 (IPCA)



- ▶ Atualmente, a Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (Bepe) é o principal instrumento de apoio à internacionalização da pesquisa adotado pela FAPESP, mas também merecem menção os convênios internacionais, a Bolsa de Pesquisa no Exterior (BPE) e os programas de apoio a pesquisadores visitantes
- ▶ Com a pandemia e as restrições a viagens que se seguiram, os desembolsos com tais linhas reduziram-se significativamente, aproximando-se dos R\$ 60 milhões por ano. Porém os valores já contratados em 2022 (até o final de setembro), de R\$ 173 milhões, indicam forte recuperação. Projetando-se as contratações até o final do ano em curso, pode-se admitir que tais valores ultrapassem R\$ 200 milhões, superando os melhores anos até agora observados

BOLSA ESTÁGIO DE PESQUISA NO EXTERIOR (BEPE) – ACUMULADO DE 2011 A 2022

País	Iniciação científica	Mestrado	Doutorado	Pós-doutorado	Total
Estados Unidos	139	411	1.620	764	2.934
Reino Unido	71	143	473	279	966
França	81	152	440	196	869
Espanha	83	113	296	174	666
Alemanha	50	103	308	172	633
Canadá	42	88	306	122	558
Portugal	78	148	193	66	485
Itália	21	68	163	60	312
Holanda	20	34	151	65	270
Austrália	19	31	121	49	220

- ▶ A Bepe apoia bolsistas da FAPESP vinculados a instituições localizadas em São Paulo para realizarem estágio no exterior. Em sua maior parte, atende doutorandos e pós-doutorandos. Os principais destinos desses bolsistas, por modalidade, no acumulado dos últimos 10 anos, estão relacionados acima

NOTA (1) FORAM CONSIDERADOS: ACORDOS E CONVÊNIOS INTERNACIONAIS; PESQUISADOR VISITANTE-EXTERIOR; BOLSA ESTÁGIO DE PESQUISA NO EXTERIOR (BEPE) E BOLSA DE PESQUISA NO EXTERIOR (BPE)

FONTE FAPESP – REGISTROS ADMINISTRATIVOS, EXTRAÍDO EM 10/10/2022 ELABORAÇÃO FAPESP, DPCTA/GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES

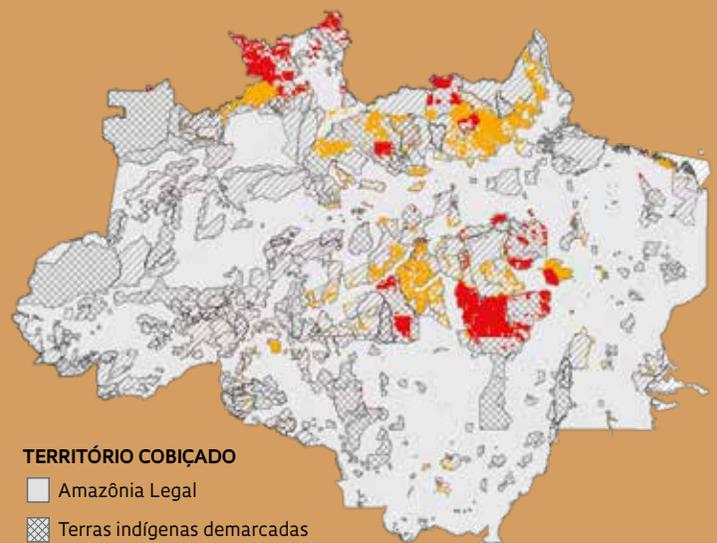


Área de mineração ilegal de ouro próximo à terra indígena Menkragnoti, no Pará, em 2019

NOTAS

A ameaça da mineração em áreas indígenas

Em 2020, o governo federal propôs, por meio de um projeto de lei, a regulamentação da mineração em terras indígenas na Amazônia. Se for aprovada pelo Congresso, a nova norma poderia aumentar em 20%, fazendo passar de 700 mil para 860 mil quilômetros quadrados, a área de floresta ameaçada. Sob a legislação atual, a exploração de minerais nessas terras só pode ocorrer mediante autorização do Congresso. Para dimensionar o possível impacto da nova regra, a engenheira ambiental Juliana Siqueira-Gay, da Universidade de São Paulo (USP), com colaboradores de Minas Gerais e de Brisbane, na Austrália, levou em conta todas as áreas com potencial mineral a serem exploradas. Segundo a análise, as áreas que poderiam ser atingidas abrigam 222 grupos indígenas, com alta diversidade cultural. Estima-se que forneçam ao menos US\$ 5 bilhões por ano para a economia global por meio da produção de alimentos, da mitigação das emissões de carbono e da regulação do clima. Os pesquisadores verificaram que 115 áreas indígenas (31% do total) continham pelo menos uma proposta de lavra, a maioria já em fase de exploração, etapa inicial do processo de licenciamento mineral. Também observaram que o projeto de lei não contém salvaguardas ambientais ou sociais (*One Earth*, 18 de setembro).



TERRITÓRIO COBIÇADO

- Amazônia Legal
- Terras indígenas demarcadas
- Outras áreas protegidas
- Reivindicação e proposta de mineração em outras áreas protegidas
- Reivindicação e proposta de mineração em terras indígenas

FONTE SIQUEIRA-GAY, J. et al. *One Earth*. 18 set. 2022

Uma rede paulista de alta velocidade

Foi lançada em 29 de setembro uma rede de fibra óptica de alta velocidade para interligar oito universidades paulistas entre si e instituições no exterior. Batizada de Backbone SP, a nova rede vai permitir o compartilhamento de dados científicos e materiais didáticos, além da realização de processamento computacional de alto desempenho. Desenvolvido nos dois últimos anos, o Backbone SP será operado pela Research and Education Network at São Paulo (Rednesp), substituída da Academic Network at São Paulo (Rede ANSP), apoiada pela FAPESP. Ele vai conectar as universidades de São Paulo (USP), Estadual Paulista (Unesp), Estadual de Campinas (Unicamp), Federal de São Paulo (Unifesp), Federal de São Carlos (UFSCar), Federal do ABC (UFABC), Presbiteriana Mackenzie e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) a uma velocidade de 100 gigabits por segundo (Gbps), que pode ser aumentada conforme a necessidade. O Backbone SP será a estrutura para a troca de informações das instituições paulistas com redes acadêmicas internacionais. "Estamos pareados agora, do ponto de vista de capacidade de transmissão, com os *backbones* internacionais", afirmou João Eduardo Ferreira, coordenador da Rednesp.

Uso de lenha causa doenças respiratórias em crianças

A falta de acesso a fontes seguras e limpas de energia para cozinhar pode estar por trás do adoecimento e da morte de centenas de milhares de pessoas por ano nos países em desenvolvimento (inclusive no Brasil) em consequência de problemas respiratórios. Apenas em 2018, estima-se que 205 mil crianças menores de 5 anos tenham perdido a vida em decorrência de problemas no trato respiratório inferior provocados pela poluição do ar das casas (*The Lancet Global Health*, outubro). Sob a liderança de Robert Reiner Jr, da Universidade de Washington em Seattle, Estados Unidos, um grupo internacional de centenas de pesquisadores usou dados obtidos de 2,1 milhões de moradias em 98 países de média e baixa renda para estimar a frequência do uso de combustíveis sólidos (lenha) para cozinhar e o nível de poluição doméstica gerada e quantificar o impacto



O vulcão Fagradalsfjall em erupção, em março de 2021

Mistura nas profundezas da Islândia

O vulcanologista Sæmundur A. Halldórsson, da Universidade da Islândia, identificou um padrão curioso ao acompanhar por 50 dias a erupção do vulcão Fagradalsfjall, iniciada em 19 de março de 2021. Com o auxílio de um grupo internacional de colaboradores, Halldórsson coletou a lava e os gases liberados pelo vulcão islandês ao longo de semanas e analisou sua composição química. Ele estava interessado em conhecer a que profundidade o magma se originava e o que acontecia com o reservatório durante a erupção. Os resultados indicaram que, nas primeiras semanas, o material ejetado pelo vulcão provinha de regiões bem profundas, a mais de 15 quilômetros abaixo da superfície, próximo ao trecho em que a crosta terrestre encontra o manto, a camada imediatamente inferior. Em abril, no entanto, já havia sinais de que o magma inicial tinha se esgotado e a câmara estava sendo abastecida por material de regiões ainda mais profundas do manto. Em maio, o magma de origem profunda já era predominante (*Nature*, 14 de setembro). Esse ritmo de mudança no perfil da lava foi centenas de vezes mais rápido do que o esperado.



dessa poluição sobre a saúde das crianças. Os resultados indicam que, nesses países, cerca de 590 milhões de pessoas dependem exclusivamente de lenha para cozinhar. De acordo com as projeções, várias dessas nações não devem cumprir a meta de atingir o acesso universal a combustível limpo para cozinhar até 2030.

Mulher cozinha em fogão a lenha improvisado em Camarões

Geadas prejudicam recuperação da vegetação do Cerrado

Adaptada às queimadas esporádicas, a vegetação do Cerrado costuma sofrer com o frio intenso. Estudos já indicaram que geadas podem ter impacto semelhante ao do fogo, reduzindo o crescimento de árvores e atuando na seleção de espécies. Um estudo liderado pela engenheira florestal Giselda Durigan, do Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (IPA-SP), sugere que esses efeitos não apenas remodelam a paisagem, mas também prejudicam a recuperação da vegetação. Em seu doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a bióloga Natashi Pilon investigou o impacto do frio na recuperação da vegetação mais baixa – arbustos e gramíneas – em uma área de Cerrado no interior de São Paulo. Diferentemente do fogo, que consome mais matéria orgânica (até a depositada sobre o solo), o frio aumenta a camada de folhas, ramos e galhos em decomposição. A redução na área de terra nua dificulta a dispersão e a germinação de sementes e o rebrotamento das plantas. A geada matou arbustos e gramíneas, em especial nos trechos com menor cobertura de árvores, diminuindo a densidade de plantas. O frio não reduziu o número de espécies. Das 305 analisadas, 73% não sofreram danos (*Oecologia*, 21 de setembro).



Exemplar de fava de anta (*Dimorphandra mollis*) congelada por ação do frio

2



Sonda espacial desvia asteroide

Em 26 de setembro, às 20h14 no horário de Brasília, uma sonda espacial um pouco maior que uma geladeira colidiu propositalmente contra Dimorphos, uma lua de apenas 160 metros de diâmetro que orbita o asteroide Didymos. O choque, ocorrido a 11 milhões de quilômetros de distância da Terra, tinha por objetivo alterar ligeiramente a órbita de Dimorphos. Planejada pela Nasa, a agência espacial norte-americana, a missão Dart (Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos) foi uma espécie de ensaio para uma situação potencialmente catastrófica na qual um objeto espacial dessa categoria entra em rota de colisão com a Terra. Em 11 de outubro, a Nasa confirmou o sucesso da operação, que foi maior que o esperado. O choque empurrou ligeiramente Dimorphos em direção ao asteroide maior, alterando sua órbita de cerca de 12 horas ao redor de Didymos. Para a Nasa, uma mudança de 73 segundos nessa órbita já representaria um sucesso. Após o impacto, a órbita passou a durar 32 minutos a menos.

A lua Dimorphos antes do impacto (à esq.) e destroços ejetados após o choque (abaixo)

3

22 minutos pós-colisão

5 horas pós-colisão

8,2 horas pós-colisão

Aperto nas universidades federais

O orçamento da rubrica “outras despesas correntes” das 68 universidades federais brasileiras encolheu 45% nos últimos cinco anos. Baixou, em valores corrigidos pela inflação, de R\$ 8,6 bilhões em 2018 para R\$ 4,4 bilhões em 2022 (até o mês de setembro), segundo dados do Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (Siop) do governo federal. Nessa categoria, entram as verbas destinadas à compra de material de consumo e ao pagamento de água, energia, diárias, serviços prestados, vale-alimentação e vale-transporte, além de custeio e assistência estudantil. Já as verbas de investimento – dinheiro aplicado no patrimônio da universidade, como aquisição de imóveis e terrenos, reformas e obras, além de compra de equipamentos e materiais permanentes – diminuíram 69%, de R\$ 310 milhões em 2018 para 97,5 milhões até setembro do ano atual. Essas informações foram reunidas pelo Centro de Estudos Universidade, Sociedade e Ciência (Sou Ciência), da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), em parceria com o Instituto Serrapilheira, e apresentados na 6ª edição dos Encontros Serrapilheira, no Rio de Janeiro. “Os estudos e levantamentos do Sou Ciência têm mostrado grande queda nos recursos das 68 universidades federais, especialmente entre 2019 e 2022”, disse Soraya Smali, coordenadora do centro.

4



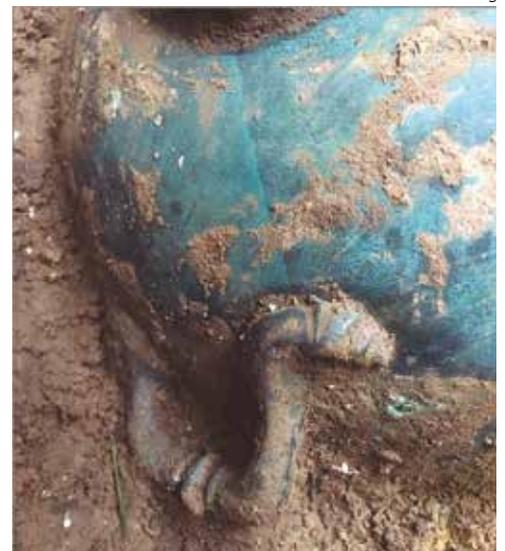
Músicos se apresentam no Festival Internacional de Jazz de Punta del Leste em 2020

Swing mais claro quando notas atrasam

Definido pelo dicionário de música New Harvard como um impulso rítmico intangível, manifestado em uma variedade de relações entre notas musicais longas e curtas, o *swing* do jazz pode ser percebido mais facilmente atrasando em 30 milissegundos notas alternadas em um compasso (*Communications Physics*, 6 de outubro). Pesquisadores do Instituto Max Planck de Dinâmica e Auto-organização e da Universidade de Göttingen, Alemanha, chegaram a essa conclusão após retardar em diferentes intervalos de tempo um trecho solo de três músicas (*The smudge*, *Texas blues* e *Jordu*) para criar atrasos sistemáticos para os *downbeats*, que correspondem aos golpes hipotéticos da batuta de um maestro (bit.ly/3DqXvAL). Depois, 19 músicos de jazz semiprofissionais e 18 profissionais avaliaram o *swing* na música manipulada. A probabilidade de afirmarem que a música tinha *swing* foi 7,48 vezes maior nas audições em que os *downbeats* foram atrasados do que quando não houve o retardo. Os pesquisadores também analisaram 450 apresentações solo de jazzistas e encontraram esses atrasos em quase todas elas. Isso sugere que os músicos de jazz de fato usam essas sutis manipulações de tempo para melhorar a sensação de *swing*.

Um efeito dos pesticidas sobre o passado

Produtos químicos usados para combater pragas agrícolas não agem apenas no presente. Acumulados no ambiente, eles podem também causar danos a materiais arqueológicos e, assim, afetar o estudo do passado. A química brasileira Luciana da Costa Carvalho, da Universidade de Oxford, no Reino Unido, identificou sinais da ação de pesticidas sobre uma tigela romana datada do final da Idade do Ferro, entre os anos 43 e 410 da era Cristã. Feita de uma liga de cobre, a tigela foi encontrada em 2016 em uma fazenda em Kent, no sudeste da Inglaterra, que tem sido usada para agricultura ao menos desde 1936. A peça apresentava áreas de corrosão verde e marrom. Na verde, Carvalho e seus colaboradores identificaram a presença de clorobenzenos e cloretos de cobre. Clorobenzenos são compostos sintéticos usados na indústria química e em defensivos agrícolas. Por acumularem no ambiente, seu uso foi proibido no Reino Unido há mais de 50 anos. Nas áreas de corrosão marrom, havia dietiltoluamida, ainda hoje usada em repelentes de insetos (*Scientific Reports*, 6 de outubro). “A presença de clorobenzenos está associada à corrosão acelerada e representa uma ameaça à preservação de objetos arqueológicos metálicos no solo”, afirma Carvalho.



Recipiente romano da Idade do Ferro durante escavação



Península de Yucatán, no México, onde a queda de um asteroide há 66 milhões de anos abriu a cratera de Chicxulub (destaque)

Asteroide que extinguiu dinossauros gerou onda de 4,5 km

O terremoto Sumatra-Andaman, que atingiu a costa da Indonésia em 2004, provocou o tsunami mais letal da história, matando 227 mil pessoas em 14 países. Ainda assim, seu poder de devastação foi ao menos 30 mil vezes menor do que o da onda gigante gerada pelo asteroide que teria aberto a cratera de Chicxulub, na península de Yucatán, no golfo do México, há 66 milhões de anos e causado uma extinção em massa da vida na Terra. Durante seu doutorado na Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, a oceanógrafa Molly Range, hoje em uma empresa privada, calculou a energia liberada no choque que gerou Chicxulub. Os resultados da simulação matemática do impacto indicam que, nos 2,5 minutos seguintes, uma onda de até 4,5 quilômetros (km) de altura se espalhou por um raio de pouco mais de 50 km. Dez minutos após a queda, a crista da onda já tinha baixado para 1,5 km (*AGU Advances*, 4 de outubro). Um tsunami de cerca de 10 metros de altura viajando à velocidade de 1 metro por segundo atingiu a maior parte da costa do Atlântico Norte e da porção sul do oceano Pacífico. Ao comparar a propagação da onda com análises de amostras de sedimentos marinhos, os pesquisadores concluíram que a onda gigante pode ter se propagado por um raio de até 12 mil km.



Lêmure da espécie *Haplemur meridionalis* se alimentando em Madagascar

Calor e dieta levam primatas arborícolas a viver no chão

Macacos, lêmures e outros primatas das Américas e de Madagascar vivem a maior parte do tempo em árvores, enquanto seus parentes de grande porte na África (gorilas e chimpanzés) e na Ásia (orangotangos) pouco saem do chão. Em um estudo liderado pelo zoólogo Timothy Eppley, da Universidade Estadual de Portland, Estados Unidos, um grupo de dezenas de pesquisadores, vários deles brasileiros, analisou 150 mil horas de observação de 47 espécies de primatas arborícolas a fim de identificar quais características levam algumas delas a passar mais tempo no chão. A transição da vida nas árvores para a terrestre ocorreu várias vezes ao longo da evolução dos primatas, e os pesquisadores suspeitam que as alterações na natureza provocadas pela ação humana possam forçar muitas espécies arborícolas a viver mais no solo. Fatores ecológicos, como o aumento da temperatura e a redução do dossel das árvores, e características típicas das espécies (dieta com menos frutas e grupos mais numerosos) favorecem a adoção de hábitos mais terrestres (*PNAS*, 10 de outubro). Segundo os autores, com as alterações no ambiente e no clima, as espécies de regiões mais quentes e dieta mais genérica devem passar a usar mais o chão.

Fósseis de Mianmar em mãos estrangeiras

Paleontólogos das principais potências científicas estariam se aproveitando dos conflitos em Mianmar, na Ásia, para ter acesso a fósseis raros preservados em âmbar e descrevê-los em artigos científicos. O país guarda uma das mais importantes reservas de fósseis do Cretáceo Superior e desde 2015 proíbe a retirada desse material de seu território. A maioria dos fósseis, porém, está aprisionada em âmbar (resina de árvore petrificada), que é considerado uma pedra preciosa e pode ser exportado legalmente. A paleobióloga Emma Dunne, da Universidade de Erlangen-Nuremberg, na Alemanha, e colaboradores analisaram o ritmo da publicação de artigos sobre fósseis em âmbar de Mianmar entre 1995 e 2021. Houve um crescimento lento até 2014, com publicações assinadas sobretudo por cientistas dos Estados Unidos, Reino Unido, França, Alemanha e Brasil. Depois, o ritmo acelerou muito. O ponto de inflexão coincide com disputas armadas entre o governo e separatistas no norte do país, onde estão as minas de âmbar, e com o esgotamento de reservas de âmbar na vizinha China (*Communications Biology*, 29 de setembro).

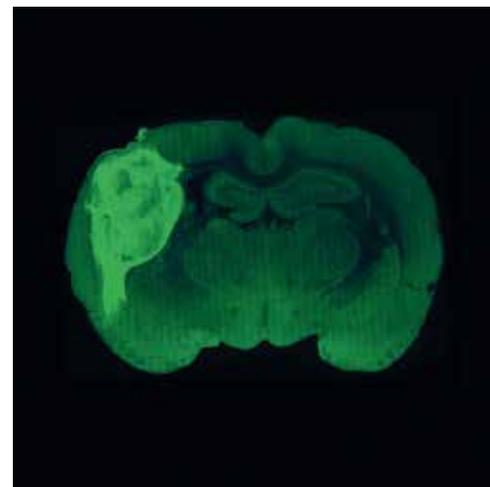
Âmbar de Mianmar contendo fóssil de libélula do período Cretáceo



Pesquisadores implantam em ratos tecido cerebral humano

O médico e neurocientista Sergiu Pasca e sua equipe na Universidade Stanford, nos Estados Unidos, conseguiram implantar tecido cerebral humano, obtido a partir do cultivo em laboratório de células-tronco da pele, no cérebro de ratos em desenvolvimento. O material foi inserido em uma região ligada à percepção do ambiente e se integrou com sucesso ao cérebro dos animais, que não apresentaram problemas de memória nem de controle dos movimentos. Marcadas com uma técnica que permitia acompanhar a sua localização, as células humanas desenvolveram conexões com diferentes áreas do cérebro dos roedores. A

estimulação elétrica dessas células alterava o comportamento dos ratos, assim como a manipulação das vibrissas (os “bigodes”) dos roedores ativava os neurônios humanos. Após sete meses, os neurônios do tecido implantado tinham assumido forma e tamanho semelhantes aos dessas células no cérebro humano, bem diferentes do que os apresentados pelos neurônios nos organoides cerebrais (minicérebros) humanos cultivados em laboratório (*Nature*, 12 de outubro). Segundo os pesquisadores, esse modelo deve permitir investigar de modo mais realista alterações que ocorrem em doenças neurológicas e psiquiátricas.



Células humanas (mais brilhantes) implantadas no cérebro de filhotes de rato

4



Cova coletiva com ossadas da época da segunda batalha de Hímera

5

Mercenários lutaram ao lado dos gregos contra os cartagineses

Um estudo recente sugere um fato amplamente ignorado pelos livros de história clássica: mercenários do norte da Europa teriam lutado ao lado dos gregos contra os cartagineses nas batalhas ocorridas no ano 480 a.C. e no ano 409 a.C. De acordo com historiadores, os gregos venceram a primeira e perderam a segunda, ambas travadas em Hímera, na região norte da Sicília, que na época era ocupada pela Grécia. Comparando o material genético de 30 ossadas de covas coletivas daquele período encontradas em Hímera com o de 96 indivíduos que hoje vivem na Itália ou na Grécia, um grupo internacional de pesquisadores verificou que o DNA de muitos daqueles esqueletos antigos é

mais similar ao de povos que viviam mais ao norte e a leste da Europa e até na região central da Ásia (*PNAS*, 3 de outubro). Coordenado pelo geneticista David Reich, da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, e pelos bioarqueólogos David Caramelli, da Universidade de Florença, na Itália, e Ron Pinhasi, da Universidade de Viena, na Áustria, o trabalho sugere que mercenários dessas regiões viajaram para o sul da península Itálica para lutar ao lado do exército grego. Segundo os pesquisadores, o trabalho mostra o papel importante que os mercenários desempenharam nos exércitos gregos e destaca a relevância que as guerras tiveram na mobilidade dos povos no mundo clássico.

CAPA

SUFOCO NA FLORESTA





Emissões de carbono dobram na Amazônia com avanço de desmatamento e queimadas em 2019 e 2020

Marcos Pivetta

Uma tendência que vinha se insinuando desde meados da década passada virou agora realidade nos quatro cantos da Amazônia: a maior floresta tropical do planeta deixou de ser um sorvedouro e se tornou uma fonte de carbono para a atmosfera. Isso significa que as emissões de dióxido de carbono (CO₂), principal gás que causa o aquecimento global, ultrapassaram com folga as absorções em todas as grandes sub-regiões do bioma. De norte a sul, de leste a oeste, o ecossistema passou a liberar mais CO₂ do que suas plantas conseguem captar.

Segundo um estudo recente, publicado em 19 de setembro no repositório on-line Research Square na forma de *preprint* (artigo ainda não revisado por pesquisadores independentes de uma revista científica), o valor do superávit a favor das emissões de carbono dobrou na Amazônia em 2019 e 2020 quando comparado com a média dos nove anos anteriores, de 2010 a 2018. Mais carbono na atmosfera, na forma de CO₂ e também de metano (outro gás de efeito estufa), eleva a temperatura do planeta e intensifica o cenário das mudanças climáticas. Desde meados do século XIX, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre aumentou quase 50% e a temperatura média do planeta elevou-se em 1,1 grau Celsius (°C).

Floresta queimada nas proximidades de Porto Velho em agosto de 2019

“Esse incremento das emissões se deu porque, nesses dois anos, o oeste da Amazônia também passou a ser fonte significativa de dióxido de carbono para a atmosfera, a exemplo do que já havia ocorrido anteriormente com o leste”, comenta a química Luciana Gatti, coordenadora do Laboratório de Gases de Efeito Estufa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), principal autora do estudo. “Antes mais concentrado no sul do Pará e no norte de Mato Grosso, numa área historicamente conhecida como arco do desmatamento, o corte de vegetação nativa agora se espalhou fortemente para o sul do Amazonas, o Acre e Rondônia.” Trinta pesquisadores do Brasil e do exterior também assinam o artigo, que está em processo de aceitação para ser publicado em uma revista científica internacional.

Estudiosos do desmatamento apelidaram a região desses três estados amazônicos de Amacro. É uma referência ao início do nome das unidades federativas que a compõem e também uma alusão ao Matopiba, acrônimo empregado para descrever uma fronteira agrícola (e de desmatamento) do Cerrado, os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

Até agora, cerca de 20% do bioma da Amazônia em terras brasileiras foi desflorestado, segundo dados do Inpe. Desde 1988, quando o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (Prodes) do Inpe passou a fornecer a taxa oficial de desflorestamento da região, Pará e Mato Grosso são os estados campeões de corte da cobertura vegetal nativa. Juntos, respondem por cerca de dois terços do desflorestamento acumulado em pouco mais de três décadas. Em 2021, pela primeira vez o Amazonas derrubou mais área de cobertura vegetal nativa do que Mato Grosso – 2.300 quilômetros quadrados (km²) ante 2.200 km² – e ficou na segunda posição do

ranking. O Pará permaneceu em primeiro lugar com 5,2 mil km² de vegetação derrubados.

A mudança de sorvedouro para fonte de carbono na Amazônia se cristalizou entre a passagem da década passada para a atual. Nesse período, o superávit a favor das emissões no chamado balanço de carbono – que leva em conta todos os processos de absorções e liberações, naturais ou estimuladas pelo homem, de CO₂ – dobrou de tamanho quando o cálculo é feito para toda a Amazônia. De acordo com o novo estudo, o bioma liberou para a atmosfera diariamente, entre 2010 e 2018, 0,09 grama (g) de carbono por km² a mais do que absorveu. Em 2019, o superávit das emissões diárias foi de 0,17 g. Em 2020, aumentou para 0,20 g.

Na parte ocidental da Amazônia, que segue mais preservada do que o setor oriental a despeito das novas pressões ambientais, o balanço de carbono a favor das emissões tornou-se, em algumas sub-regiões, de quatro a 10 vezes maior em 2019 e 2020 do que a média histórica (*ver quadro nesta página*). “Não houve nenhuma grande anomalia climática nesses dois anos que justificasse essa elevação nos níveis de emissão. O avanço recente do desmatamento e das queimadas e o desmonte da fiscalização ambiental estão por trás desse aumento nas emissões de carbono no bioma”, diz Gatti. “A liberação de carbono em 2019 e 2020 foi da mesma ordem que ocorreu na grande seca amazônica de 2015-2016, quando houve um El Niño recorde.”

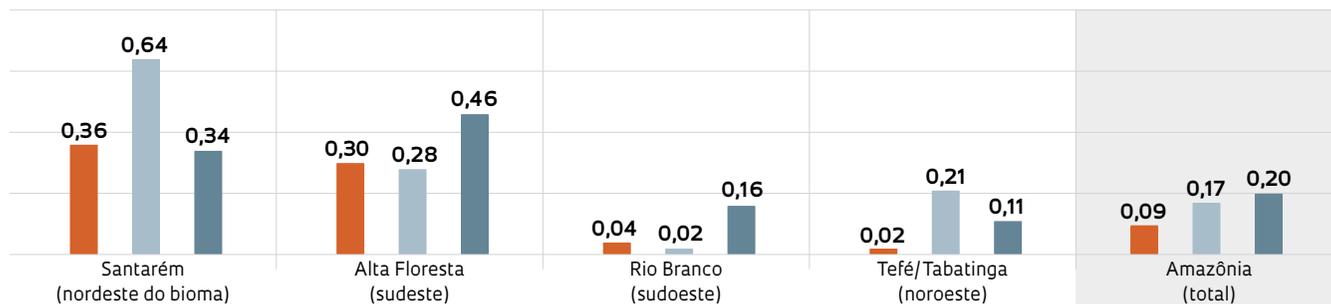
Caracterizado pelo aquecimento das águas superficiais do sul do oceano Pacífico, o El Niño é um fenômeno que altera o clima em várias partes do planeta. Na Amazônia, costuma provocar elevações de temperatura e estiagem prolongada, alterações que diminuem a capacidade de o bioma absorver o carbono da atmosfera.

MAIS CARBONO NO AR

A partir de 2019, as emissões de carbono superaram de forma clara as absorções em toda a Amazônia e em cada uma de suas sub-regiões

GRAMA DE CARBONO LIBERADO POR DIA A CADA 1 QUILOMETRO QUADRADO DE ÁREA*

■ Média anual entre 2010 e 2018 ■ 2019 ■ 2020



* Representa o saldo do balanço de carbono (emissões menos absorções). Valores positivos indicam que as emissões são maiores que as absorções

FONTE LUCIANA GATTI/INPE



Vista aérea em setembro de 2021 de floresta desmatada em torno de estrada em Apuí, no sul do Amazonas

FOTO BRUNO KELLY / REUTERS / FOTOARENA INFOGRÁFICOS ALEXANDRE AFFONSO

O artigo também destaca que a área de queimadas em florestas, um fenômeno que caminha de mãos dadas com o desflorestamento, aumentou 42% em 2020 na Amazônia em relação à média anual do período entre 2010 e 2018. “A quantidade de focos ativos de queimada no Amazonas ao longo de um ano é atualmente da ordem de 20 mil detecções feitas por satélite, o dobro do que era o padrão 10 anos atrás”, diz o engenheiro Alberto Setzer, pesquisador do programa Queimadas, do Inpe, também coautor do artigo. O trabalho ainda aponta que, em 2019 e 2020, houve queda de 42% na emissão de notificações por desmatamentos e crimes ambientais e de 89% na cobrança de multas expedidas, sempre em relação aos dados dos primeiros oito anos da década passada.

“A situação é muito preocupante”, alerta o climatologista Carlos Nobre, pesquisador sênior do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP), que participou do estudo. “Além de colocar em risco toda a riqueza

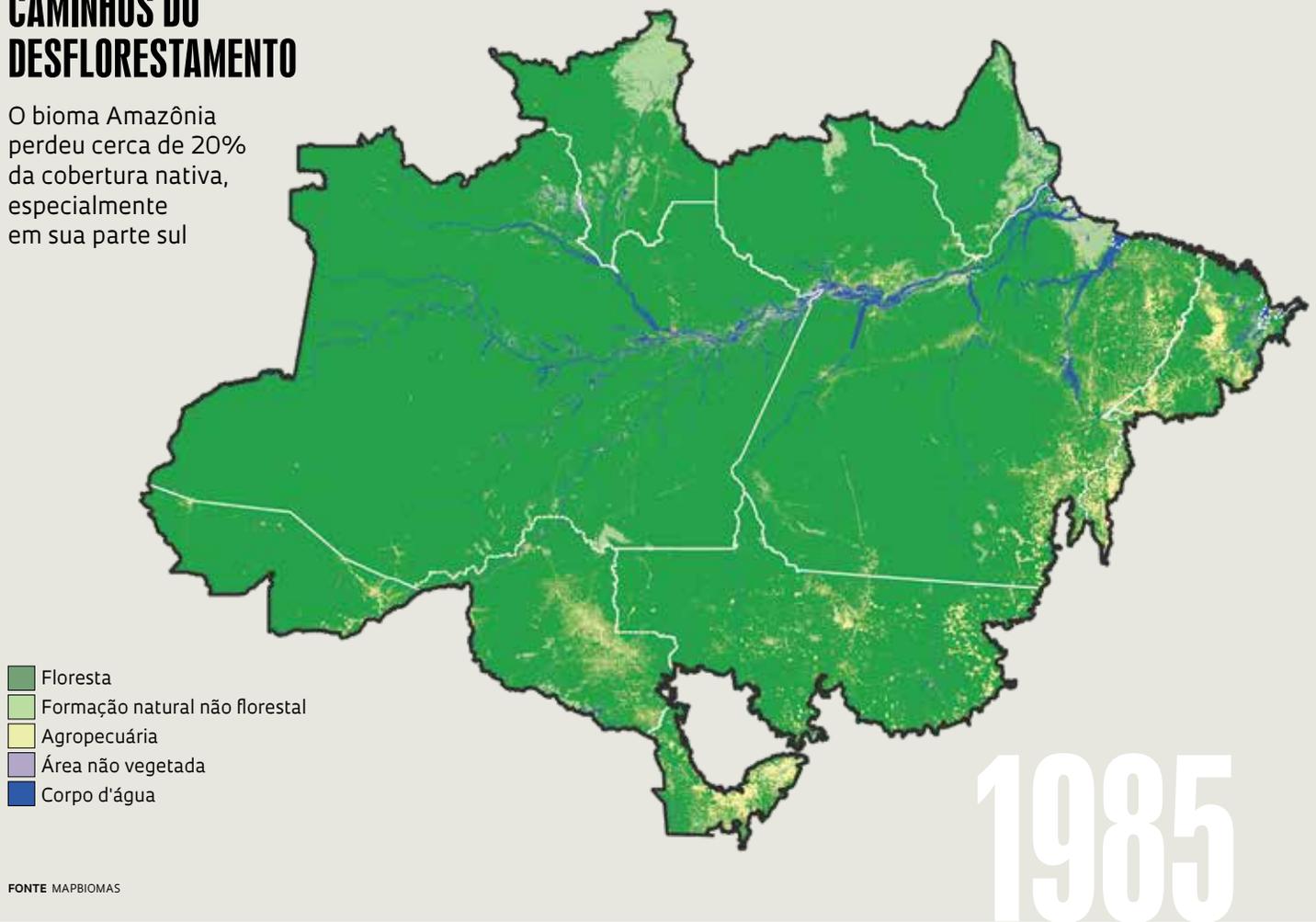
de biodiversidade da região, o desmatamento da Amazônia torna mais difícil o cumprimento das metas do Acordo de Paris.”

Costurado com o apoio das Nações Unidas, o acordo é um tratado internacional assinado em 2015 por quase 200 países, incluindo o Brasil. Seu objetivo é reduzir as emissões de gases de efeito estufa com o intuito de limitar o aumento do aquecimento global a no máximo 1,5 °C acima dos níveis da sociedade pré-industrial, de meados do século XIX. Em teoria, esse seria o teto de elevação da temperatura média do planeta que ainda daria margem para que as sociedades humanas se adaptassem de forma satisfatória às mudanças climáticas e mitigassem seus efeitos.

O problema é que o cenário atual na região Norte não é alvissareiro. Desde 2015, a taxa oficial de desmatamento da Amazônia calculada pelo Prodes do Inpe cresce ano a ano. Em 2019, atingiu a marca anual dos 10 mil km² desflorestados, algo que não ocorria desde 2008. No ano passado, passou dos 13 mil km² e continua com tendência de alta (*ver quadro na página 22*). Na início dos anos 2000, o desmatamento bateu recordes negativos e chegou a ultrapassar os 25 mil

CAMINHOS DO DESFLORESTAMENTO

O bioma Amazônia perdeu cerca de 20% da cobertura nativa, especialmente em sua parte sul



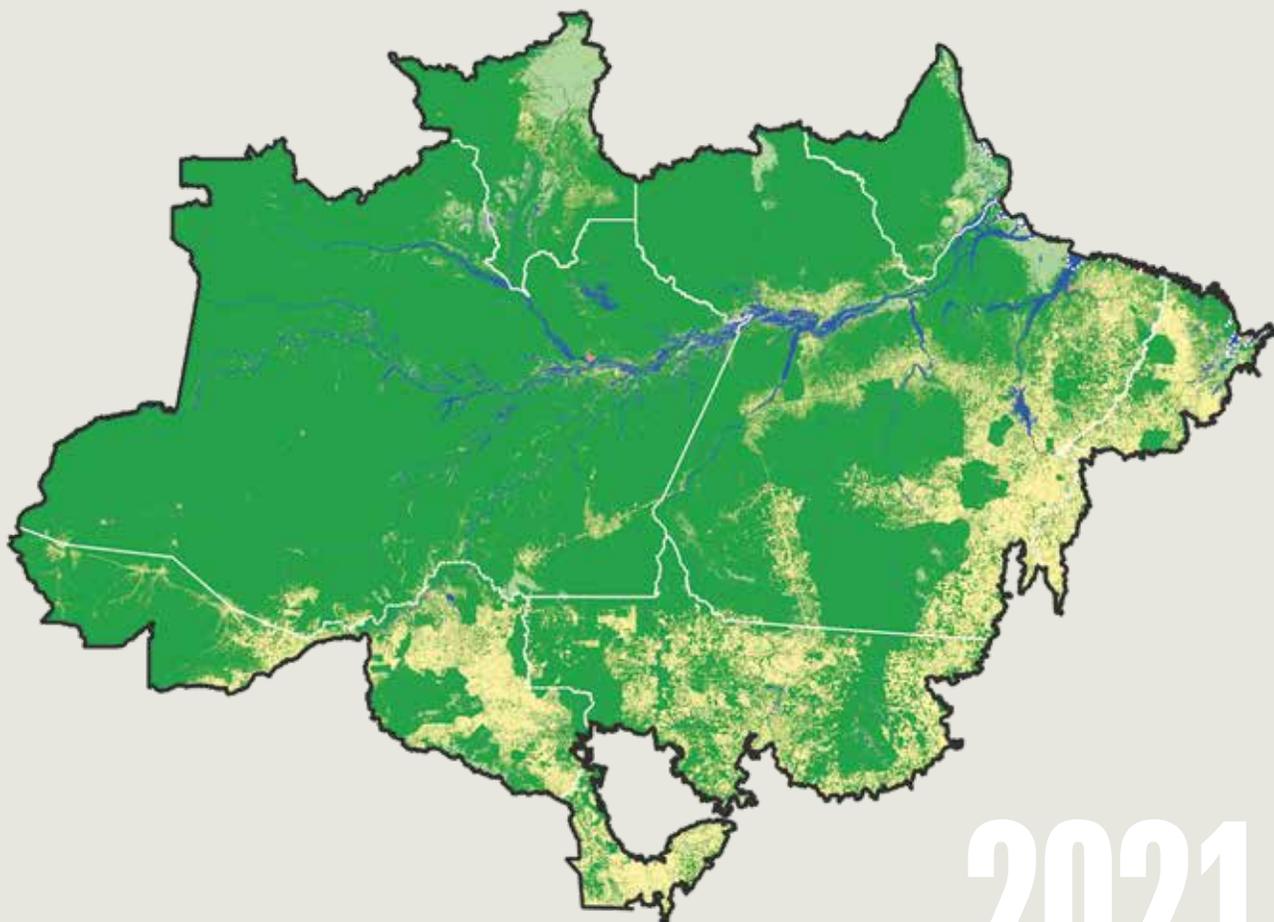
km² em dois anos consecutivos, 2003 e 2004. Em seguida, em razão da adoção de políticas públicas, retrocedeu aos seus menores níveis no início da década passada, quando a Amazônia chegou a perder cerca de 5 mil km² de cobertura vegetal por ano. A partir de 2016, o desflorestamento retomou tendência de alta.

“Até 2018, o Amazonas costumava ser o quarto estado que mais desmatava na região, atrás de Pará, Mato Grosso e Rondônia [que é seis vezes e meia menor do que o Amazonas]”, diz o especialista em sensoriamento remoto Claudio Almeida, coordenador do Programa de Monitoramento da Amazônia e Outros Biomas do Inpe, outro coautor do estudo de Gatti e colaboradores. “Agora ele é o segundo, depois apenas do Pará, que historicamente é o estado que mais retira a cobertura vegetal nativa. O desmonte recente da fiscalização ambiental é um estímulo ao desmatamento.”

Com buracos crescentes em sua cobertura vegetal e suas margens do sul degradadas pelo avanço do desmatamento e das queimadas e o estabelecimento de pastagens, a Amazônia parece ter perdido, ao menos por ora, parte de sua capacidade de retirar carbono do ar e ser con-

trapeso às mudanças climáticas. Espalhada por nove países da América do Sul em uma área que atinge cerca de 7 milhões de km², dos quais cerca de 60% em terras brasileiras, a maior floresta tropical do planeta, apesar das pressões crescentes, ainda representa uma grande mancha verde no mapa-múndi. “Uma parte considerável da vegetação nativa desse bioma no Brasil continua preservada”, comenta o geógrafo Marcos Rosa, coordenador técnico do MapBiomas, uma rede colaborativa formada por ONGs, universidades e startups de tecnologia.

Rosa não fez parte da equipe que produziu o novo estudo sobre o balanço de carbono, mas os dados da mais recente edição do levantamento anual do MapBiomas sobre a situação do uso e da cobertura do solo na Amazônia brasileira corroboram o cenário descrito no trabalho de Gatti e colaboradores. De acordo com a publicação, lançada em setembro, a área de pecuária triplicou na Amazônia entre 1985 e 2021 e representa 13% da superfície do bioma no Brasil. Os dados oficiais indicam que o tamanho do rebanho bovino nacional, hoje de 220 milhões de cabeças, aumenta na Amazônia Legal e diminui no restante



2021

do país. O território ocupado por cultivos agrícolas, basicamente soja, restringe-se a 2% do total.

“O desmatamento é um movimento especulativo, não planejado, que ocorre em razão da expectativa de ganhar a posse legal da área desflorestada. Abrir uma pastagem e colocar bois é a forma mais rápida e barata de ocupar uma região recém-desmatada, que quase sempre era uma área pública”, comenta Rosa. A sojicultura poderá eventualmente substituir essa nova pastagem se a terra desmatada e agora ocupada por pastagem vier a ser legalizada e sua posse garantida ao ocupante, procedimento decorrente de processos de anistia e perdão aprovados pelas autoridades. “Esse processo costuma demorar anos. A soja é cultivada em grandes propriedades na Amazônia e esses agricultores dependem de financiamento bancário para o plantio. Os bancos só emprestam dinheiro para donos de terras legalizadas”, explica Rosa.

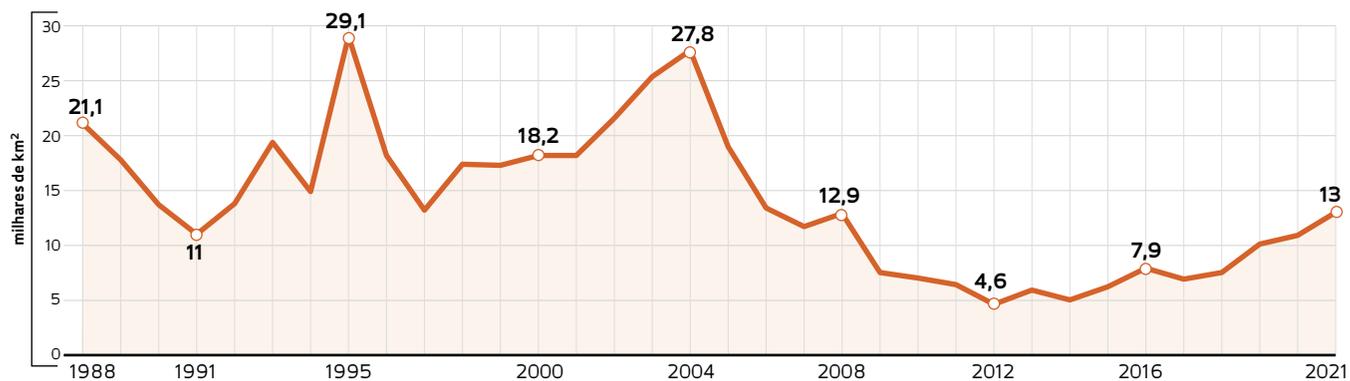
A abertura, ampliação e revitalização de estradas, como a BR-319, que liga Manaus e Porto Velho, é um indutor de desmatamento. De acordo com o sistema Prodes, o município amazonense de Lábrea, no sul do estado, perto da divisa com

Acre e Rondônia, é o quarto em desmatamento acumulado na Amazônia. Com menos de 50 mil habitantes, Lábrea perdeu 3 mil km² de vegetação desde 2008, menos apenas do que as paraenses Altamira e São Félix do Xingu, e Porto Velho, capital de Rondônia. Seu único meio de acesso terrestre é pelo trecho final da rodovia BR-230, a popular Transamazônica, que se conecta à BR-319.

Fatores naturais e estimulados pelo homem alteram o balanço de carbono de uma região, ou seja, a capacidade de emitir e de absorver dióxido de carbono. *Grosso modo*, apenas um processo contribui para a retirada de quantidades significativas de CO₂ atmosférico: a fotossíntese das plantas, um mecanismo essencial para seu crescimento e sobrevivência. Esses vegetais podem viver sobre a superfície, como as árvores da floresta amazônica, no interior do solo ou dentro de rios e mares (algas). Na conta das emissões, o cenário é mais complexo. A queima de combustíveis fósseis, como petróleo, gás natural e

EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO

Taxa oficial de desflorestamento na Amazônia Legal brasileira – em milhares de km²



FONTE PRODES/INPE

carvão mineral, e a perda de biomassa vegetal liberam tanto dióxido de carbono como monóxido de carbono (CO). A respiração das plantas e a decomposição de material orgânico também emitem CO₂.

Na história recente das últimas décadas, desde que o homem passou a se preocupar mais detalhadamente com o balanço de carbono em razão do aquecimento global, as florestas são vistas como grandes sugadoras de CO₂ da atmosfera. Uma vez dentro das plantas, o carbono se converte em açúcares e é estocado como biomassa (raiz, caule e folhas). Ele só volta para a atmosfera quando esse vegetal morrer e for lentamente decompos-

to pela ação de insetos, bactérias e fungos. As queimadas nas florestas também promovem o retorno do carbono presente na biomassa vegetal ao ar – só que de maneira muito mais abrupta e imediata. Esse ciclo é estimulado e realimenta o aquecimento global.

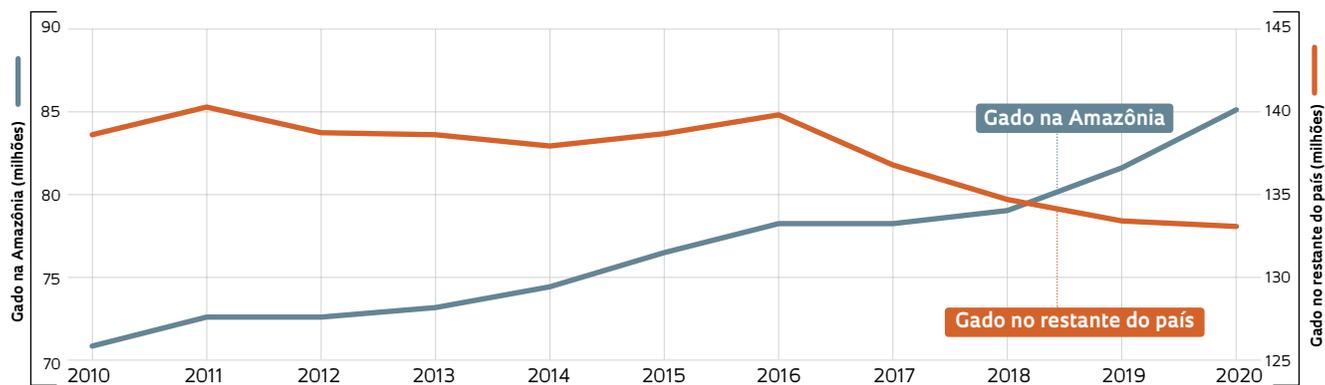
A rigor, estudos anteriores do grupo de Gatti, em 2014 e 2021, já vinham indicando que a Amazônia como um todo estava virando uma fonte de carbono. Mas os números que sustentavam essa condição vinham sobretudo de sua porção leste, onde o desmatamento é historicamente maior. Dependendo do ano considerado, a parte oeste, mais bem conservada, comportava-se ainda como

Pastagem com bois em Rio Pardo, norte de Rondônia, em setembro de 2019



A ENTRADA DA BOIADA

O tamanho do rebanho bovino aumenta na Amazônia Legal e diminui em outras áreas do país



FONTE LUCIANA GATTI/INPE, COM DADOS DO IBGE

um sorvedouro de carbono, de uma forma neutra (emissões iguais às absorções) ou até como uma discreta, mas não clara, fonte de carbono, dentro da margem de erro dos cálculos dos trabalhos. A partir de 2019, os números se tornaram mais robustos e restam poucas dúvidas de que a parte ocidental seguiu o mesmo caminho da oriental.

Não falta literatura científica mostrando que a Amazônia está ficando mais quente e seca nos últimos anos, como os trabalhos do climatologista José Marengo, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), e de pesquisadores do Inpe (ver Pesquisa FAPESP nºs 249 e 285). Uma das consequências desse calor extra e da estiagem prolongada é a diminuição da presença da água na Amazônia, cuja vegetação é chamada, em inglês, de floresta da chuva (*rainforest*). O levantamento mais recente do MapBiomias aponta, por exemplo, que a superfície de água na região decresceu 14,5% nos últimos 20 anos. Como parte da umidade da Amazônia é transportada para o Centro-Oeste e Sudeste, uma região Norte mais seca tende a exportar menos chuva para outras partes do país.

Os novos dados sobre o balanço de carbono na Amazônia provêm de um esforço contínuo de 12 anos coordenado por Gatti, um projeto de pesquisa que conta com financiamento da FAPESP. Desde 2010, a cada duas semanas, em média, um avião de pequeno porte sobrevoa quatro pontos da Amazônia e coleta perfis verticais atmosféricos, entre 300 metros e 4,4 km de altitude em relação ao nível do mar. As localidades de partida da aeronave se situam em regiões distintas do bioma: Alta Floresta, em Mato Grosso, no sudeste da região; Rio Branco, no Acre, no sudoeste; Santa-

rém, no Pará, no nordeste; e Tefé ou Tabatinga, no Amazonas, no noroeste. A composição química dessas amostras do ar é analisada e usada para calcular se diferentes porções do bioma estão emitindo ou absorvendo mais carbono. “Essa metodologia nos permitiu publicar três artigos na revista *Nature*, dois sobre dióxido de carbono e um sobre metano. É uma abordagem consagrada”, diz a química.

Para Carlos Nobre, a tendência atual de a Amazônia se comportar como uma fonte de carbono em vez de um sorvedouro, apesar de inquietante, pode ser revertida em pouco tempo se o desmatamento for zerado nos próximos anos ou ao menos reduzido a patamares baixos, na faixa dos 5 mil km² anuais. “A floresta secundária cresce rapidamente e ajuda a retirar carbono da atmosfera”, explica o climatologista. A vegetação que brota e se regenera espontaneamente em áreas desmatadas abandonadas, sem nenhum uso, é denominada floresta secundária. Ela não é tão densa e rica como a floresta intacta, mas faz fotossíntese e se alimenta de CO₂. Segundo o mais recente levantamento do MapBiomias, cerca de 4% da cobertura vegetal da Amazônia era formada em 2019 por vegetação secundária, algo como 130 mil km². ■

Projeto

Variação interanual do balanço de gases de efeito estufa na bacia amazônica e seus controles em um mundo sob aquecimento e mudanças climáticas – Carbam: Estudo de longo termo do balanço do carbono da Amazônia (nº 16/02018-2); Modalidade Projeto Temático; Programa Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais; Pesquisadora responsável Luciana Gatti (Inpe); Investimento R\$ 4.940.200,83.

Artigos científicos

GATTI, L. V. et al. Amazon carbon emissions double mainly by dismantled in law enforcement. *Research Square*. On-line (preprint). 19 set. 2022.

GATTI, L. V. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*. 15 jul. 2021.

VEREDAS DA DESTRUIÇÃO

O impacto provocado pelas estradas associadas à mineração pode ser 60 vezes maior que o causado pelas próprias minas, indica estudo

Sarah Schmidt

A eventual exploração de 242 depósitos minerais na Reserva Nacional de Cobre e Associados (Renca), que abrange partes de nove unidades de conservação federais e estaduais na divisa dos estados do Pará e do Amapá, implicaria o desmatamento de 183 quilômetros quadrados (km²) de floresta amazônica para a instalação das minas. Outros 7.600 km², uma área equivalente à de sete cidades do tamanho de Belém, seriam desmatados com a construção de 1.463 km de estradas para chegar até elas.

Por meio de análises da história da ocupação de terras no norte da Amazônia, pesquisadores das universidades de São Paulo (USP) e de Queensland,

na Austrália, concluíram que a perda de vegetação nativa decorrente da construção de estradas associadas às minas pode ser de 40 a 60 vezes maior que o causado pelas próprias minas. A avaliação dos impactos ambientais provocados pela mineração, portanto, deveria ser ampliada e incluir a análise de danos resultantes da infraestrutura necessária para seu funcionamento.

“Os impactos indiretos, que se acumulam no tempo, não costumam ser avaliados nos licenciamentos e nos processos de abertura de novas minas”, observa a engenheira ambiental Juliana Siqueira-Gay, gerente de projetos do Instituto Escolhas e autora principal do estudo com esses resultados publicado em julho na

revista científica *Nature Sustainability*. “A abertura de novas estradas para atender as minas na Amazônia pode ainda favorecer o avanço ilegal do garimpo, da extração de madeira e da grilagem, além de gerar urbanização descontrolada.” Ela percorreu a região da Renca em 2019 como parte de seu doutorado, concluído em julho de 2021 na Escola Politécnica da USP.

A região sofre pressões para que seja aberta para a mineração. Em agosto de 2017, o Decreto nº 9.147 extinguiu a reserva, o que facilitaria a pesquisa e a exploração mineral na região, mas a pressão social motivou sua revogação um mês depois. “Por ser um decreto, pode ser suspenso novamente a qualquer momento”, observa o engenheiro de minas e geógrafo Luis

Enrique Sánchez, da USP, um dos autores do artigo e orientador do doutorado de Siqueira-Gay. “Os governos federal e estadual precisam analisar os projetos das estradas, as linhas de transmissão de eletricidade, enfim, toda a infraestrutura antes de suspender ou aprovar projetos dessa natureza”, reforça o pesquisador.

Vira e mexe o tema volta à tona: em 2019, o senador Lucas Barreto (AP) pediu em plenário a reedição do decreto que acabaria com a Renca. Na Câmara dos Deputados, está em tramitação o Projeto de Lei nº 191/2020, que pretende autorizar a mineração e outras atividades extrativistas em terras indígenas, e no Senado corre o Projeto de Resolução nº 14/2022, com o objetivo de criar uma frente parlamentar de apoio à mineração na Amazônia Legal.

Na Amazônia, a exploração mineral pode modificar a floresta em um raio de até 70 km ao redor das minas, de acordo com um estudo de 2017 na *Nature Communications*, liderado pela ecóloga Laura Sonter, da Universidade de Queensland, que coorientou a pesquisa de Siqueira-Gay e também assina o artigo deste ano. Em outros países, o impacto de atividades econômicas semelhantes é bem menor. De acordo com um estudo publicado em julho de 2021 na revista *Conservation Science and Practice*, uma estrada recém-aprovada de 88 km que cortará a floresta de Harapan, na ilha de Sumatra, na Indonésia, para escoar a produção de carvão de uma mina, deve causar uma perda de 30 a 40 km² de matas.

Para avaliar os danos ambientais diretos e indiretos da mineração, Siqueira-Gay examinou as transformações causa-

das pela exploração mineral nas proximidades da Renca, como em Pedra Branca do Amapari e Serra do Navio, ambas no Amapá, de 2004 a 2014. “Todos os cenários que elaboramos com base nesse histórico de ocupação territorial são ruins, já que o desmatamento avança por áreas de alta importância biológica”, diz ela. A engenheira e seus colegas elaboraram cinco cenários para prever o impacto ambiental nos próximos 30 anos, com base na maior ou menor abertura de áreas florestais protegidas para mineração. Um deles prevê a exploração de 170 depósitos minerais em unidades de conservação de uso sustentável, que implicaria uma perda de vegetação nativa de 131 km²; as estradas entre elas causariam um desmatamento de 5.900 km². Em outro cenário, haveria 4.254 km² de desmatamento indireto, 60 vezes mais que o direto, com a liberação da mineração em consequência da exploração de apenas oito depósitos minerais das terras indígenas da região da Renca.

Ao ser aberta no meio da floresta, uma estrada cria vários problemas. Um deles é que, ao cortar a mata, a rodovia a separa em duas áreas, com consequências para a biodiversidade. “O isolamento de populações de plantas e animais em uma porção da floresta aumenta a vulnerabilidade dessas espécies e pode contribuir para a extinção local de algumas espécies”, observa o ecólogo Jean Paul Metzger, do Instituto de Biociências da USP, coautor do estudo. “Além disso, a maior exposição

das bordas dos fragmentos florestais ao sol e ao vento e às perturbações causadas pela ação humana podem mudar o microclima e o comportamento dos animais no interior da mata.” Para Metzger, a alternativa ambientalmente menos prejudicial seria abrir minas próximas das já instaladas na região, que não precisariam de novas estradas, e distantes das áreas de maior riqueza biológica, os chamados *hotspots*. “É importante também, quando necessário, proibir a construção nas margens das estradas e limitar o horário e a velocidade dos veículos que passam por elas”, sugere.

Assim como Metzger, o geógrafo Carlos Souza Jr., do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), que não participou do estudo, considera a mineração legal relevante para o país, mas sua expansão precisa ser planejada. “Mesmo no cenário mais pessimista projetado nesse levantamento, os impactos devem estar subestimados, porque, para cada nova estrada aberta de forma legal, surgem várias não oficiais, usadas para fins ilegais. E essas novas estradas abrem novas frentes de desmatamento, além do alcance das estradas planejadas”, observa. Um estudo de que ele participou, publicado em julho na revista *Remote Sensing*, identificou 3 milhões de quilômetros de estradas não oficiais, de um total de 3,46 milhões que cortavam 40% das áreas com vegetação nativa na Amazônia Legal em 2020.

Os pesquisadores da USP consideram importante a elaboração de um planejamento que leve em conta os efeitos regionais – e não apenas locais – da mineração e valorize áreas de vegetação nativa que serão permanentemente protegidas, sem possibilidade de flexibilização. “A avaliação de impactos regionais já vem sendo discutida no setor de mineração”, afirma a gerente de sustentabilidade do Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), Cláudia Salles. Segundo ela, eventuais mudanças dependem da “adesão de todos os atores, especialmente do setor público”. Consultados sobre as conclusões do estudo, os ministérios do Meio Ambiente (MMA) e de Minas e Energia (MME) e a Agência Nacional de Mineração (ANM) não responderam até a conclusão desta reportagem. ■

O projeto consultado para esta reportagem está listado na versão on-line.



Jazida de ouro explorada pela mineradora Mina Tucano, multada em 2021 por poluir rios da região de Pedra Branca do Amapari, no Amapá

EM DEFESA DOS POVOS ORIGINÁRIOS

Demógrafa e antropóloga foi pioneira em identificar fenômeno da recuperação populacional entre indígenas brasileiros

Christina Queiroz e Maria Guimarães | RETRATO Léo Ramos Chaves

Nos anos 1990, quando se pensava que os indígenas vivenciavam um processo de extinção, a demógrafa e antropóloga Marta Maria do Amaral Azevedo descobriu que os povos originários da região do rio Negro, no Amazonas, experimentavam plena dinâmica de recuperação populacional. Seus achados coincidiram com descobertas similares em outras áreas do Brasil e funcionaram como ponto de virada à formulação de políticas públicas de saúde e educação para os povos indígenas.

Primeira mulher a presidir a Fundação Nacional do Índio (Funai), em 2012, a trajetória de Azevedo é marcada por um constante trânsito, nem sempre harmonioso, entre o indigenismo, a antropologia e a demografia. Nesse conjunto, seu foco principal tem sido a luta pelos direitos de povos indígenas, especialmente os Guarani-Kaiowá, com quem aprendeu e desenvolveu pesquisas e ações indigenistas desde a década de 1980.

Ameaçada de morte várias vezes desde muito jovem, a pesquisadora do Núcleo de Estudos de População Elza Berquó (Nepo) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) olha para o futuro dos povos indígenas no país com preocupação, mas também com esperança. Em meio ao recrudescimento da violência contra indígenas, Azevedo tem atuado na linha de frente para garantir o desenvolvimento de novas metodologias de coleta no Censo Demográfico, que, espera, deve trazer novidades sobre o mapeamento das populações tradicionais em território brasileiro, principalmente aquelas localizadas em áreas mais isoladas. Além disso, ela trabalha em projetos para resguardar a memória de povos nativos, buscando devolver o conhecimento acumulado às comunidades com as quais trabalhou nas últimas décadas.

Azevedo tem três filhos e uma neta, e concedeu a entrevista no apartamento em que vive sozinha.

IDADE 67 anos

ESPECIALIDADE

Antropologia
e demografia

INSTITUIÇÃO

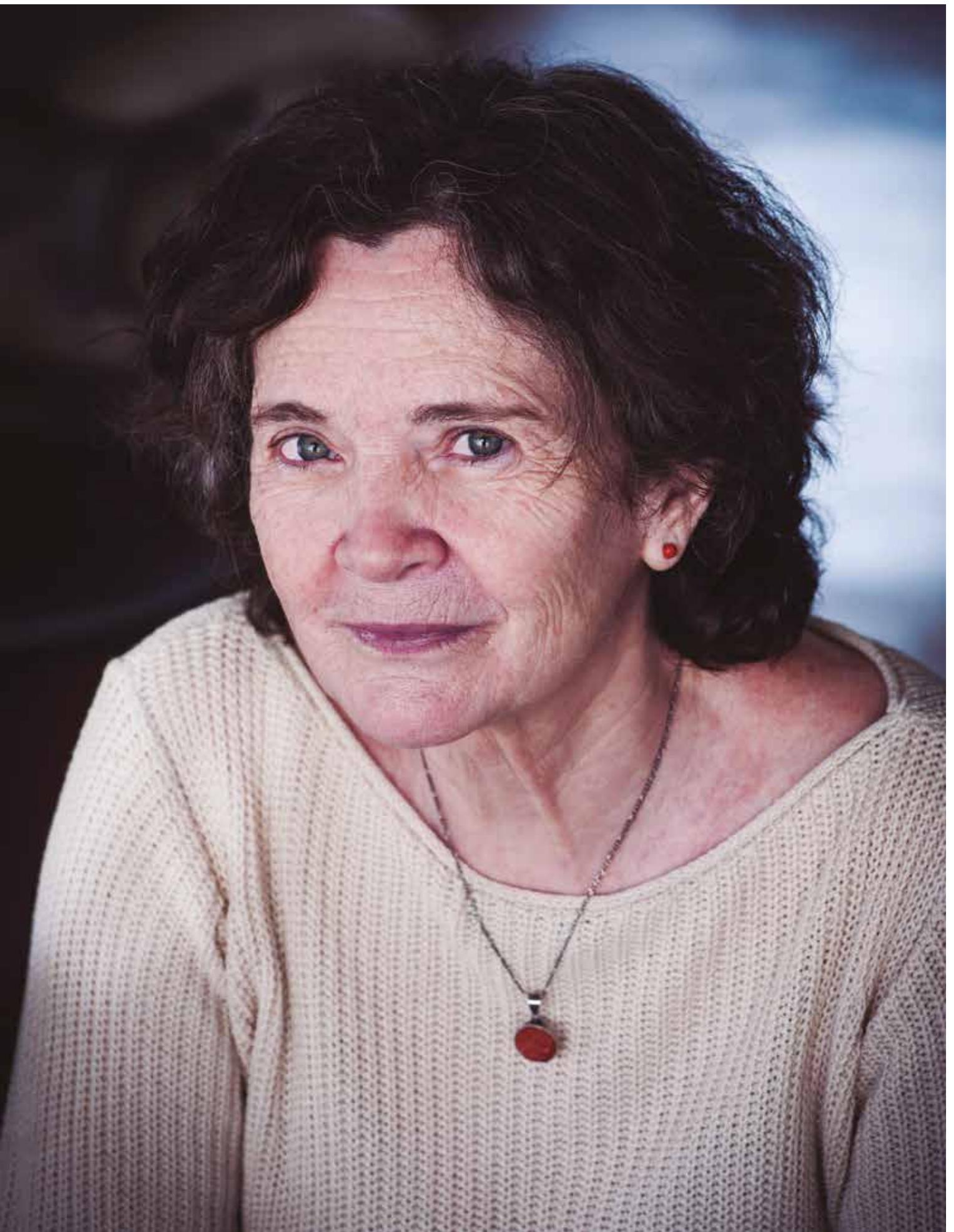
Universidade Estadual
de Campinas (Unicamp)

FORMAÇÃO

Graduação (1978)
na Universidade
de São Paulo (USP)
e doutorado (2003)
na Unicamp

PRODUÇÃO

Autora de artigos
e livros sobre demografia,
segurança alimentar
e saúde das mulheres
indígenas, além de ter
contribuído para incluir
os povos originários
no Censo Demográfico



Como você enxerga as relações atuais entre indígenas e brancos no Brasil?

O país tem um racismo enorme contra não brancos, incluindo negros e indígenas. O racismo contra os índios se traduz de duas maneiras. Uma delas deriva dos tempos do colonialismo e os vê como iguais à natureza: são ingênuos, não precisam entrar em universidades e, se usarem celular, deixarão de ser índios. Por muito tempo, no Brasil, se considerou que os indígenas não tinham capacidade de raciocinar, viviam em sociedades simples e se equiparavam a crianças. Por isso, precisavam ser tutelados pelo Estado. O outro tipo de preconceito é o oposto: o índio é selvagem, equiparado a um animal. Isso tudo tem raiz na ignorância da população. O artigo 26-A da Lei Federal nº 9.394, de 1996, torna obrigatório o estudo das histórias e culturas afro-brasileira e indígena. Porém essa prática não está disseminada. Temos mais livros didáticos sobre afro-brasileiros do que sobre indígenas.

Quais os reflexos dessa prática?

Depois de 2016, a violência contra lideranças indígenas aumentou exponencialmente, assim como a invasão de seus territórios. Terras indígenas dos Kaiapó, que sempre conseguiram fiscalizar seu território, foram invadidas. O rio Negro, na região amazônica, está sendo invadido. Na terra yanomami, logo no começo de 2019, o garimpo foi liberado e foram denunciados estupros, assassinatos e massacres. Nas terras munduruku, os garimpeiros entraram com balsas de mineração que nunca imaginei que existissem. Elas têm o tamanho de um estádio de futebol e jogam mercúrio no ambiente em uma quantidade e velocidade assustadoras. A contaminação da região de influência do rio Tapajós é enorme. O arco do desmatamento se expande cada vez mais e, agora, chegou até o Acre e ao sul do Amazonas. O preconceito se somou aos interesses econômicos e, só durante o mês de setembro deste ano, registramos o assassinato de ao menos 17 lideranças indígenas. Sem contar os estupros de meninas. O Censo de 2022, que está a campo agora, deve permitir que tenhamos uma ideia de quantas pessoas foram executadas pela atuação do garimpo. As mortes do indigenista Bruno Araújo Pereira e do jornalista britânico Dom Phillips no vale do Javari, em junho

deste ano, aconteceram nesse contexto de recrudescimento da violência.

Você usou índio e indígena para falar do panorama atual dessas populações. Qual a nomenclatura correta?

Por que índio? Porque Cabral chegou aqui em 1500 e achou que tinha chegado à Índia. Depois, o termo índio deixou de ser politicamente correto e ficou estabelecido que era melhor usar indígena. A palavra indígena quer dizer que você é originário desse lugar. Usar a palavra “índio”, hoje, é uma gafe, mas ela não tem uma carga de preconceito, apesar da origem colonial. Hoje em dia o termo considerado mais correto é “povos originários”, mas não costumo usar.

Vamos recuar no tempo e falar sobre sua infância?

Morávamos no interior paulista, em São Carlos. Depois, viemos para a capital. Meu pai era promotor público e minha mãe formada em letras. Ela sabia várias línguas, mas era dona de casa. Uma influência muito importante foi meu avô materno, Afrânio Amaral, uma pessoa fora da curva. Ele foi médico, depois diretor do Instituto Butantan. Me ensinava grego e latim quando eu passava períodos em sua casa. Em uma dessas viagens encontrei uma espécie de revista, que tenho até hoje, com desenhos de índios norte-americanos. Eu já tinha uns 14 anos e fiquei interessada pelo assunto. Anos mais tarde, quando fui morar com os Guarani, em um ano meu avô aprendeu a falar a língua para falar comigo. Eu também estudava na Escola Livre Superior de Música, em Higienópolis: tocava flauta doce, clarinete e cantava. Meu pai não queria, então comecei a trabalhar aos 15 anos e meu avô pagava as mensalidades. Recentemente, voltei a tocar e a cantar.

Como foi sua entrada na universidade?

Fiz Ciências Sociais na Universidade de São Paulo [USP], de 1974 a 1978. Na aula inaugural, lembro que um dos professores, hoje famoso, disse: “Quem veio para o curso para trabalhar com antropologia, pode esquecer, pois os índios estão acabando”.

Isso te desestimulou?

Não, não é fácil me desestimular.

E o que aconteceu?

Na graduação, eu sempre dizia que queria trabalhar com índio, mas havia um divórcio muito grande entre a academia e os indigenistas. A frase “trabalhar com índio” não fazia sentido. O que era aceito era estudar os índios. Em 1976, eu assisti a um documentário sobre os Guarani de Mato Grosso do Sul, na faculdade. O filme tinha sido feito pelo antropólogo Rubem Ferreira Thomaz de Almeida [1950-2018]. No final da projeção, ele convidou alunos interessados a conhecer melhor uma iniciativa em curso com os Guarani. Era um projeto ligado a antropólogos do Paraguai e financiado pela instituição alemã Brot für die Welt [Pão para o Mundo], que apoia atividades com povos indígenas até hoje, no mundo todo. Eu estava terminando o terceiro ano da faculdade e me juntei ao projeto, fui para a aldeia em janeiro das férias seguintes. Cursei o último ano da graduação indo e vindo entre Mato Grosso do Sul e São Paulo. Como parte dessa iniciativa, Almeida e um colega meu de faculdade, Celso Aoki, estavam elaborando um projeto de roças comunitárias e viajavam de aldeia em aldeia. Mas eu queria ficar em um lugar só, aprender a língua e trabalhar com as mulheres. Quando cheguei à aldeia, houve um dia inteiro de reunião, que é como os Guarani resolvem as coisas. Eles falavam só em guarani, apontavam para mim e riam. Só mais tarde entendi que estavam discutindo quem adotaria a branca. A família que me adotasse teria de me dar comida, me alojar e educar. Eu era uma ignorante total, não falava a língua deles. Um casal me aceitou e, naquela noite, já dormi na casa deles. Comecei a perceber nossa imensa ignorância. O único livro que existia sobre eles no Brasil, na antropologia, era *Aspectos fundamentais da cultura guarani*, escrito por Egon Schaden [1913-1991].

Você cometeu muitas gafes?

Era gafe atrás de gafe. Tinha uma senhora, que era a minha avó, vamos dizer assim, que evitava se encontrar comigo quando eu ia até a roça ou até o riozinho tomar banho. Dizia que eu tinha o olhar cheio de fogo e queimava muito. Durante um ano inteirinho ela se escondia no mato quando me via nas trilhas, para não cruzarmos os olhares. Aos poucos, os Guarani foram me educando. Puseam uma criança, na época com 7 anos,

que hoje em dia já é avó, para me ensinar o básico de comportamento. Com o passar dos meses aprendi a língua e li todo o material etnológico existente no Paraguai sobre eles.

Você se casou, teve filhos?

Em 1978 me casei, tive a Laura e o Francisco. Eu já morava com os Guarani e os levava, bebês e depois crianças, comigo para a aldeia. O pai deles achava um absurdo, pensava que, depois de me tornar mãe, eu deixaria o trabalho. Meu segundo casamento foi com uma pessoa que conheci em um curso que eu dava no Conselho Indigenista Missionário [Cimi]. Tive meu terceiro filho, João Pedro, que não chegou a ir comigo para a terra dos Guarani, mas foi muito para o Amazonas. Minha única neta, Luzia, é filha de Francisco.

Quando você passou a levar seus filhos para a aldeia guarani, mudou sua aceitação na comunidade?

Mudou. Quando levei a Laura, pequeninha, a Antonina, que era minha mãe-irmã indígena, disse: “Deixa ela aqui que vou educá-la bem melhor do que você”. A Laura engatinhava quando foi pela segunda vez para a aldeia, e ia para lugares que não podia. Em direção ao fogo, por exemplo. Então, eles fizeram um buraco no pátio, para ela ficar lá dentro e aprender a sair e a andar. Nesse contexto de criança, acabou se abrindo um universo de conversa ao qual eu não teria acesso de outra maneira. Levando meus filhos, aprendi muito sobre como eles educam.

Com os Guarani, você fez um trabalho pioneiro na educação escolar.

Depois de seis meses na aldeia, eu já falava um pouco de guarani. Um dia, me reuni com mulheres que me mostraram um caderno, daqueles que a criança preenche para alfabetizar, que era usado na escola existente no posto da Funai. Só que elas me mostraram o caderno de ponta-cabeça! Tinha figuras de uva, avião. As mulheres disseram: “Nossos filhos estão aprendendo isso, mas não sabemos o que quer dizer em guarani”. Percebi que nem os desenhos tinham significado. Mães e crianças não entendiam o conteúdo. Elas me pediram para ensiná-las a ler e a escrever, assim como as crianças. Primeiro em guarani, depois em português.

Então foi por demanda delas que a educação se tornou um tema de trabalho seu?

Sim. Trabalhei com educação escolar o resto de minha carreira. Esse posto da Funai tinha uma casinha de madeira com chão de cimento batido, uma janelinha, uma lousa, e um monte de carteiras meio quebradas e comidas por baratas. Essa era a escola, que não fazia o menor sentido para eles. Tirei tudo, abri as janelas e sentamos no chão. Mas o chão era gelado. Começamos a quebrar o cimento para fazer um chão de terra e poder acender fogueiras, porque fazia muito frio. No entanto, percebi que era muito ignorante para ensinar as crianças. Elas me perguntavam coisas que eu não sabia responder. Os Guarani-Kaiowá têm uma familiaridade com seres invisíveis, por exemplo, e eu não sabia lidar com isso.

O guarani é uma língua oral?

Eles usavam simbologia gráfica. Por exemplo, quando desenhavam uma espécie de estrela, significava que ali tinha lenha para fogueira. Eles contavam com símbolos para árvores e seres. Do lado do Paraguai, linguistas já tinham feito a transcrição da língua guarani para o alfabeto ocidental. Passei um mês e meio lá para aprender a língua escrita e percebi que tínhamos de formar professores



Garimpeiros entraram com balsas de mineração do tamanho de estádios de futebol em terras munduruku

Guarani-Kaiowá no Brasil, que dariam aulas para as crianças. Em 1979, fizemos o primeiro encontro nacional de educação escolar indígena em São Paulo, financiado pela Fundação Ford, com a participação da Comissão Pró-Índio, do Departamento de Ciências Sociais da USP, entre outras instituições como o Cimi e a Funai.

Até quando você ficou na aldeia?

Até 1991. Eu ficava seis meses, voltava a São Paulo por alguns meses, e assim foi durante esses anos. Nessa época, em Mato Grosso do Sul, estava acontecendo o desmatamento e a abertura das fazendas. Abrir fazenda significa usar dois tratores imensos com um correnteão que passa derrubando tudo. Quando os fazendeiros encontravam comunidades indígenas, chamavam a Funai para expulsá-los das terras. Sua missão era retirar os povos e colocá-los em reservas que o marechal Rondon [1865-1958] tinha demarcado, no começo do século XX. Uma delas era em Taquaperi, onde eu morava. Chegavam famílias inteiras vindas de outros lugares. Isso começou a gerar muito conflito na área e muitas dessas famílias fugiam. Como eu falava Guarani, a Funai me pedia para encontrar os despejados. Eles eram expulsos, ficavam em acampamentos de beira de estrada ou em reservas superpovoadas. O jeito de ser guarani envolve uma etiqueta. Nunca se fala bravo com ninguém, nunca se grita. Por causa dessa etiqueta, eles não reagem com violência às expulsões, mesmo porque lhes era dito que poderiam voltar depois. Suas casas eram queimadas e eles eram postos em caminhões. Muitos suicídios aconteceram nessa época, inclusive de jovens.

E como sua vida acadêmica prosseguiu depois dessa experiência?

Entre no mestrado na USP em 1982, quando ainda morava com os Guarani. Eu queria estudar aquilo que estava vivendo e as antropólogas da pós-graduação queriam que eu fizesse uma dissertação teórica, algo que não me interessava. Então, voltei à aldeia e, quando vim de novo a São Paulo, soube que minha orientadora tinha me desligado do programa. Não liguei muito, pois não achava que a vida acadêmica era para mim.

Quando a visão da academia sobre os povos originários começou a mudar?

Em 1988, com a Constituinte, uma nova linha teórica passou a se desenvolver na antropologia. Segundo essa corrente, os índios não iam desaparecer, conforme intelectuais anteriores tinham previsto. Antropólogos como Manuela Carneiro da Cunha e Eduardo Viveiros de Castro tiveram papel preponderante nesse processo. Eles começaram a sustentar a ideia de que a cultura envolve os mecanismos através dos quais um povo entra em contato com outro e se modifica. No entanto, mesmo com esse contato, eles não deixam de ser aquele povo.

Como você se aproximou da Unicamp?

Em 1990, participei de um encontro de professores indígenas em Manaus e eles me convidaram para ir para o alto rio Negro. Eles já sabiam ler e escrever e queriam aprender a desenvolver projetos para obter financiamento e realizar um censo demográfico. Estavam em processo de demarcação de terras e o governador do Amazonas na época dizia que eram somente 3 mil índios na região. Já o Cimi falava em 30 mil. Os antropólogos que trabalhavam na região afirmavam que não era possível fazer o censo, mas eu achava perfeitamente factível. Eu não sabia nada de demografia, mas fui à Unicamp e conversei com Maria Coleta de Oliveira, que depois foi minha orientadora de doutorado. Ela é antropóloga demógrafa, nunca tinha trabalhado com índio, mas foi visionária e concordou que era possível fazer o censo. Em 1992, montamos um questionário simples, mimeografamos e fizemos o censo em parceria com os professores indígenas dessa região. Visitamos 300 aldeias e contabilizamos mais de 20 mil pessoas morando no alto rio Negro.

Foi assim que você se tornou demógrafa?

Sim. Quando terminamos o censo, montamos um banco de dados já digitalizado. Levamos o primeiro computador para o rio Negro. Lá é uma área de fronteira. Quando chegamos, apareceram várias instituições, como organizações não governamentais e militares, pedindo acesso ao nosso banco de dados. O Exército queria saber toda a localização das aldeias na região. Eu disse: “O banco de dados é da Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro”. Depois disso, entrei no doutorado em demografia na

Unicamp. Para fazer a tese, comecei a viajar pelas comunidades do rio Negro.

Foi quando você descobriu o crescimento populacional indígena?

Minha defesa de doutorado foi difícil. Eu tinha identificado que o número médio de filhos por mulher, no rio Negro, era de sete. Naquela época, o número médio de filhos por mulher, no Brasil, era de dois. Agora é de 1,1. Ou seja, eu estava afirmando que o número médio de filhos por mulher entre os povos indígenas era muito mais alto do que a média do país e, por isso, eles estavam em recuperação populacional. Fui a primeira a afirmar isso. Os demógrafos não acreditavam e me criticaram muito. Por sorte, estavam presentes na banca duas antropólogas que estavam observando o mesmo fenômeno no rio Negro e no Xingu e me apoiaram. Até então, a visão que prevalecia era de que eles iam diminuir numericamente até serem extintos.

Como seus achados incidiram na formulação de políticas públicas?

Depois que mostrei que os povos indígenas estavam em recuperação populacional, outros pesquisadores começaram a identificar o mesmo fenômeno em regiões como o Xingu, por exemplo.



No jeito de ser guarani nunca se grita com ninguém. Por causa disso, eles não reagem com violência às expulsões

A Comissão Econômica para América Latina e Caribe, Cepal, me convidou para vários encontros e seminários, onde analisamos os dados e discutimos os perfis e dinâmicas demográficas dos povos indígenas da América Latina e Caribe. Concluímos que o fenômeno da recuperação populacional acontecia em toda a região. A partir desses achados, em 2001 criamos com a Associação Brasileira de Estudos Populacionais [Abep] um comitê de demografia indígena. A dinâmica demográfica dos povos indígenas, no Brasil, era completamente inversa ao resto da população. Enquanto a fecundidade brasileira caía, a fecundidade indígena subia. Começamos a dar mais visibilidade para isso, pensando em políticas públicas. É preciso ter esse dado em conta para calcular a necessidade de remédios, enfermeiros, postos de saúde e escolas.

Você foi, em 2012, a primeira presidente da Funai.

Desde o início dos anos 1990, eu atuava como consultora dos ministérios da Educação e da Saúde em temas envolvendo educação e saúde indígenas. Em 2012, fui convidada para assumir a presidência da Funai. Quando me ligaram, perguntei: “Mas quantas pessoas vocês já convidaram?”. Descobri que eu era a sétima. Ninguém queria ser presidente da Funai, porque ninguém sabia o que fazer com os índios. Topei, porque sou indigenista, me sentiria em casa. Quando assumi, conversei com todos os funcionários. Aquele foi o primeiro ano em que a Funai executou todo o seu orçamento, foi um trabalho duro. Não é porque a pessoa é antropóloga ou indigenista que vai ser boa na execução de políticas públicas. São qualidades diferentes. É preciso realizar um trabalho para engajar os servidores em projetos. Por exemplo, escolas indígenas não podem ser feitas de cimento. É ilógico levar cimento por 500 quilômetros acima da cidade de São Gabriel da Cachoeira, pelo rio Negro, aumenta demais o preço. Então, é melhor construir escolas de madeira com boa durabilidade e tenha ecológica ou palha, materiais que encontramos nas comunidades ou não muito longe delas. Ou seja, se a pessoa não conhece o Brasil e a administração pública, mesmo sendo um bom antropólogo ou indigenista, não tem como ser bom presidente da

Funai. Fiquei pouco mais de um ano na presidência. Tive muitas dificuldades com os antropólogos e também com o governo, que não autorizava o que eu achava necessário fazer. Minha saúde também foi afetada.

Você pensa que a presença indígena na direção da Funai seria uma forma de garantir uma boa gestão?

Assim como ser mulher não garante que a pessoa seja feminista, ser indígena não assegura que ela seja um bom indigenista. Não acho uma boa ideia definir que só eles podem ser funcionários da Funai. Essa é a primeira lição: não adianta você saber antropologia, etnologia, se você não sabe o que está acontecendo na realidade nem quem está fazendo o quê. Acho legal que os índios queiram assumir a Funai, mas é preciso saber que vai dar trabalho e eles terão de contar muito com os indigenistas.

Como está a Funai hoje?

A fundação foi militarizada e também entregue a missionários fundamentalistas evangélicos que querem civilizar os índios e “tirar o diabo do corpo” das culturas indígenas. Está executando muito pouco do seu orçamento. Apesar disso, tem um quadro de indigenistas técnicos muito bons, que são os concursados recentes, como era o caso do Bruno, que foi assassinado. Antes, eram 800 funcionários, mas muitos foram aposentados. Então, é preciso abrir mais concursos e capacitar o pessoal, principalmente na área de gestão ambiental e territorial, além de criar projetos de economia circular. Uma tarefa muito pouco executada pela fundação também é fomentar a disseminação da cultura indígena entre escolas de não indígenas.

O que esperar do próximo Censo?

O Censo de 1991 não passou por comunidades afastadas no rio Negro, somente por cidades. Eu era da Comissão da Sociedade Civil do Censo quando comecei a batalhar pela entrada do quesito indígena nos setores censitários que coincidiam com as terras indígenas. Pela localização, em 2010, o agente censitário passou a ter acesso a perguntas sobre língua e etnia. No Censo que está em curso agora, há um questionário por comunidade indígena. No Censo de 1991, foram identificados 180 povos. Depois,



Nunca vou me esquecer da marca do machete em meu pescoço. Todo indigenista no Brasil sofre esse tipo de violência

mapeamos 305. Penso que no atual chegaremos a 400.

Qual a sua atividade principal agora?

Sou pesquisadora do Nepo desde 2005. Passei no concurso depois que terminei o doutorado, em 2003. Trabalho com pesquisa-ação: pesquisa e intervenção social. Nos últimos anos, participei da comissão técnica do IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística] do Censo como responsável pelos quilombolas, que precisei começar a estudar. Organizei minhas gravações de cantos, revisei fotos e vou devolver a eles, por meio da organização de exposições e outras atividades. Também atuo como membro do Conselho Consultivo do Fundo de População da ONU no Brasil, do Conselho Diretor do Instituto Socioambiental e sou coordenadora do grupo de trabalho Demografia dos Povos Indígenas da Abep.

Como você viveu a pandemia?

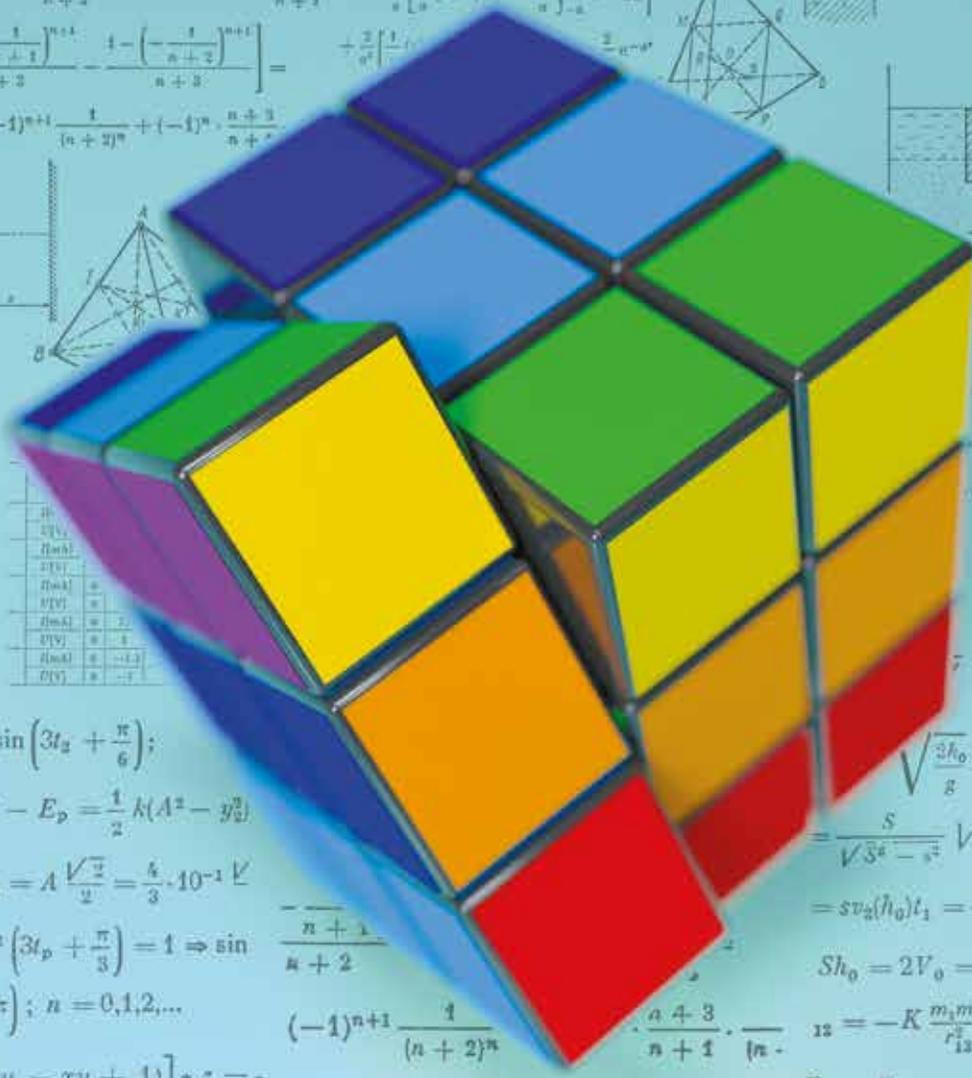
Eu tenho uma imunodeficiência. O médico não sabe se foi consequência de muita malária ou se tem fundo genético. Então, a pandemia afetou minha vida social,

porque ainda não posso ir a lugares com muita gente. Não posso correr riscos, não adianta eu me vacinar porque o sistema imunológico não consegue construir as defesas. Só vejo meus filhos e abraço minha neta de máscara. Ela vai fazer 6 anos. No primeiro ano da pandemia, sem vacina, perdi muitos amigos indígenas, idosos. Hoje, faço muita coisa por WhatsApp. Formamos uma organização chamada União Amazônia Viva, por iniciativa do fotógrafo Sebastião Salgado. Sou amiga dos Expedicionários da Saúde, uma organização não governamental de médicos de Campinas que trabalha atendendo emergências e se organizou para atuar com saúde indígena. Em parceria com médicos que trabalhavam em terras indígenas, como o Programa Xingu da Unifesp [Universidade Federal de São Paulo] e da Secretaria Especial de Saúde Indígena do Ministério da Saúde, eles instalaram conjuntos de redes com oxigênio. Passei o ano de 2020 envolvida nesse projeto. Era preciso fazer *lockdown* nas aldeias e não tinha comida, então também ajudei a organizar a doação de cestas básicas.

Nessa trajetória tão multifacetada, você sentiu medo em alguma situação?

Muitas vezes. Quando morava na aldeia de Taquaperi, nos anos 1980, o projeto no qual eu trabalhava tinha uma casa na cidade de Amambai, a 30 km. Uma vez a cada três meses, mais ou menos, eu ia para a cidade. Um dia, de manhã bem cedo, acordei e acendi o fogão a lenha para fazer meu mate. Escutei um barulho na porta da frente, que estava destrancada, e um fazendeiro abriu a porta da entrada da casa de repente, com um machete na mão. Ele colocou o facão no meu pescoço e disse: “Vocês, antropólogos, não têm ideia de onde estão se metendo”. Nunca vou me esquecer da marca do machete no meu pescoço. Ele tirou a arma sem me machucar, mas fiquei apavorada. Antes, eu já tinha sofrido ameaça de estupro por caminhoneiros, quando esperava o ônibus na beira da estrada. Mas eu andava com spray de pimenta, usei contra eles e consegui fugir. Quando era presidente da Funai, também recebia muita ameaça pelo telefone e era intimidada por visitantes inesperados que apareciam em meu gabinete. Todo mundo que é indigenista no Brasil, em algum momento, sofre esse tipo de violência. ■

GÊNERO



O TEOREMA DA DIVERSIDADE

$$\sin\left(3t_2 + \frac{\pi}{6}\right) = A \sin\left(3t_2 + \frac{\pi}{6}\right);$$

$$= \frac{1}{2} k y_2^2; E_c = E - E_p = \frac{1}{2} k(A^2 - y_2^2)$$

$$= \frac{1}{2} k(A^2 - y_2^2) \Rightarrow y_2 = A \sqrt{\frac{E_c}{E}} = \frac{6}{3} \cdot 10^{-1} \text{ V}$$

$$E_p = E_{p_{\max}} \Rightarrow \sin^2\left(3t_p + \frac{\pi}{3}\right) = 1 \Rightarrow \sin$$

$$= \sin\left(\frac{\pi}{2} + n\pi\right); n = 0,1,2,\dots$$

$$y) * z = \left[\frac{1}{2}(x + y - xy + 1)\right] * z =$$

$$+ xy - xyz + z + 1 = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{2}(x + y$$

$$y * z) = x \cdot \left[\frac{1}{2}(y + z - yz + 1)\right] =$$

$$x(y + z - yz + 1) = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{2}(x + y$$

$$x * y = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{2}(x + y - xy + 1) + \frac{1}{2}(x + y - xy + 1)\right]$$

$$= \int_{-a}^0 x^2 e^{ax} dx = \frac{1}{a} (x^2 e^{ax}) \Big|_{-a}^0 - \frac{1}{a} \int_{-a}^0 e^{ax} dx$$

$$= -a^2 - \frac{2}{a} \left[\frac{1}{a} (x e^{ax}) \Big|_{-a}^0 - \frac{1}{a} \int_{-a}^0 e^{ax} dx\right]$$

$$+ \frac{2}{a^2} \left[\frac{1}{a} (e^{ax}) \Big|_{-a}^0\right] = -a e^{-a^2} - \frac{2}{a} e^{-a^2}$$

$$= \frac{1}{a^3 e^{a^2}} [2e^{a^2} - 2 - 2a^2 - a^4].$$

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{17,32} = 12,7 \text{ A,}$$

$$\frac{I_R}{R} = \frac{R}{R^2 L^2 C} = \frac{17,32}{34,64} = \frac{1}{2} \cdot \varphi =$$

$$\frac{1}{2\pi \sqrt{X_L C}} = E_c = E_{c_{\max}} \Rightarrow \cos^2\left(3t_c + \frac{\pi}{3}\right) = 1 \Rightarrow \cos\left(3$$

$$= \cos(n\pi) \Rightarrow t_c = \frac{\pi}{3} \left(n - \frac{1}{3}\right)$$

$$\begin{pmatrix} x & y \\ z & t \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x+t & 0 \\ 0 & x+t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -t & y \\ z & -x \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} y & -t \\ z & -x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} yz - xt & 0 \\ 0 & yz - tx \end{pmatrix} =$$

$$yz - xt) I_2 = -(xt - yz) I_2,$$

$$= p_2 V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{P_3}{P_2},$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{P_3}{P_2} \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4000 \text{ N/m}}{20 \text{ kg}}} = \sqrt{\frac{200}{1}} = 14,14 \text{ rad/s}$$

$$v = \sqrt{\frac{E_c}{m}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 5,03 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$+ Q_1 = 3e_0 \frac{U_1}{d_1}$$

$$e_0 \frac{U_1}{d_1} = 8,85 \text{ pF}$$

$$U_1 = 13,275 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$\frac{1}{2} U_1 = 1500 \text{ V}$$

$$e_0 \frac{U_1}{d_1} U_1^2 = 9,056 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$Q_{12} = eC_1(1 - e^{2\alpha}) + eC_2 T_1(X - 1),$$

$$Q_{21} = eC_2 T_2(X - 1) + eC_1 T_1(1 - e^{2\alpha}),$$

$$\ln \frac{T_2}{T_1} = X, \frac{T_2}{T_1} = e^{2\alpha}, \frac{T_2}{T_1} = X,$$

$$\sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{S}{x} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8}{9,8}} \cdot \frac{8 \cdot 10^{-2}}{10^{-4}} = 3$$

$$= \frac{S}{\sqrt{3^2 - x^2}} \sqrt{2g h_0}$$

$$= s v_2(h_0) t_1 = \frac{s S}{\sqrt{S^2 - x^2}} \sqrt{2g h_0} \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \cdot \frac{V^2}{g}$$

$$Sh_0 = 2V_0 = 2 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 = 12,8 \cdot 10^{-2}$$

$$12 = -K \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}, F_{12} = -K \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{r_{12}}{r_{12}} = \vec{F}$$

$$E_p = E_{p_{\max}} \Rightarrow \sin^2\left(3t_p + \frac{\pi}{3}\right) = 1$$

$$= \sin\left(\frac{\pi}{2} + n\pi\right); n = 0,1,2,\dots$$

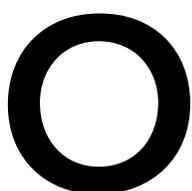
$$t_p = \frac{\pi}{3} \left(n + \frac{1}{6}\right); n = 0,1,2,\dots$$

$$= \int \frac{-dx}{\sqrt{\frac{1}{x^2} + 1}} = - \int \frac{d\left(\frac{1}{x}\right)}{\sqrt{\frac{1}{x^2} + 1}} =$$

$$I = \sqrt{1 + x^2} - \ln \frac{\sqrt{1 + x^2} + 1}{x} + C$$

Inclusão de estudantes e cientistas LGBTQ+ na matemática é tema de eventos acadêmicos e projetos de pesquisa

Fabício Marques | ILUSTRAÇÃO Alexandre Affonso

 Instituto Fields de Pesquisa em Ciências Matemáticas, sediado em Toronto, no Canadá, vai promover em 18 de novembro um evento on-line em que cinco cientistas e estudantes de diversos países e instituições apresentarão trabalhos em áreas como álgebra, geometria e desenvolvimento de algoritmos. Ao mesmo tempo, os palestrantes vão discutir como o fato de serem gays, lésbicas, bissexuais ou transexuais se relaciona com sua vida acadêmica. É o terceiro ano seguido que o instituto, o mais importante centro de pesquisa canadense em matemática, organiza o evento, intitulado LGBTQ+Math Day. A iniciativa faz parte da estratégia da instituição para fazer com que a disciplina, predominantemente masculina e presa a estereótipos de gênero, torne-se mais acolhedora e atraente para todas as pessoas.

A alemã Katrin Wehrheim, pesquisadora da Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, falará sobre seu trabalho em um campo conhecido como geometria simplética e sua militância para ampliar a presença feminina na matemática e promover uma educação inclusiva para alunos LGBTQ+ em Berkeley. “Vou compartilhar algumas histórias de minhas lutas pela verdade na geometria simplética e na educação para combater a opressão”, escreveu Wehrheim no resumo de sua apresentação. O norte-americano Tyler Kelly, professor da Universidade de Birmingham, no Reino Unido, apresentará seus estudos em um tema da geometria algébrica chamado simetria espelho e abordará sua militância em entidades como a Sociedade Matemática de Londres para ampliar a inclusão de minorias – em uma palestra intitulada “Fora do armário e dentro do espelho”. Joseph Nakao, aluno de doutorado da Universidade de Delawa-

re, nos Estados Unidos, discutirá alguns de seus interesses de pesquisa, como o desenvolvimento de algoritmos com aplicação na física de plasma, e irá explicar, a partir de sua experiência, como departamentos de matemática podem apoiar estudantes *queer*, termo que designa de forma genérica pessoas que não se encaixam em padrões tradicionais de gênero.

O evento foi idealizado e organizado por Anthony Bonato, professor da Universidade Metropolitana de Toronto, com o objetivo de promover redes de contato entre estudantes e pesquisadores LGBTQ+ da disciplina e ampliar sua visibilidade e aceitação. Em um artigo de opinião publicado em setembro na revista *Nature*, Bonato afirmou que ser abertamente gay foi essencial para que pudesse atingir todo o seu potencial científico. “Quando fiz meu doutorado nos anos 1990, eu acreditava que matemática era matemática e não uma disciplina ligada à minha identidade”, afirmou. “Minha visão mudou no dia em que um professor me disse que o fato de eu ser abertamente gay deixava os outros colegas no departamento desconfortáveis e eu deveria guardar a minha sexualidade para mim mesmo para poder me encaixar. Questionei meu lugar na matemática, porque não conseguia mais separar o mundo objetivo das equações e a homofobia.”

Em mais de duas décadas de carreira, Bonato viu a inclusão evoluir de forma positiva. Entre os marcos, ele destacou no artigo a criação, ainda nos anos 1990, de uma associação de matemáticos LGBTQ+, a Spectra, hoje com pouco mais de 310 filiados, que promoveu a formação de redes de apoio baseadas em 250 “aliados”, professores mobilizados para tornar o ambiente acadêmico mais acolhedor. Não há dados específicos sobre quantos LGBTQ+ trabalham na disciplina. Segundo uma pesquisa nacional realizada em 2016 nos Estados Unidos com profissionais LGBTQ+ das

áreas Stem (ciências, tecnologia, engenharias e matemática), a Queer in Stem, 57% dos 1.427 entrevistados informaram que metade ou mais dos colegas conheciam sua orientação sexual no ambiente de trabalho. Esse índice superava o percentual médio registrado na força de trabalho dos Estados Unidos, na casa dos 47%, de acordo com um levantamento de 2014 da organização Human Rights Campaign Foundation.

Na vida acadêmica, conforme Bonato apontou em um texto publicado em seu blog pessoal, também se sentiu mais aceito. Embora tenha enfrentado situações de preconceito de colegas de departamento, ficava à vontade ao trabalhar na universidade canadense, que, como muitas outras nos Estados Unidos e na Europa, criou políticas de acolhimento a minorias e de equidade de gênero. “Tenho muitos colegas LGBTQ+ e vários aliados entre meus pares heterossexuais. Nosso reitor tuíta sobre inclusão e professores colocam bandeiras de arco-íris em seus perfis do Facebook durante o mês do Orgulho LGBTQ+”, afirmou.

Matemáticos *queer* há tempos participam de congressos voltados para a inclusão nas áreas Stem, mas só recentemente surgiram eventos dessa natureza vinculados exclusivamente à disciplina. Em junho de 2019, uma conferência de cinco dias organizada por Autumn Kent, pesquisadora transgênero da Universidade de Wisconsin, em Madison, e Harry Bray, da Universidade George Mason, ambas nos Estados Unidos, buscou estimular a colaboração entre matemáticos LGBTQ+ nas áreas de geometria, topologia e sistemas dinâmicos. O apoio do Instituto Fields, que tem tradição em promover a diversidade, embora com foco na ampliação da presença de mulheres na carreira, foi importante para dar visibilidade ao evento inaugural, realizado em 2020, no início da pandemia.

No Brasil, o debate sobre a ampliação do espaço na matemática para estudantes e pesquisadores LGBTQ+ teve desdobramentos recentes, mas com foco em estudos sobre gênero e educação inclusiva. Em 2020, foi registrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) o grupo de pesquisa MatematiQueer: Estudos de Gênero e Sexualidades em Educação Matemática. Com sede no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IM-UFRJ), reúne mais de 80 docentes e alunos atuando em linhas de investigação que relacionam a educação matemática com direitos humanos, minorias sexuais e relações de gênero. “Esse campo de pesquisa é novo”, afirma o líder do grupo, Agnaldo da Conceição Esquinalha, docente do IM-UFRJ e do Programa de Pós-gra-

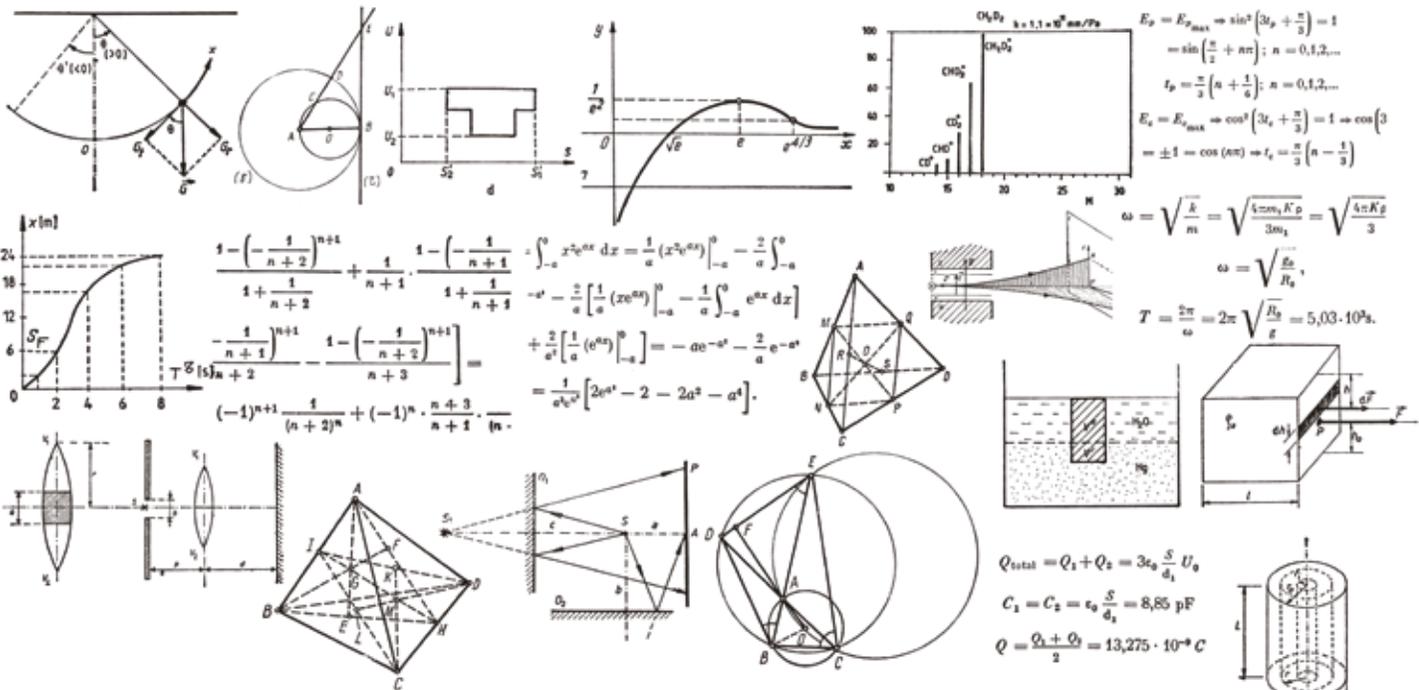
duação em Ensino de Matemática da instituição. “Temos também um compromisso social, que é mostrar para as pessoas LGBTQ+ que as ciências exatas são igualmente para elas.”

Uma das preocupações dos membros do MatematiQueer é analisar por que se fortaleceu o discurso segundo o qual a matemática é um local de neutralidade e seus conteúdos não podem se misturar com questões históricas, culturais, sociais ou políticas. “No ensino, essa neutralidade não existe”, afirma Esquinalha. A ideia do território neutro, ele observa, faz com que professores da área tenham dificuldades de lidar com os problemas que seus alunos vivenciam e trazem para a sala de aula e ainda pode levar estudantes LGBTQ+ a se afastar da disciplina por percebê-la como refratária à sua orientação sexual. O professor de matemática Tadeu Silveira Waise, que concluiu o mestrado em 2021 no MatematiQueer, diz que se interessou por essa linha de investigação quando percebeu que vários alunos para quem dava aula particular eram LGBTQ+ como ele e se sentiam à vontade para trazer questões e angústias que não emergiam no ambiente escolar. “A escola não costuma tratar desses assuntos”, diz.

Uma das primeiras iniciativas do grupo foi aplicar um questionário em estudantes de licenciatura em matemática do Rio de Janeiro para avaliar como enxergavam a abordagem de temas como a diversidade sexual e de gênero em aulas na educação básica e que tipo de discussão nesse sentido eles haviam tido em sua formação. Foram enviados cerca de 5 mil questionários e 710 pessoas responderam. Muitas respostas foram ofensivas. “Teve gente nos chamando de malucos, dizendo que deveríamos estudar Isaac Newton ou lamentavam o fato de que os professores não fossem mais padres, como nas escolas religiosas de antigamente”, conta Waise, que analisou os resultados do levantamento em sua dissertação de mestrado, defendida em 2021.

Houve 264 respostas favoráveis a aproximar a temática da diversidade sexual e de gênero com as aulas de matemática, mas 50 diziam não saber como fazer isso. Cinquenta e um respondentes sugeriram abordar temas de gênero por meio

Uma associação de matemáticos LGBTQ+, a Spectra, tem mais de 300 filiados e 250 “aliados”, professores que fomentam um ambiente acadêmico acolhedor



de dados estatísticos, explorando em sala de aula, por exemplo, a leitura de gráficos, enquanto 56 opinaram que esse trabalho poderia ser feito em rodas de conversa, palestras e diálogos sobre respeito e preconceito. Treze sugeriram o uso de projetos interdisciplinares e 6 uma abordagem por meio de estudos de personalidades históricas na matemática pertencentes a minorias.

De acordo com Esquincalha, marcadores sociais influenciam o aprendizado. “Se um professor é um homem branco, a relação entre a turma e a aula de matemática se dá de uma forma. Se ele for negro é de outra. Se for branco e gay, a dinâmica também é diferente”, diz. Isso vale para os alunos. Ele observa que o saber matemático frequentemente é usado como referência para definir quem é inteligente e quem não é. “Isso gera exclusão, propagando a falsa ideia de que meninas não são boas em matemática e, por consequência, não devem seguir carreiras científicas e tecnológicas”, explica. Um efeito inverso é que, para grupos minoritários ou indivíduos marginalizados, a aptidão em matemática pode eventualmente se tornar uma ferramenta de poder. “Falo por experiência pessoal. Sofri *bullying* na escola quando era criança e ouvia xingamentos ligados à minha sexualidade. Quando percebiam que eu era bom em matemática, os mesmos colegas que me xingavam se aproximavam querendo ser meus amigos. E, quando outras pessoas me zoavam, eles me defendiam. Notei que a minha relação com a matemática tem impacto em outras relações sociais.” Essa percepção, ele observa, não se resumiu a sua experiência pessoal, mas foi observada em uma pesquisa de mestrado do professor de matemática Hygor Batista Guse, defendida neste ano, sob orientação de Esquincalha.

No rol de participantes do grupo de pesquisa, chegou recentemente uma mulher trans, Erikah Pinto Souza, professora de matemática nas redes municipais de ensino de duas cidades da Região Metropolitana de Fortaleza, no Ceará, Maranguape e Itaitinga. Ela concluiu nesse ano o mestrado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa) com um estudo etnográfico com três professoras travestis de escolas públicas cearenses. Seu projeto de doutorado no MatematiQueer tratará de práticas pedagógicas e criativas que se contraponham à ideia da neutralidade da matemática. Ela própria lançou mão de estratégias desse tipo em seus oito anos como professora do ensino fundamental e atuando na formação de professores no Ceará. “Eu utilizava um dossiê sobre assassinatos de pessoas trans ou dados do Disque Denúncia sobre transfobia para fazer análise estatística. Com base naqueles números, desenvolvi com os alunos conceitos que precisavam ser abordados nas aulas de matemática, como médias aritméticas e criação e interpretação de gráficos”, explica.

Segundo a professora, tais estratégias sempre estavam lastreadas em documentos pedagógicos oficiais que recomendavam relacionar problemas sociais e a realidade dos estudantes com o conteúdo teórico. Ela afirma que nunca teve problemas com os alunos nem foi desrespeitada por eles. “Os estudantes viam o conteúdo de modo tranquilo, pois ele se relacionava com a realidade da escola. Em uma escola em que fui diretora, cheguei a ter dois alunos transgênero, com 11 e 12 anos de idade”, afirma. Mas enfrentou preconceitos de colegas quando ministrou aulas de formação de professores de matemática. “Houve quem não aceitasse ter uma travesti como professora-formadora”, conta Erikah Souza. ■

NO XADREZ DA CIÊNCIA GLOBAL

Pesquisador da Unicamp fala dos desafios à frente do secretariado executivo do Global Research Council, fórum que reúne 60 agências de apoio à pesquisa de todos os continentes

Fabício Marques

O engenheiro mecânico Euclides de Mesquita Neto, pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e membro da Coordenação Adjunta para Programas Especiais e Colaborações em Pesquisa da FAPESP, assumiu em setembro o cargo de secretário-executivo do Global Research Council (GRC), entidade criada em 2012 para estimular o intercâmbio de práticas de gestão entre agências de fomento à pesquisa que congrega dirigentes de mais de 60 dessas instituições de todos os continentes.

Ele representa a FAPESP, que foi selecionada para coordenar o secretariado executivo nos próximos cinco anos e se tornou a primeira instituição do hemisfério Sul a desempenhar essa função, que já esteve sob a responsabilidade da National Science Foundation, dos Estados Unidos, da Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), da Alemanha, e da United Kingdom Research and Innovation (Ukri), do Reino Unido. Carolina Oliveira Martins Costa, que atua na FAPESP como assessora de colaboração em pesquisa, trabalha com Mesquita na qualidade de secretária adjunta.

As atribuições de Mesquita incluem mediar as relações das agências afiliadas com o GRC e suas instâncias, como o Conselho de Administração (Governing Board) e o Grupo de Apoio Executivo, e coordenar estratégias para apoiar iniciativas de pesquisa em nível mundial em temas como mudanças climáticas. Graduado pela Universidade Federal do Paraná, Mesquita é professor da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp desde 1989 e, entre 2009 e 2013, foi pró-reitor de Pós-graduação da universidade. Na entrevista a seguir, ele fala dos desafios em sua função no GRC.

Que rumos o GRC deve tomar nos próximos cinco anos?

Neste ano, durante a reunião anual do GRC, no Panamá, discutiu-se o futuro da organização. Claramente, havia três diferentes vocações na mesa. A primeira é seguirmos sendo um fórum que proporciona um networking importante para chefes de agências de fomento à pesquisa do mundo todo e onde se discutem questões internacionais e estratégias comuns relevantes. Essa é a função clássica que o GRC teve nessa primeira década de existência. A segunda é avançar no sentido de articular e facilitar a colaboração internacional. E a terceira possibilidade seria criar e gerenciar um fundo internacional próprio para financiar iniciativas globais de pesquisa.

E o que se concluiu?

Das três alternativas, as duas primeiras são factíveis. Há consenso sobre a importância de compartilhar e disseminar



Mesquita Neto:
intercâmbio
de práticas de
gestão entre
agências e
articulação de
colaborações
internacionais

boas práticas entre as agências, e o GRC tem um potencial especial de mobilizar diferentes instituições. Na pandemia, ficou clara essa necessidade de articulação. Na América, o Brasil e o México desenvolveram tecnologias públicas para produzir respiradores, mas outros países tiveram mais dificuldades e não conseguiram ter acesso a elas. Temos outro trabalho a fazer, que é achar e mobilizar novos parceiros. Há diversas instituições com as quais poderíamos nos associar. Uma delas é o Belmont Forum, um grupo formado por 27 órgãos de diversos países que financiam projetos de pesquisa sobre mudanças ambientais. Como resultado da reunião anual no Panamá, organizou-se um grupo que está preparando uma proposta a ser submetida ao

Conselho de Administração (Governing Board) visando ampliar as atividades de engajamento multilateral. Já em relação à ideia de criar um fundo para financiar iniciativas de pesquisa globais, há mais dificuldades. Muitas agências de fomento à pesquisa e inovação não têm possibilidades legais de realizar investimentos fora de seus países de origem. No momento, esse não é um caminho que o GRC vai perseguir.

Que contribuição a FAPESP pode dar ao GRC ao assumir o secretariado executivo?

A FAPESP conseguiu que sua proposta de abrigar o secretariado fosse aprovada pelo Conselho de Administração do GRC. O significado disso é que essa co-

munidade de dirigentes de agências de fomento à ciência enxerga a FAPESP como uma instituição que tem um histórico de colaboração internacional e competência de gestão, e trabalha com valores e princípios alinhados aos do GRC. Há trabalhos progressos que ajudaram a qualificar a FAPESP. Organizamos em 2019 em São Paulo a reunião anual do GRC. A professora Ana Maria Fonseca Almeida, da Unicamp, participa do grupo de trabalho sobre igualdade de gênero. Mais recentemente a professora Alicia Kowaltowski, da USP, passou a fazer parte do grupo de avaliação responsável de pesquisa. Podemos fazer mais. A FAPESP tem uma experiência em comunicar a ciência para a sociedade e o público que a maioria das outras agências não tem.

A revista *Pesquisa FAPESP* é elogiada por diversas organizações. Também há espaço para fortalecer as redes regionais de agências. O trabalho da Europa e da África subsaariana no sentido de integrar agências e pesquisadores é positivo. Precisamos intensificar isso nas Américas e creio que estamos colaborando para chegar lá. Até agora, o GRC tratou principalmente de temas ligados a gestão e fomento da pesquisa, mas pode passar para outros tópicos de pesquisa que vão afetar as agências. Um exemplo são os impactos da inteligência artificial. Como as agências de fomento devem se engajar, ou não, na formulação de políticas ou regulamentações para a inteligência artificial? Existem outros temas que têm forte impacto no futuro da pesquisa e das sociedades e sobre os quais as agências necessitam refletir. Menciono questões como mudança climática, transição energética, cibersegurança, proteção de dados, acesso aberto ao conhecimento e a publicações científicas. Observe que o secretário-executivo conversa com todas as agências e tem um certo poder de condução, mas há um conselho de administração que dá a orientação geral.

Até onde vai a capacidade de induzir comportamentos?

Há diversos limites. Os países têm políticas que nem sempre conversam umas com as outras. Alguns deles não dispõem de políticas e linhas de financiamento para a colaboração internacional. Nos Estados Unidos, a National Science Foundation possui uma longa tradição de fomentar a colaboração internacional através dos projetos aprovados para seus pesquisadores. A União Europeia tem outra tradição. Seus países interagem e trabalham em programas conjuntos, como o programa Horizonte Europa, da Comissão Europeia. Outra região que tem uma experiência muito interessante de integração é a África subsaariana. Lá, existe uma iniciativa chamada de Science Granting Councils Initiative, na qual a África do Sul desenvolve um papel de destaque. O GRC elaborou e aprovou um documento com uma visão de como ele deve se desenvolver no futuro e quais estratégias implementar. Um dos pontos mais importantes é fortalecer a participação regional dentro do GRC. Esse é um importante trabalho a ser desenvolvido nos próximos anos e no qual o secreta-

riado executivo pode desempenhar um papel significativo. Existem tensões políticas entre diversos países, mas diplomacia científica foi e é um instrumento para ajudar na efetivação de colaborações.

Na reunião que o GRC promoveu em São Paulo, em 2019, um dos temas discutidos foi o papel da ciência básica e a pressão feita por governos e sociedades sobre instituições de pesquisa para gerar aplicações com interesse econômico. Esse debate evoluiu?

Continua crescendo a pressão por resultados mais tangíveis e aplicáveis e a busca por uma ciência com impacto. Não há muito como evitar isso. Quando as Nações Unidas criaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, por exemplo, mandaram um sinal para o sistema de pesquisa, que criou programas para seguir aquela agenda. Uma perspectiva complementar vem da agência alemã, a DFG [Fundação Alemã de Pesquisa], que enfatiza a importância de não se abandonar o investimento em ciência básica. Nesse processo de geração de conhecimento, eles têm uma classificação de que eu gosto, que são os *known unknowns*, ou desconhecidos conhecidos, e os *unknown unknowns*, ou desconhecidos desconhecidos. O que é um exemplo de “desconhecido conhecido”? Veja a questão do desenvolvimento de uma vacina contra o vírus da Covid-19. Você ainda não sabe como ter êxito, mas sabe o que quer fa-



Existem tensões políticas entre diversos países, mas diplomacia científica é um instrumento para ajudar a efetivar colaborações

zer, qual é o alvo. Já os “desconhecidos desconhecidos” são de outra natureza. Você não faz ideia do que vai precisar, mas precisa criar um estoque de conhecimento ao qual consiga recorrer em situações futuras que podem ser totalmente inesperadas, como o surgimento de uma nova pandemia. O Nobel de Física deste ano reconheceu a pesquisa sobre o fenômeno do emaranhamento de átomos. O físico francês que ganhou o Nobel em 2012, Serge Haroche, disse à revista *Nature* que esse tema é “uma demonstração da utilidade do conhecimento inútil”. Começou como uma curiosidade de ciência básica e hoje tem perspectiva de virar a base para computação quântica com implicações associadas à criptografia, cibersegurança e forte aumento da capacidade computacional a ser utilizada na ciência e outros campos de atividade. Na FAPESP, apoiamos a pesquisa aplicada, a pesquisa básica e a pesquisa aplicada à inovação e voltada à solução de problemas. É tudo junto em uma mesma entidade.

Qual é o risco de privilegiar o financiamento à ciência aplicada em detrimento da básica?

É exatamente o de não ter um estoque de conhecimento básico ao qual recorrer para conseguir fazer ciência aplicada. Mas há outros problemas. Volto aos alemães, que são cuidadosos em usar a ciência para prometer à sociedade a solução dos seus problemas. Eles consideram que, se as promessas forem exageradas, a sociedade vai acabar frustrada e há o risco até de deslegitimar a ciência. Eu partilho essa preocupação. Houve um momento durante a pandemia, quando se começou a produzir as vacinas, em que a ciência ganhou uma legitimação muito grande. Mas isso não necessariamente se mantém de forma contínua. Apesar do grande sucesso que a ciência tem tido em promover soluções e “facilitar” a vida das pessoas, as pressões e as demandas da sociedade são cada vez maiores e, paradoxalmente, o negacionismo também cresce por aqui.

O senhor mencionou o Belmont Forum, que financia colaborações no campo das mudanças climáticas, como possível parceiro do GRC. O aquecimento global é uma preocupação que está na agenda do fórum. Como isso tem evoluído?

Vamos discutir na próxima reunião anual do GRC, que começa no final de maio de 2023 e será realizada em Haia, na Holanda, as responsabilidades da ciência na questão das mudanças climáticas. O físico Paulo Artaxo, da USP, a bióloga Patrícia Morellato, da Unesp, e o pesquisador Jean Ometto, do Inpe, que são coordenadores do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais, prepararam um texto para ser discutido na reunião de 2023, que foi muito bem recebido no GRC. No trabalho, eles sugerem a criação de uma Iniciativa do Global Research Council para Mudanças Climáticas. Não é só um texto sobre mudança climática. A proposta é criar uma iniciativa. Eles mencionam que os problemas das mudanças climáticas são globais, precisam de soluções informadas pela ciência, mas as soluções podem necessitar de elementos locais. O trabalho diz com muita clareza que é preciso investir em mitigação, mas também temos de preparar uma agenda de adaptação. Isso porque as políticas públicas para reduzir o aquecimento não têm se mostrado suficientes até agora e o mais realista é usar a ciência para mitigar as mudanças climáticas e também para se adaptar aos seus efeitos.

Para onde caminha a busca por indicadores e métricas que promovam uma avaliação justa e responsável? Tem consenso mínimo sobre o tema?

É uma tradição do GRC escolher dois tópicos para serem discutidos nas suas reuniões anuais. Esses tópicos se tornam, geralmente, declarações de princípios a serem adotados e implementados pelas agências participantes do conselho. Para o ano de 2023, o segundo tópico diz respeito ao reconhecimento e à recompensa da atividade de pesquisa e do pesquisador. A agência holandesa de fomento NWO está encarregada de gerar esse documento. O texto que ainda está em fase de preparação e discussão aponta diversos aspectos a serem considerados na avaliação e no reconhecimento dos méritos dos pesquisadores e de suas propostas, entre as quais se pode mencionar a necessidade de diversificação das carreiras, de se encontrar um equilíbrio entre as atividades individuais do pesquisador e suas contribuições à coletividade, departamentos, faculdades etc. Esses são aspectos ligados ao trabalho



Continua crescendo a pressão por resultados mais tangíveis e aplicáveis e a busca por uma ciência com impacto

do grupo de avaliação responsável de pesquisa [Responsible Research Assessment Group] que discute como avaliar a qualidade da contribuição, de modo a não se basear somente em indicadores quantitativos, mas também valorizar aspectos como liderança acadêmica ou considerar a história de vida de cada indivíduo, como, por exemplo, o impacto da maternidade na vida da pesquisadora ou pesquisador. Existe forte consenso sobre a necessidade da diversificação das métricas e intensa crítica ao uso do fator de impacto de revistas para avaliar os autores de seus artigos. O desafio é avaliar o pesquisador compreendendo a extensão da contribuição, algo bem mais sutil do que contar artigos e citações. O problema, a meu ver, será implementá-lo. Na maioria das agências, ainda existe uma cultura arraigada no uso de indicadores numéricos em processos de avaliação.

Outro tema em discussão é a adoção de práticas da chamada ciência aberta, um ambiente marcado por uma dinâmica de colaboração vigorosa, com acesso aberto ao conhecimento e um compartilhamento amplo de dados. Qual é a posição do GRC nesse debate?

É outro grande desafio e, nesse caso, vejo dificuldades de obter um consenso. Distintas regiões, ou mesmo agências de fomento, tendem a encarar o problema de forma bastante diferenciada. Na Europa existe um forte movimento em direção à ciência aberta, baseado na ideia

de que conhecimento gerado com recurso público deve se tornar público. Mas existem outras posições em que geração de conhecimento com potencial de gerar propriedade intelectual e ganhos econômicos também está na mesa. Mas tanto o GRC como diversos outros fóruns internacionais terão que trabalhar nesse espaço de distintas perspectivas.

O GRC também tem um grupo de trabalho que busca promover o equilíbrio de gênero na ciência. Quais são os frutos desse trabalho?

O objetivo inicial era trabalhar para reduzir a desigualdade de gênero na atividade científica e nos processos de avaliação das agências. O grupo teve uma liderança importante na professora Ana Almeida, da Unicamp e da Coordenação Adjunta da Diretoria Científica da FAPESP. Os resultados até o presente momento são promissores. Inicialmente foi produzido um levantamento sobre o problema da desigualdade de gênero em agências de diversas regiões. Em um segundo trabalho, divulgado em 2021, o grupo desagregou as informações e fez algo ainda mais detalhado. Agora o grupo de trabalho está de posse de diversos indicadores que permitem elaborar recomendações de políticas para as agências no sentido de diminuir a assimetria de gênero. Os resultados das pesquisas confirmam que, em muitos países na Europa e mesmo na América, a proporção de mulheres que recebem financiamento gira em torno dos 20% do total. Os indicadores na FAPESP são mais confortáveis, mas mesmo aqui existe necessidade de entender os dados mais cuidadosamente e pensar em políticas ativas para lidar com a assimetria de gênero. A discussão sobre igualdade de gênero tem uma interface com o grupo sobre avaliação responsável da pesquisa, uma vez que é preciso rever procedimentos e métricas que ajudam a perpetuar as assimetrias. Neste último ano, o grupo que trata da desigualdade de gênero dentro do GRC fez uma proposta que foi aprovada pelo Conselho de Administração, na qual seu objetivo para os próximos cinco anos é expandido para tratar das questões de equidade, diversidade e inclusão (EDI). A proposta foi aprovada e o desafio dos próximos anos é contribuir para essa agenda de EDI, sem perder a dimensão da assimetria de gênero. ■

O LONGO CAMINHO DAS VACINAS NACIONAIS

Três candidatas a imunizantes contra Covid-19 desenvolvidas total ou parcialmente por brasileiros estão em fase de testes em seres humanos

Ricardo Zorzetto



Técnico manipula cepa viral usada na formulação da ButanVac, que concluiu a fase 1 de testes clínicos

Em 3 de outubro, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), órgão responsável pelo controle de alimentos e medicamentos no país, autorizou o início dos testes em seres humanos da primeira formulação candidata a vacina contra a Covid-19 desenvolvida integralmente no Brasil. É o composto conhecido pela sigla SpiN-Tec-MCTI-UFMG. Criado por pesquisadores do Centro de Tecnologia de Vacinas (CTVacinas) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), o candidato a imunizante deve começar a ser administrado em voluntários ainda este ano. O teste será realizado em Belo Horizonte, em duas etapas, envolvendo um total de 432 participantes.

Na primeira delas, a fase 1 do ensaio clínico, 72 voluntários adultos já imunizados contra o novo coronavírus serão separados em três grupos para receber a formulação da UFMG como dose de reforço. Nesse estágio, será feita a aplicação de uma dose baixa, intermediária ou alta. A meta é

verificar se o uso do composto é seguro e definir qual concentração desperta a maior resposta imunológica. Se tudo sair como o esperado, em uma etapa seguinte, a fase 2, prevista para começar em fevereiro do próximo ano, outras 180 pessoas, também já vacinadas contra o Sars-CoV-2, receberão uma dose da SpiN-Tec. Seus níveis de anticorpos e a resposta de suas células de defesa (linfócitos T) serão confrontados com os de um número igual de participantes tratados com uma aplicação de reforço de uma vacina já em uso no Brasil. Nesse estágio, o objetivo será investigar se o composto da UFMG não induz resposta imune inferior à do imunizante amplamente adotado e, assim, abrir caminho para a última etapa de avaliação em seres humanos, a fase 3.

“O Brasil nunca fez uma vacina para uso humano a partir do zero”, conta o imunologista Ricardo Gazzinelli, coordenador do CTVacinas e líder da equipe que desenvolveu a SpiN-Tec. “Temos grande expectativa de que dê certo, mas, ainda que essa formulação não se torne um produto comercial imediatamente, aprendemos a desenvolver imunizantes seguindo as exigências de segurança e qualidade das agências reguladoras. Isso deve nos habilitar para criar vacinas contra outras doenças”, completa.

Com a SpiN-Tec, agora são três as candidatas a vacina em teste clínico no Brasil que contaram com algum nível de colaboração nacional em seu desenvolvimento. As outras duas são a RNA-MCTI-Cimatec-HDT e a ButanVac. A primeira foi elaborada pela empresa norte-americana HDT Biotech Corporation, de Seattle, com a participação de pesquisadores do centro de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico Senai-Cimatec, na Bahia. Já a segunda utiliza uma plataforma concebida por equipes da rede de hospitais Monte Sinai, em Nova York, e é desenvolvida por um consórcio internacional integrado pelo Instituto Butantan. Ambas já concluíram os ensaios clínicos de fase 1 e submeteram os resultados à Anvisa, que, em 7 de outubro, aprovou o avanço da formulação da Cimatec-HDT para a etapa seguinte. O Butantan aguarda a análise, prevista para ocorrer ainda em outubro, das últimas informações solicitadas pela agência para liberar o início da fase 2 com a ButanVac.

A tentativa de obter uma vacina criada total ou parcialmente no Brasil é parte de um esforço nacional para dominar todas as etapas da extensa e complexa cadeia de fabricação de produtos imunobiológicos. No país, vários grupos de pesquisa realizam os estágios iniciais da produção de um imunizante, da formulação do princípio ativo à realização dos experimentos com animais. Isso, no entanto, não é suficiente para chegar a um produto que possa ser aplicado no braço das pessoas. Faltam elos nessa cadeia. Um deles é a ausência

de centros com a capacidade de ampliar a escala de produção dos compostos seguindo as boas práticas de fabricação para iniciar os testes clínicos. “Não temos no Brasil a expertise da parte de desenvolvimento industrial”, afirma o imunologista Jorge Kalil, do Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), coordenador do desenvolvimento de uma formulação de uso nasal contra a Covid-19 que já concluiu os testes em animais.

Desde o início de 2020, o novo coronavírus já infectou 620 milhões de pessoas no mundo e matou 6,5 milhões, segundo números da Organização Mundial da Saúde (OMS). Os especialistas apostam que o vírus veio para ficar e, após a fase inicial, na qual pegou a população desprotegida, deve passar a se comportar agora como o vírus da gripe, causando surtos nos meses frios. Esse padrão deve exigir o uso de doses de reforço dos imunizantes, que ainda precisam ser mais eficazes e geradores de proteção mais duradoura.

RISCO DE DEPENDÊNCIA

Por essa razão, apesar de haver quase 50 vacinas já aprovadas para uso humano no mundo, a OMS registrava em outubro outros 371 compostos candidatos a imunizantes contra o Sars-CoV-2 em desenvolvimento (ver gráfico na página 42). Com a pandemia, dizem especialistas da área, houve uma revolução nas tecnologias de produção de vacinas e o país que não as dominar pode se tornar dependente de importações.

Os três compostos com alguma participação nacional que alcançaram a etapa de experimentação em seres humanos utilizam tecnologias distintas para ativar o sistema de defesa.

Desenvolvida com apoio do MCTI, da FAPESP e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig), a SpiN-Tec não estimula apenas a produção de anticorpos contra a proteína da espícula, ou *spike* (S), do Sars-CoV-2, como faz a maioria das vacinas disponíveis no merca-

Lote da SpiN-Tec, desenvolvida na UFMG, destinado a ensaio clínico



do. Além dessa proteína, que fica na superfície do vírus exposta ao ataque de anticorpos e sofre alterações com frequência, a equipe de Minas acrescentou a proteína N, do nucleocapsídeo, o envoltório que protege o material genético viral e quase não muda de uma cepa para outra. Sintetizada por bactérias, a proteína híbrida – SpiN – é depois purificada e misturada a uma emulsão de compostos oleosos que favorecem a ativação de células de defesa e amplificam a resposta imunológica.

Nos testes de eficácia em modelos animais, feitos na USP de Ribeirão Preto em colaboração com a equipe do imunologista João Santana da Silva e a do virologista Luiz Tadeu Figueiredo, a vacina foi administrada em duas espécies de roedores (camundongo e hamster). Em todos os animais, o imunizante baseado na proteína SpiN ativou uma resposta imunológica potente. Segundo resultados publicados em agosto na revista *Nature Communications*, a SpiN-Tec estimulou tanto a ativação de linfócitos T, células que combatem diretamente o vírus e as células infectadas, quanto a dos linfócitos B, produtores de anticorpos. Aplicada em duas doses, a SpiN-Tec evitou o adoecimento em um tipo de roedor que serve de modelo para doença leve e em outro que simula a grave, quer contra o Sars-CoV-2 original, quer contra as variantes delta e ômicron.

“A vacina baseada na proteína SpiN não induz, por si só, a produção de anticorpos neutralizantes”, explica Gazzinelli, que também é pesquisador da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) em Minas Gerais e professor visitante na USP em Ribeirão Preto, por onde recebeu auxílio da FAPESP. “Mas, usada como dose de reforço, ela esti-

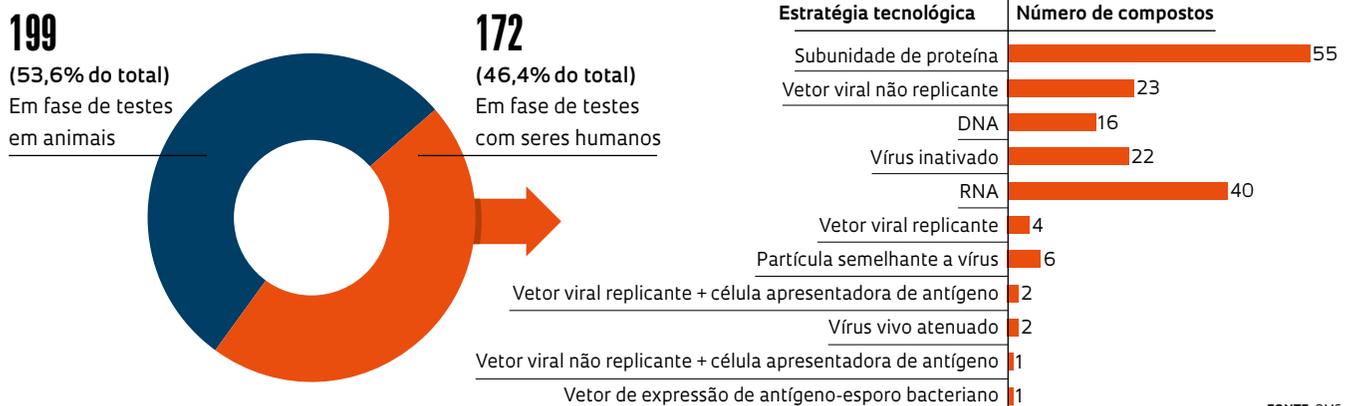
mula a capacidade de produzir anticorpos gerada por vacinação anterior, bem como a imunidade celular, conferindo dupla proteção.”

Em fase mais avançada de testes em voluntários, o composto da dupla Cimatec-HDT funciona com base em uma tecnologia de RNA diferente da empregada nas vacinas da Pfizer-BioNTech e da Moderna. Em vez de usar a molécula de RNA mensageiro para levar às células a receita da proteína S, a formulação do Cimatec-HDT emprega moléculas de RNA contendo um trecho especial – o RNA replicante. Esse RNA híbrido se multiplica no interior das células várias vezes antes de iniciar a produção da proteína da espícula. Realizado em Seattle, o desenvolvimento do RNA replicante e das nanopartículas de lipídios que o envolvem contou com a participação do infectologista Roberto Badaró e da bioquímica Bruna Machado, do Senai-Cimatec. “Desde antes da pandemia, eles já colaboravam com a HDT no desenvolvimento dessa plataforma tendo como alvo doenças como a zika”, conta Valdir Gomes Barbosa, gestor de negócios do centro baiano. “Nos testes pré-clínicos contra o coronavírus, feitos nos Estados Unidos, essa tecnologia gerou uma resposta imune consistente com doses muito baixas”, relata. A tecnologia já foi incorporada pelo Senai-Cimatec, que dominou a produção em escala laboratorial.

Na primeira fase de ensaio clínico, financiada pelo MCTI e realizada no início do ano em Salvador, a formulação foi administrada a 90 voluntários adultos já previamente imunizados contra a Covid-19 com outras vacinas. Eles foram divididos em três grupos: um recebeu duas

CENÁRIO INTERNACIONAL DE IMUNIZANTES

Em meados de outubro, 371 compostos candidatos a vacina contra a Covid-19 estavam em desenvolvimento no mundo. Os 172 em fase de teste clínico utilizam 11 tecnologias diferentes



FONTE OMS

aplicações de 1 micrograma (μg), outro de 5 μg ou um terceiro de 25 μg . Segundo Barbosa, os resultados, já apresentados à Anvisa, mostraram que o composto é seguro e não causa efeitos adversos graves, o que motivou a liberação para a fase 2. Nessa etapa, planejada para iniciar em meses, metade dos 330 voluntários deverá receber duas doses de 5 μg ou 10 μg , definidas a partir de ensaios clínicos em andamento nos Estados Unidos, na Índia e na Coreia do Sul. A outra metade será tratada com duas doses da vacina da Pfizer-BioNTech.

A ButanVac, por sua vez, usa o vírus da doença aviária de Newcastle, praticamente inofensivo para os seres humanos, para introduzir no organismo uma versão mais estável da proteína S (ver Pesquisa FAPESP nºs 302 e 303). Ela foi concebida na Escola de Medicina Icahn, da rede Monte Sinai de hospitais de Nova York, para gerar um produto barato e que pudesse ser sintetizado em fábricas de vacina da gripe. Autorizados pela Anvisa em julho de 2021, os testes de fase 1 avaliaram o desempenho do composto em 318 participantes em Ribeirão Preto, interior de São Paulo. Eles foram separados em grupos menores, que receberam duas doses de 1 μg , 3 μg ou 10 μg . “Observamos uma resposta humoral [produção de anticorpos] marcante, em especial com a dose mais alta”, conta Ériquer Miranda, gestor médico de Desenvolvimento Clínico no Setor de Ensaios Clínicos do Instituto Butantan.

Duas semanas após a aplicação da segunda dose, a ButanVac elevou em mais de quatro vezes a produção de anticorpos em 98,7% dos participantes. Não houve efeitos adversos graves. Os problemas mais comuns foram dor no local da aplicação, em 89% dos casos, dor de cabeça (67%), cansaço (65%), dores no corpo (58%) e febre (17%). “Foram resultados muito semelhantes aos verificados no estudo clínico com a mesma formulação feito na Tailândia”, afirma Miranda. Os dados do ensaio feito no país asiático foram publicados na forma de *preprint* em setembro de 2021 e sugerem que a formulação também desperte a resposta celular. Assim que autorizado, o Butantan deve iniciar os testes com outros 400 voluntários em São Paulo e no Rio de Janeiro.

Os três compostos – SpiNTec, Cimatec-HDT e ButanVac – são sobreviventes da longa corrida de obstáculos que deixa muitos competidores pelo caminho. No Brasil, ainda em 2020, instituições de financiamento à pesquisa federais e estaduais começaram a investir recursos no desenvolvimento de potenciais imunizantes contra a Covid-19. O MCTI financiou o desenvolvimento inicial de 16 compostos, cujo princípio ativo tivesse sido desenvolvido por pesquisadores em institutos brasileiros ou em parceria internacional que resultasse na transferência da tecnologia



para o país. “Somos bons em trazer tecnologia externa e produzir no Brasil, mas nunca fizemos uma vacina do começo ao fim. Decidimos estimular o desenvolvimento de competência nacional para a produção de imunizantes”, afirma Marcelo Morales, secretário de Pesquisa e Formação Científica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), a seção da pasta que estimulou o desenvolvimento no país de alguns potenciais imunizantes contra a Covid-19.

Dos 16 compostos, cinco concluíram os experimentos com animais e se candidataram a compartilhar os R\$ 115 milhões destinados aos testes de fase 1 e 2, entre eles a formulação da HDT-Cimatec e a da UFMG. Duas outras estão aptas a receber o financiamento para os ensaios clínicos, assim que receberem a aprovação da Anvisa para começar os testes em humanos: a MultiCovax, criada pela equipe de Kalil, no InCor; e a Versamune-CoV-2F, formulada pelo imunologista Célio Lopes Silva, da USP em Ribeirão Preto, em parceria com a empresa paulista Farmacore e o laboratório norte-americano PDS Biotechnology. “Mostramos que nosso composto gera altos níveis de anticorpos e resposta celular na mucosa nasal nos testes com animais”, relata Kalil. Seu grupo agora enfrenta o desafio de obter o primeiro lote-piloto para aplicação em voluntários, que terá de ser feito no exterior, a um custo de US\$ 4 milhões, por causa da ausência de empresas aptas no país. Na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o grupo da engenheira bioquímica Leda Castilho corre para concluir a fase de testes em animais da formulação UFRJVac ainda este ano. ■

Pesquisador realiza inspeção visual de frasco da formulação Cimatec-HDT

O projeto e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

ECOLOGIA

MANGUEZAIS DE ÁGUA DOCE

Manguezal no Amazonas: plantas são mistura de espécies de dois ambientes

Estudo amplia área ocupada por esse tipo raro de ecossistema costeiro na foz do rio Amazonas

Guilherme Eler

Um novo estudo estima que a área de manguezais no entorno da foz do rio Amazonas, na divisa entre o Pará e o Amapá, é pelo menos 180 quilômetros quadrados (km²) maior do que se conhece. De acordo com artigo publicado em agosto

na revista científica *Current Biology*, a extensão total desse tipo de vegetação de transição entre o ambiente terrestre e o marinho chega a 1.713 km² na grande desembocadura do curso de água, equivalente a cerca de 15% dos manguezais brasileiros. As plantas presentes na região apresentam uma particularidade: são uma mistura de espécies adaptadas a ambientes de água doce, como várzeas, com as de manguezais típicos, onde a salinidade é alta.

No solo enlameado do chamado delta do Amazonas, um tipo de foz formado por vários canais e pequenas ilhas, foram encontradas florestas com espécies herbáceas como as aningas, acompanhadas de árvores típicas de várzeas que parecem fora do hábitat padrão, como corticeiras e alguns tipos de palmeiras, inclusive pés de açaí (*Euterpe oleracea*) e de buri-ti (*Mauritia flexuosa*). Normalmente, os manguezais são dominados por árvores adaptadas a ambientes de água salgada

ou salobra. “Mas o Amazonas despeja tanta água doce no Atlântico que a salinidade é próxima a zero em seu delta e por dezenas de quilômetros ao longo da costa na direção norte”, diz o oceanógrafo Angelo Bernardino, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), principal autor do artigo, ao lado de colegas brasileiros, dos Estados Unidos, da Austrália e da Escócia.

Por definição, os manguezais são um tipo de ecossistema costeiro encontrado em áreas tropicais e subtropicais. São caracterizados por espécies vegetais que se adaptaram a tolerar a presença de água do mar. Suas árvores resistem a altas concentrações de sal e podem ultrapassar 35 metros (m) de altura. O tamanho é uma resposta à força das marés e também à renovação dos nutrientes pela dinâmica local: como a água vinda do oceano pode chegar a alturas de até 10 m, as plantas precisam ser grandes e ter raízes igualmente robustas, que emergem do solo e ajudam a segurar o impacto. Em razão da ação da água salgada, árvores pouco tolerantes ao sal não resistem ao passar do tempo, e o ambiente é tomado pelas espécies de mangue.

Mas não é isso o que ocorre em algumas áreas vizinhas à foz oceânica de certos rios. A existência de manguezais com plantas de água doce se deve ao re-

gime de chuvas e à influência da foz de um grande rio sobre trechos de uma área costeira. “No período seco, de redução da vazão dos rios, a água salgada penetra mais nos manguezais”, explica o oceanógrafo Mário Soares, coordenador do Núcleo de Estudos em Manguezais da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Nema-Uerj). “Na época chuvosa, existe maior presença de água doce. Isso impede que o ambiente seja dominado por espécies vegetais de água salgada.” Segundo Soares, que não participou do estudo sobre o delta do Amazonas, mas realiza pesquisas na região há anos, os manguezais situados na divisa do Pará com o Amapá destoam do que é observado em grande parte do Brasil.

Acompanhar a influência dos sedimentos transportados pelo Amazonas, a chamada pluma do rio, em diferentes pontos de sua foz, foi o objetivo de uma expedição chefiada por Bernardino em abril deste ano. A viagem faz parte do programa Perpetual Planet Amazon Expedition, da National Geographic Society, dos Estados Unidos, que promove incursões científicas à bacia do Amazonas, desde a região dos Andes até o Atlântico. A equipe coordenada pelo pesquisador da Ufes explorou 11 florestas de mangue ao longo do delta do Amazonas e coletou dados sobre água, solo, salini-

dade, composição vegetal das florestas e estoques de carbono dos ecossistemas.

Além de notar a presença de espécies de água doce, que, teoricamente, não deveriam estar nos manguezais, a expedição encontrou algo curioso. Na primeira parada, próximo à comunidade do arquipélago de Bailique, a cinco horas de barco de Macapá, capital do Amapá, os solos tinham salinidade extremamente baixa, perto de zero partes por milhar (‰). “O Amazonas é o maior rio do mundo em volume de água. Não há outro lugar com tanto sedimento chegando aos mangues na costa”, comenta Bernardino. Estima-se que 3 milhões de litros d’água do Amazonas cheguem ao oceano a cada segundo próximo à ilha de Marajó, na costa do Pará. Esse total representa quase 20% da água escoada para o mar por todos os rios da Terra. A massa de sedimentos acumulada desde os Andes, no período de um mês, é equivalente ao peso do Pão de Açúcar, no Rio de Janeiro.

Cerca de 100 km ao norte do arquipélago de Bailique, nos arredores de Sucuriju, uma das pontas do estado do Amapá, a influência da pluma do Amazonas ainda era presente, mas menos

dominante. Devido à maior presença de água do Atlântico, a salinidade nesse trecho ficava entre 5‰ e 11‰, de sete a três vezes menor do que a taxa média numa área de oceano. Como resultado da baixa salinidade, os solos desses manguezais no delta do Amazonas são também muito ácidos, ao contrário dos que costumam ser encontrados no restante do Brasil.

A geóloga Valdenira Santos, do Núcleo de Pesquisas Aquáticas do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), conta que foram mapeadas áreas de manguezais formados apenas por árvores da espécie popularmente conhecida como siriúba (*Avicennia germinans*), também presente na foz do Amazonas, a mais de 230 quilômetros da desembocadura do rio, mais para dentro do continente. A siriúba é uma espécie arbórea típica dos manguezais clássicos, onde a salinidade é elevada. A princípio, não deveria ocorrer em regiões afastadas das águas salgadas do Atlântico. É uma situação diferente da descrita no artigo de Bernardino, mas ilustra a disseminação desse tipo de ecossistema em lugares inesperados. “Não sabemos ainda os mecanismos que fazem com que essas populações de manguezal se estabeleçam em zonas com completa ausência de influência das águas do mar”, comenta Santos.

Além de abrigar espécies vegetais e ser a morada de muitas espécies animais, como aves, caranguejos e peixes, os manguezais também têm um papel significativo no sequestro de gás carbônico (CO₂), principal gás de efeito estufa, da atmosfera. Por serem pobres em oxigênio, os solos lamacentos dos manguezais não estimulam a decomposição da matéria orgânica que armazenam. Partes de vegetais e árvores que, em outros ambientes, normalmente apodreceriam e liberariam novamente CO₂ para a atmosfera permanecem preservadas no fundo desses ecossistemas costeiros. Na prática, os manguezais funcionam como sorvedouros de carbono.

Esse processo é provavelmente ainda mais intenso na parte norte da costa do Brasil sob influência da pluma do Amazonas. Os sedimentos do rio transportados para o mar carregam grande quantidade

de matéria orgânica. Por isso, a análise da evolução da quantidade de carbono estocada no solo dos mangues do delta do Amazonas pode servir como um termômetro das atividades humanas na bacia do rio. Parte dos resíduos orgânicos produzidos pelo desmatamento e pela introdução de atividades agropecuárias acaba nos mangues da região, onde fica preservada. Medir os níveis de carbono acumulados em árvores de manguezais e no solo, diz Bernardino, pode ser um indicador do avanço de fenômenos como o desmatamento nas últimas décadas.

Segundo a edição divulgada em setembro deste ano de um relatório sobre a situação global dos manguezais, feito por um conjunto de entidades ambientais não governamentais que participam da Global Mangrove Alliance, a extensão coberta por esse ecossistema no planeta diminuiu 5.245 km² (3,4% do total) desde 1996. No entanto, o trabalho aponta que as áreas de manguezal com maior crescimento nos últimos anos são as situadas na desembocadura de rios, como o Indragiri, em Sumatra, na Ásia, o Amacura, na Venezuela, e, principalmente, o Amazonas. A boa notícia pode esconder um dado preocupante: a área dos manguezais teria aumentado nesses trechos da costa devido à intensificação do desmatamento. Isso faria, de acordo com o relatório, com que os rios carregassem mais sedimentos para sua foz, ampliando os trechos do litoral aptos a serem ocupados por esses ecossistemas. Outra possível explicação: o aumento da extensão dos manguezais seria decorrente de aprimoramentos nas técnicas de mapeamento dessas formações.

Essa situação, aliada ao aumento global do nível do mar em razão das mudanças climáticas, também pode provocar uma espécie de interiorização dos manguezais. Artigo de pesquisadores da Europa e do Brasil, publicado em maio de 2022 na revista *Science of the Total Environment*, analisou imagens de satélite e identificou um aumento de 157 km² na área de manguezais nos últimos 38 anos só na costa do Amapá. De acordo com o trabalho, o crescimento se deveu provavelmente à elevação do nível dos oceanos, que teria empurrado esse tipo de ecossistema costeiro continente adentro. ■

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



As raízes profundas ajudam a proteger os manguezais da ação da maré



Primeiro voo de uma arara-azul ao deixar seu ninho artificial, instalado em uma árvore

DO NINHO AO VOO

Estudo mapeia as etapas de crescimento dos filhotes da arara-azul do Pantanal e confirma a existência de aves anãs

Renata Fontanetto

BRUNO CARVALHO

Quem admira uma arara-azul voando não se dá conta de que, antes de estar pronta para deixar o ninho e ganhar os ares pela primeira vez, a ave foi alvo de cuidados intensivos dos pais por três meses e meio logo após seu nascimento. Graças a um estudo conduzido por pesquisadores brasileiros no Pantanal e, em menor escala, no Cerrado, foi possível mapear os principais estágios de desenvolvimento de aproximadamente 400 filhotes de *Anodorhynchus hyacinthinus*, nome científico da espécie, que vivem livremente na natureza. Durante 30 anos, de 1991 a 2021, a bióloga Neiva Guedes, da Universidade Anhangüera-Uniderp, de Campo Grande, em Mato Grosso do Sul, e seus colaboradores monitoraram 473 ninhos naturais e 415 artificiais (feitos pelos próprios pesquisadores) que abrigavam aves recém-nascidas.

O acompanhamento se iniciava com a postura do ovo e terminava quando os filhotes saíam do ninho. Entre os resultados desse esforço de longo prazo, resumidos em artigo científico publicado na revista *Scientific Reports* de setembro deste ano, está a confirmação da existência de araras-azuis anãs, cujo peso e comprimento total são cerca de um quinto menor em relação à população total da espécie. A cauda das araras anãs

também é 70% menor do que a dos exemplares de tamanho considerado normal.

Indivíduos de dimensões reduzidas já tinham sido observados durante o estudo, mas ainda não haviam sido analisados de forma sistemática. “Identificamos 31 araras anãs entre os filhotes, cerca de 8% da amostra total, mas apenas 15 delas foram analisadas, aquelas que se desenvolveram até voar”, explica Guedes. Ainda não se sabe por que a presença das anãs ocorre na espécie. Como se verifica em outras aves, vários fatores podem influir no desenvolvimento desigual de filhotes de araras, como variações de temperatura e dos níveis de chuva, quantidade, qualidade e disponibilidade de alimentos, diferenças entre os sexos, tamanho da ninhada e ocorrência de doenças.

Entender o que ocorre a partir do nascimento é importante para a conservação da arara-azul. Não migratória e monogâmica, a espécie tem um ciclo reprodutivo lento, com uma baixa taxa reprodutiva. A cada período fértil, que vai de julho a fevereiro, a fêmea põe, em média, dois ovos. No entanto, apenas um filhote geralmente sobrevive. Um exemplar adulto de arara-azul de tamanho normal chega a medir 1 metro (m) da ponta do bico ao final da cauda e a pesar até 1,3 quilograma (kg). Quando estão em fase de crescimento, os filhotes podem atingir até 1,7 kg – o excesso de peso é perdido quando a ave começa a voar.

Conhecida pelas penas de coloração azul profundo, *Anodorhynchus hyacinthinus* é a maior ave da família dos psitacídeos – não confundir a espécie pantaneira com a ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*), de menor porte e encontrada apenas na Bahia. Os psitacídeos reúnem papagaios, periquitos, araras e maritacas que vivem principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do planeta. Nos anos 1980 havia apenas 2,5 mil exemplares da arara-azul, então considerada ameaçada de extinção. Hoje, embora a sua população atual seja estimada em cerca de 6 mil aves, ela ainda é vista como em perigo, só que em uma categoria menos crítica, com o *status* de espécie vulnerável. O aumento da sua população se deveu, em grande parte, ao trabalho de mais de três décadas do Instituto Arara-Azul, organização não governamental da qual Guedes é fundadora e presidente. Há, no entanto, o temor de que as secas e queimadas ocorridas recentemente no Pantanal façam com que a espécie volte a ser classificada como ameaçada de extinção.

O trabalho de campo da equipe coordenada por Guedes começou há três décadas, com a observação de um par de araras defendendo o local escolhido para colocar os ovos. Em 95% das vezes, o ninho é construído em cavidades da árvore manduvi (*Sterculia apetala*), espécie típica do Pantanal que apresenta grande porte e caule marrom-avermelhado, cuja semente também

A população estimada da arara-azul no Pantanal é atualmente de cerca de 6 mil exemplares





2

Fihote anão (à esq.) e de tamanho normal com pouco mais de 100 dias de vida

serve de alimento para as aves. As araras competem entre si e com outras aves por esses buracos, que apenas em árvores com mais de 60 anos atingem as dimensões necessárias para abrigar um ninho da espécie. No estudo, os pesquisadores mediram e pesaram 837 filhotes, mas mais da metade morreu por causas naturais diversas. Por isso, foram incluídos na análise estatística empregada no trabalho somente os 396 filhotes que conseguiram ganhar penas e voar.

Em média, os 381 filhotes de tamanho normal deixaram o ninho com 107 dias de vida, 1,1 kg e 66,7 centímetros (cm) de comprimento total. Já os 15 anões saíram do ninho, também em média, com 126 dias, 938 g e 33,9 cm. Dentro do grupo com tamanho normal, foram medidos e considerados 294 filhotes do primeiro ovo botado e apenas 87 eram resultado do segundo ovo. Entre os filhotes que tiveram seu sexo determinado no estudo, 226 eram fêmeas e 148 machos. Não houve diferenças significativas nos tamanhos das crias de sexos distintos, e apenas o comprimento da cauda foi 24% maior nos machos em relação às fêmeas.

Quando uma ninhada gerou dois filhotes, o primeiro recém-nascido ganhava peso a uma taxa 42% maior do que o irmão, segundo o estudo. “Saber que o segundo filhote cresce mais devagar é importante para programas de manejo ambiental, que podem destinar mais recursos e esforços para a segunda cria”, comenta a bióloga peruana Gabriela Vigo-Trauco. A pesquisadora faz estágio de pós-doutorado na Universidade Texas A&M, dos Estados Unidos, e é uma das diretoras da The Macaw Society, projeto científico que estuda araras e papagaios no Peru desde 1999.

Uma subamostra de 42 ovos que geraram 30 filhotes de tamanho normal e eram de ninhos próximos à base do estudo, no Refúgio Ecológi-

co Caiman, no município sul-mato-grossense de Miranda, foi medida com mais frequência, semanalmente. Esse esforço concentrado ajudou os pesquisadores a detalhar os estágios de desenvolvimento da espécie com mais precisão, apesar de ter havido mortes nesse grupo. De acordo com o artigo, três etapas de crescimento foram identificadas: ninhego (entre 0 e 25 dias de vida), na qual as aves recém-nascidas dependem totalmente dos pais para manter o corpo aquecido e ganham peso mais lentamente; filhote (26 a 77 dias), marcada pelo rápido ganho de peso até atingir um pico; e juvenil (78 a 107 dias), momento em que o peso permanece o mesmo até o 90º-95º dia e, em seguida, cai de forma paralela às primeiras tentativas de voo antes da saída permanente do ninho.

“Usamos quatro diferentes modelos matemáticos para descrever o crescimento dos filhotes”, explica Guedes. “Por mais que não acompanhem o desenvolvimento padrão, as araras anãs sobrevivem ao sair do ninho, pareiam com outros indivíduos e se reproduzem normalmente.” A massa corpórea, os comprimentos do corpo e da cauda foram as medidas que abasteceram as equações para as curvas de crescimento da espécie.

Para o ornitólogo Luís Fábio Silveira, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP), o artigo sobre o desenvolvimento dos filhotes de araras-azuis apresenta robustez estatística e é um dos poucos do país a contar com dados tão detalhados e provenientes de um trabalho de acompanhamento de três décadas. Além de ser importante para entender a biologia específica da ave pantaneira, a pesquisa traz informações que podem ser úteis para a elaboração de estudos comparativos com outras espécies de grande porte da família dos psitacídeos, como a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), ave endêmica do nordeste da Bahia e ameaçada de extinção.

“As informações sobre as curvas de crescimento da arara-azul são importantes para acompanharmos a disponibilidade de alimento em seu hábitat. Se a quantidade de aves anãs começar a aumentar, isso pode ser um indício de que os recursos naturais estão se tornando escassos”, comenta Silveira, que não participou do estudo coordenado por Guedes. “O trabalho também fornece elementos para estimarmos com maior precisão a idade de filhotes da espécie apreendidos pelas autoridades ambientais e combater o tráfico de aves.” Isso sem contar os subsídios que o estudo traz para a formulação de políticas públicas e de educação ambiental com foco na conservação da própria arara-azul. ■

Artigo científico

GUEDES, N. M. R. et al. Growth model analysis of wild hyacinth macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) nestlings based on long-term monitoring in the Brazilian Pantanal. *Scientific Reports*, 13 set. 2022.

A SAFRA DE 2022

Doze pessoas e duas instituições receberam a honraria neste ano

Outubro começou com o anúncio dos ganhadores do prêmio Nobel, uma das honrarias mais prestigiosas da ciência. Como ocorre desde 1901, os homens continuam sendo maioria absoluta dos agraciados. Doze pessoas, além de duas organizações, foram premiadas em 2022. Só duas eram mulheres: a química norte-americana Carolyn Bertozzi e a escritora francesa Annie Ernaux. O químico sueco Alfred Nobel (1833-1896), inventor da dinamite, deixou a maior parte de sua fortuna para a premiação em cinco categorias: Física, Química, Literatura, Paz e Medicina ou Fisiologia. Em 1968 o Banco Central da Suécia criou o prêmio em ciências econômicas. As seis categorias já foram entregues 989 vezes a 954 pessoas e 27 organizações. Só cinco indivíduos receberam a honraria mais de uma vez. Um deles é o químico norte-americano Karl Barry Sharpless, homenageado neste ano. O prêmio em cada área é de 10 milhões de coroas suecas (R\$ 4,8 milhões).



Os textos com mais informações sobre os ganhadores do Nobel estão disponíveis no site da revista

MEDICINA OU FISIOLOGIA

Anunciado em 3 de outubro, o Prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia deste ano foi para o geneticista sueco Svante Pääbo, de 67 anos, diretor do Departamento de Genética no Instituto Max Planck de Antropologia Evolutiva, em Leipzig, na Alemanha, e professor do Instituto Okinawa de Ciência e Tecnologia, no Japão. Ele recebeu a honraria por ter desenvolvido estratégias para extrair e sequenciar o material genético (DNA) de espécies arcaicas de seres humanos e por suas descobertas sobre a evolução humana.

O trabalho de Pääbo possibilitou analisar o material genético dos neandertais (*Homo neanderthalensis*), um parente próximo dos seres humanos modernos (*Homo sapiens*) extinto há cerca de 30 mil anos. Levou, ainda, à identificação de uma nova espécie do gênero *Homo*, também extinta e, por enquanto, sem nome científico definido: os denisovanos. Ao reconstruir e examinar a informação genética dessas espécies, Pääbo ajudou a estabelecer a paleogenômica, um novo campo da ciência que vem permitindo conhecer como as três espécies interagiram e se dispersaram pelo mundo e legaram certos genes para os seres humanos modernos.

Filho de pesquisadores, Pääbo nasceu em 1955 de uma relação extraconjugal. Sua mãe, a estoniana Karin Pääbo (1925-



Pääbo segura a réplica de um crânio de neandertal

DADOS DO GRUPO DE PÄÄBO APOIARAM A IDEIA DE QUE NEANDERTAIS E HUMANOS SÃO DE ESPÉCIES DISTINTAS

-2007), era química e ajudante de laboratório de seu pai, o bioquímico Karl Sune Bergström (1916-2004), ganhador do Nobel de Medicina ou Fisiologia de 1982.

O geneticista sueco começou a desenvolver os métodos para estudar DNA antigo em um estágio de pós-doutorado na Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos. Em alguns de seus primeiros trabalhos, Pääbo recuperou e analisou o material genético de múmias egípcias de milhares de anos. Avaliações posteriores feitas por ele, no entanto, indicaram que parte das amostras estava contaminada por DNA moderno, o que o levou a retratar os artigos.

O revés não o desanimou. Em 1997, começaram a surgir os resultados que marcariam uma guinada na área. Em um artigo na revista *Cell*, Pääbo apresentou os dados do sequenciamento de uma pequena fração do material genético – o DNA mitocondrial, encontrado em estruturas na periferia das células – de um esqueleto de neandertal descoberto em 1856 na Alemanha. A análise sustentava a hipótese de que os neandertais integravam uma espécie diferente da humana.

Quase uma década mais tarde, após o aperfeiçoamento das técnicas, o grupo de Pääbo apresentou em 2010 na revista *Science* o genoma quase completo de *Homo neanderthalensis*. No mesmo ano, em um trabalho publicado na revista *Nature*, ele e seus colaboradores descreve-

ram o que aparentemente é uma nova espécie de ser humano arcaico: os denisovanos. O material genético extraído de um osso da mão encontrado na caverna Denisova, no sudoeste da Sibéria, indicou que aquele indivíduo, que viveu entre 48 mil e 30 mil anos atrás, pertencia a uma espécie desconhecida do gênero *Homo*.

Graças às pesquisas da equipe do Max Planck, hoje se sabe que as três espécies conviveram por dezenas de milhares de anos e até cruzaram entre si, razão pela qual povos nativos da Europa, da Ásia e das Américas têm de 1% a 4% de DNA neandertal, enquanto os do leste asiático apresentam até 6% de material genético de origem denisovana.

FÍSICA

O prêmio de Física foi compartilhado por três pesquisadores: o norte-americano John Clauser, de 79 anos, que hoje trabalha em sua própria empresa; o francês Alain Aspect, de 75, da Universidade Paris-Saclay e da Escola Politécnica, e o austríaco Anton Zeilinger, de 77, da Universidade de Viena. Os trabalhos coordenados pelos três físicos a partir dos anos 1970 edificaram as bases experimentais que permitiram a compreensão e, até certo ponto, o controle de uma das propriedades mais surpreendentes da mecânica quântica: os estados emaranhados (ou entrelaçados) de partículas.

O entrelaçamento de partículas é um efeito contraintuitivo para quem vive no mundo da física clássica. Mas serve de base para o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento, processamento e transmissão da informação, como redes, computadores e criptografia quânticos. Chamado pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) de “ação fantasmagórica a distância”, o emaranhamento faz com que duas ou mais partículas existam em um tipo de estado compartilhado: o que se passa com uma delas determina o que ocorre com a outra, ainda que separadas por distâncias enormes.

Há, no entanto, uma limitação nesse arranjo. Não é possível determinar as propriedades de cada partícula entrelaçada, apenas as do sistema global. Os físicos às vezes comparam um par de partículas emaranhadas com um sistema de dois dados entrelaçados. Por estarem correlacionados, os dados, quando jogados, fornecem sempre o mesmo resulta-



A partir da esquerda, Aspect, Clauser e Zeilinger

do: a soma de seus valores é, por exemplo, oito. Assim, o resultado do sistema é conhecido de antemão, mas a combinação numérica (seis e dois ou cinco e três) que levou a ele é ignorada. Como os dados estão emaranhados, quando se determina o valor de um, descobre-se automaticamente o do outro.

Por muito tempo foi um desafio para a mecânica quântica – a teoria física que descreve o comportamento da luz e da matéria no nível atômico – explicar a existência do emaranhamento. Uma possibilidade eram as partículas entrelaçadas terem variáveis locais ocultas (instruções não visíveis para o observador que as levavam a dar um certo resultado nos experimentos). Nesse caso, o valor das partículas já estaria predeterminado, só não seria conhecido.

Nos anos 1960, o físico teórico norte-irlandês John Bell (1928-1990) desenvolveu um modelo matemático que ficaria conhecido como desigualdade ou teorema de Bell. Suas proposições diziam que, se houvesse variáveis ocultas, a correlação exibida pelas partículas nunca poderia exceder certo valor ao se realizar um número elevado de experimentos. No entanto, as previsões da mecânica quântica indicavam que alguns experimentos deveriam infringir a desigualdade de Bell, pois exibiriam uma correlação tão forte que só poderia ser explicada por um efeito como o emaranhamento.

Clauser demonstrou, em 1972, a violação da desigualdade de Bell em um sistema com dois fótons emaranhados. Mais tarde, Aspect aprimorou esse sistema. Em 1997, Zeilinger obteve uma proeza: realizou o primeiro experimento de teletransporte quântico, em que as propriedades de uma partícula que fazia parte de um par originalmente emaranhado foram transferidas para uma terceira partícula.

QUÍMICA

Dois norte-americanos e um dinamarquês dividiram a premiação em Química por terem desenvolvido técnicas que permitem unir moléculas com rapidez



Bertozzi, Meldal e Sharpless, ao lado: premiados em Química

e eficiência. Karl Barry Sharpless, de 81 anos, do Instituto de Pesquisa Scripps, em La Jolla, nos Estados Unidos, e Morten Peter Meldal, de 68, da Universidade de Copenhague, na Dinamarca, lançaram em 2001 as bases da chamada química do clique, técnica pela qual, ao interagir, as moléculas se unem com rapidez e eficiência, como as peças de um lego, que emitem um som de clique ao se encaixarem. Carolyn Ruth Bertozzi, 55 anos, da Universidade Stanford, também nos Estados Unidos, criou em 2004 a chamada química biortogonal, que adaptou os princípios do clique para promover reações químicas com moléculas específicas de seres vivos. Essas reações possibilitaram rastrear as células e o movimento de biomoléculas essenciais para a vida e são usadas para melhorar a eficácia de medicamentos contra câncer, inflamação e doenças virais como a Covid-19.

Em 2001, Sharpless já tinha recebido um Nobel de Química por ter criado formas de preparar as chamadas moléculas quirais. Essas moléculas têm composição química idêntica, mas estrutura espelhada, e podem gerar efeitos diferentes umas das outras no interior das células. Ele é o quinto cientista a ser laureado duas vezes desde que o prêmio Nobel foi instituído, em 1901, e o segundo a ser agraciado duas vezes em química. Ainda em 2001 Sharpless lançou o conceito de química do clique para designar as reações que ocorrem rapidamente e evitam a produção de subprodutos indesejados.

Em 2001 e 2002, Meldal e Sharpless definiram, independentemente, a reação conhecida como cicloadição azida-alcino

catalisada por cobre, essência da química do clique. Dela participam duas famílias de compostos: os alcinos, como o gás acetileno, formados por carbonos com tripla ligação química entre eles; e as azidas, constituídas por três átomos de nitrogênio unidos por tripla ligação. Bertozzi substituiu o cobre por alcinos formados por oito carbonos para evitar danos às células.

LITERATURA

Aos 82 anos, a escritora francesa Annie Ernaux foi a escolhida para receber o Prêmio Nobel de Literatura de 2022 por sua “coragem e acuidade clínica para descortinar as raízes, os estranhamentos e os constrangimentos coletivos da memória pessoal” e por refletir sobre “uma vida marcada por grandes disparidades de gênero, linguagem e classe”, segundo comunicado da Real Academia de Ciências da Suécia. Professora universitária aposentada de literatura, ela é a 17ª mulher (a primeira de seu país) a conquistar o reconhecimento.

Ernaux escreveu cerca de 20 livros, quatro publicados no Brasil pela Fósforo



Ernaux, premiada na categoria Literatura, tem obras publicadas no Brasil

GANHADORES NA ÁREA DE QUÍMICA CRIARAM TÉCNICAS PARA UNIR MOLÉCULAS COM RAPIDEZ

Editora. Nascida em 1940, em Lillebonne, ela estudou na Universidade de Rouen e foi professora de literatura no Centro Nacional de Ensino por Correspondência (CNED) por mais de 30 anos. Com livros considerados “clássicos modernos” em seu país, em 2017 ela recebeu o prêmio Marguerite Yourcenar pelo conjunto da obra. Seu primeiro trabalho, *Les armoires vides* (sem tradução no Brasil), foi publicado em 1974, mas ela se tornou conhecida a partir de 2008, com *Les années* (Éditions Gallimard), publicado em 2021 no Brasil com o título *Os anos*. Na obra autobiográfica, ela reconta episódios de sua vida entrelaçados com momentos históricos do século XX, como a efervescência social de maio de 1968, marcada por protestos estudantis. Em *O acontecimento* (Fósforo, 2022), a escritora descreve o calvário que sofreu para realizar um aborto em 1963, quando o procedimento era proibido na França. Ela trata de seus anos de formação e das relações conflituosas com os pais, provenientes de uma família humilde, operária e camponesa, em *O lugar* (Fósforo, 2021); e narra uma tentativa de seu pai matar sua mãe, quando ela tinha 12 anos, em *A vergonha* (Fósforo, 2022).



Bernanke, Diamond e Dybvig, agraciados com o Nobel de Economia

ECONOMIA

Três norte-americanos foram agraciados com o Prêmio Nobel de Economia de 2022 por suas contribuições para a compreensão do funcionamento do sistema bancário e de seu papel em crises financeiras. São eles: Ben Bernanke, de 68 anos, que presidiu o Federal Reserve (Fed), o Banco Central dos Estados Unidos, durante a crise financeira global que sucedeu a quebra do banco Lehmann Brothers em 2008; Douglas Diamond, de 68 anos, professor da Universidade de Chicago; e Philip Dybvig, de 67 anos, da Universidade de Washington. “Os laureados forneceram uma base para nossa compreensão moderna de por que os bancos são necessários, também por que

são vulneráveis e o que se pode fazer a respeito disso”, explicou John Hassler, do Instituto de Estudos Econômicos Internacionais da Universidade de Estocolmo, que compõe a comissão do prêmio.

As contribuições que renderam o Nobel foram publicadas há quase quatro décadas. Em 1983, Bernanke escreveu um trabalho, inovador na época, no qual explicava como o colapso de bancos pode propagar e ampliar crises financeiras, em vez de ser apenas o resultado delas. Diamond e Dybvig escreveram, também em 1983, um artigo no *Journal of Political Economy*, em que formularam modelos teóricos sobre o funcionamento e as vulnerabilidades do sistema bancário.

NOBEL DA PAZ VALORIZOU ESFORÇOS PARA DOCUMENTAR CRIMES DE GUERRA E ABUSOS CONTRA DIREITOS HUMANOS

PAZ

No ano em que a Europa se viu tragada pelo maior conflito bélico travado dentro de suas fronteiras desde a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) – a invasão da Ucrânia pela Rússia –, a Academia Real de Ciências da Suécia premiou com o Nobel da Paz um ativista e duas entidades do continente que atuam em defesa dos direitos humanos: o bielorrusso Ales Bialiatski, de 60 anos, e as organizações Memorial, da Rússia, e Center for Civil Liberties, da Ucrânia.

Bialiatski é um combativo defensor dos direitos humanos em seu país, uma autocracia comandada há 28 anos por Alexander Lukashenko. Ele se tornou um dos líderes do movimento pró-democracia na Bielorrússia nos anos 1980 e, em 1996, fundou a Viasna (Primavera), a mais proeminente organização bielorrussa de



Bialiatski e integrantes das organizações Memorial e Center for Civil Liberties

defesa dos direitos humanos. Após protestos contra o regime em 2020, foi preso e continua encarcerado sem julgamento.

Em Moscou, a organização Memorial nasceu no fim do regime comunista. Após o colapso da União Soviética, em 1991, a entidade criou um centro de documentação sobre os horrores vividos pela população sob a liderança de Josef Stalin (1878-

1953) e, nos últimos anos, tem compilado informações sobre a opressão política e as violações dos direitos humanos no país. O terceiro premiado foi a organização ucraniana Center for Civil Liberties, fundada em 2007. Desde a invasão russa neste ano, a entidade vem identificando e documentando crimes de guerra cometidos pelas forças russas. ■

IG NOBEL PARA ESCORPIÕES CONSTIPADOS

Sátira do maior prêmio do mundo científico seleciona trabalho de dupla da Universidade de São Paulo na categoria Biologia

Maria Guimarães



Todos os anos, a premiação do Nobel é precedida pela sua versão satírica, o Ig Nobel, que em setembro teve sua 32ª edição. A divertida cerimônia, que desde 2020 migrou para formato remoto em consequência da pandemia de Covid-19, incluiu entre os premiados, na categoria Biologia, a colombiana Solimary García Hernández e o brasileiro Glauco Machado, que foi seu orientador na Universidade de São Paulo (USP). O trabalho investigou as consequências da capacidade de escorpiões do gênero *Ananteris* perderem a ponta da cauda quando capturados. Em tom de brincadeira, a premiação se propõe a destacar pesquisa científica que faça rir, e depois pensar.

O que rendeu a seleção, e que Machado classifica como “bizarro, extraordinário

e radical”, é que no processo de soltar a cauda os escorpiões perdem parte dos órgãos e do sistema digestivo, inclusive o ânus, e passam o resto da vida sem poder defecar – o que gera um acúmulo de dejetos na cavidade abdominal. Essa constipação poderia afetar vários aspectos da vida, como a reprodução e a locomoção.

Mas três artigos científicos indicaram que a estratégia vale a pena e, por isso, é favorecida pela seleção natural. No caso, permite que o escorpião sobreviva, em vez de virar refeição, e consiga se reproduzir depois, superando alguns percalços: machos precisam se esforçar mais para atrair a atenção das fêmeas, o que fazem com movimentos da cauda, e elas produzem menos filhotes, já que têm menos espaço para a gestação. Também têm dificuldade de caçar

presas grandes, pela falta do ferrão que injeta veneno, mas ainda conseguem se locomover bem e não se saem mal em corridas experimentais.

Avisada com antecedência sobre ter sido selecionada, García fez um escorpião de pelúcia com uma aparência biologicamente correta: garras finas, ferrão cilíndrico, cor clara e ânus bem marcado, capaz de destacar a cauda (ou autotomizar) por meio de uma junção com velcro. “Precisava ter as características de *Ananteris*”, conta ela, que teve a ajuda remota da mãe, que está na Colômbia, e de uma pequena máquina de costura que comprou para seu projeto atual. Seu marido, o artista John Uribe, ajudou a transformar a sala de Machado em cenário para o recebimento do prêmio. A bióloga também editou o vídeo com 1 minuto de duração destinado

a contar a pesquisa ao público não especializado, uma exigência da organização.

Entre janelas de teleconferência por zoom, eles receberam o prêmio do físico Jerome Friedman, ganhador do prêmio Nobel em 1990 por descobertas fundamentais ao entendimento dos quarks, e do matemático Marc Abrahams, editor da revista *Annals of Improbable Research* [Anais da Pesquisa Improvável] e mestre de cerimônias do evento. O prêmio é um cilindro com temas do prêmio impressos, supostamente para que cada pesquisador guarde dentro todo o seu conhecimento, e uma nota de 10 trilhões de dólares do Zimbábue.

Entre brincadeiras tradicionais como os lançamentos de aviões de papel, palestras miniaturizadas nas quais pesquisadores explicam seu tema de estudo em 24 segundos e depois em sete palavras, e uma divertida opereta, Abrahams anun-

cia os premiados, sempre a partir de um artigo científico.

Na categoria Cardiologia Aplicada, um grupo internacional revelou a sincronização do ritmo cardíaco entre pessoas que, ao se conhecerem, se sentem atraídas umas pelas outras. Essa sincronização é mais reveladora do potencial romântico do que outros parâmetros, como a taxa de batimentos cardíacos e o encontro de olhares.

O prêmio de Literatura tratou do caráter impenetrável de documentos legais, em comparação com leituras cotidianas, como livros infantis e gibis, e com o discurso comum. Os autores, do Canadá, Reino Unido, Estados Unidos e Austrália, defenderam que textos compreensíveis podem trazer mudanças benéficas à sociedade.

Um grupo polonês levou o prêmio de Medicina por mostrar que tomar sorvete pode minimizar o desenvolvimento de

mucosite como efeito colateral de quimioterapia. O autor explicou que chupar gelo também funciona, mas o tratamento auxiliar com sorvete tem maior adesão, e que se trata de medicina baseada em evidências.

Um designer japonês foi selecionado em Engenharia por calcular quantos dedos as pessoas usam para girar botões de tamanhos distintos, algo útil para o projeto de uma diversidade de aparelhos.

O prêmio de História da Arte foi para uma pesquisa multidisciplinar que reuniu pesquisadores da Holanda, Guatemala, Áustria e Estados Unidos, sobre o uso de enemas – a aplicação de substâncias por via anal. A execução está registrada em cerâmicas maias, mostrando detalhes de sua prática medicinal e ritual.

Em Física, o prêmio foi para dois grupos: um artigo publicado em 2021 por pesquisadores do Reino Unido, da China e da Turquia, e outro de 1994, por um norte-americano. Embora não concordem completamente entre si nos detalhes físicos, os estudos mostraram o benefício de filhotes de patos nadarem em fila atrás da mãe. Os autores do trabalho mais recente defenderam que o conhecimento pode ser útil para o desenho de embarcações e estratégias de navegação de frotas.

O prêmio da Paz foi para um grupo internacional que desenvolveu um algoritmo que ajuda fofoqueiros a decidirem quando falar a verdade e quando mentir, com base no que se prevê que os interlocutores estão fazendo.

Em Economia, italianos mostraram que a sorte é mais importante que o talento para o sucesso, e um sueco foi selecionado na categoria Engenharia de Segurança por desenvolver um modelo para entender como carros podem evitar colisões com alces.

Ao longo dos próximos meses serão divulgadas palestras de 10 minutos, gravadas pelos vencedores, com explicações mais detalhadas. Um pouco preocupados, inicialmente, com a possibilidade de serem ridicularizados pela premiação, García e Machado ressaltam o interesse dos estudos escolhidos e o potencial de difusão a partir do tratamento bem-humorado. “É isso que eu imaginava desde criança, fazer ciência pela curiosidade”, diz ela. ■



Em cenário preparado na USP, dupla recebe o prêmio e demonstra estudo com escorpião de pelúcia (ao lado). Marc Abrahams conduziu a cerimônia remota com algumas referências ao histórico de encontros presenciais (abaixo)



AMBIENTE

UM OCEANO DE PLÁSTICO

Estudos revelam o impacto do material polimérico sobre organismos e ecossistemas marinhos e alertam sobre riscos

Frances Jones





Dos grandes acúmulos de lixo visíveis na superfície ao leito mais profundo do oceano, o plástico está por toda parte no ambiente marinho. Estima-se que há acumulado entre 86 milhões e 150 milhões de toneladas (t) do material, em seus inúmeros formatos, composições e tamanhos, que podem demorar séculos para se decompor. Só o Brasil lança potencialmente no ambiente 3,44 milhões de t de sacolas plásticas, garrafas PET, canudos, embalagens de xampu e isopor a cada ano, segundo um recém-divulgado estudo do projeto Blue Keepers realizado pelo Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU) no Brasil (ver reportagem na página 62). Como seu uso é relativamente recente, popularizando-se apenas depois da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e intensificando-se a partir dos anos 1970, muitos dos efeitos sobre organismos e ecossistemas ainda são desconhecidos, em especial os das partículas menores. Mas um robusto corpo de evidências aponta para consequências importantes e graves.

Na Conferência do Oceano, promovida pela ONU no fim de junho em Lisboa, a poluição marinha por plástico ganhou destaque. Especialistas ressaltaram a sua ligação com as mudanças climáticas, já que 4,5% das emissões de carbono estão relacionadas à produção e ao descarte de material polimérico – por exemplo, como resultado da lenta decomposição química do lixo despejado no mar. “Nossos oceanos se encontram em um estado crítico e numerosas ações são necessárias”, disse o secretário de Estado da Suécia para a Mudança Climática e o Ambiente, Anders Grönvall, na abertura de um dos eventos da conferência que buscou tratar de inovações para combater esse tipo de poluição. “Não podemos ignorar que os plásticos são a maior parte do lixo marinho. Oitenta por cento do lixo de plástico encontrado no oceano tem origem terrestre e a previsão é de que ele triplique até 2040 se não houver uma ação significativa.”

Plásticos poluem o mar do sul da China, junto à costa do Vietnã

A ONU declarou o período de 2021 a 2030 como a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável – ou a Década do Oceano. Embora a poluição por plásticos seja a mais preocupante, os ambientes marinhos também são impactados por outras fontes como derramamento de petróleo, despejo de rejeitos de mineração e lançamento de esgoto doméstico e industrial sem tratamento.

No primeiro semestre deste ano, a organização não governamental (ONG) internacional WWF divulgou um relatório, elaborado pelo Instituto Alfred Wegener – Centro Helmholtz para Pesquisa Polar e Marinha, na Alemanha, com uma conclusão desalentadora. Mesmo se toda a poluição por plástico cessasse hoje, o nível de microplásticos (ver Pesquisa FAPESP nº 281), aqueles que não passam de 5 milímetros (mm) de tamanho, dobraria até 2050 nos oceanos. Isso ocorreria porque os plásticos já existentes nesse ambiente vão se partindo em fragmentos cada vez menores, sem ter sua estrutura principal modificada. O documento faz uma revisão de 2.592 estudos científicos que tratam do impacto desse tipo de poluição sobre as espécies, a biodiversidade e os ecossistemas marinhos. Dezenas de artigos citados têm como autores pesquisadores brasileiros.

“Em algumas épocas do ano há mais microplástico do que larva de peixe em suspensão na água junto com o plâncton”, comenta o ecólogo marinho Mário Barletta, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que assina pelo menos 10 trabalhos mencionados pelo relatório. Especialista em ecologia de estuário, Barletta investiga o ambiente aquático de transição entre o rio Goiana, na porção norte de Pernambuco, e o mar. “Tomo esse estuário como referência para explicar o fenômeno para todos os estuários tropicais. E olha que o local é muito bem preservado.”

Um de seus artigos, publicado em 2019 na revista *Science of the Total Environment*, descreve uma transferência da contaminação por microplástico dentro da teia trófica, a partir do material achado no estômago de um robalo. Nos diferentes ecossistemas, a sequência de organismos que servem de alimento para o outro (“quem come quem”) é chamada de cadeia alimentar. A interação das diversas cadeias alimentares de um ecossistema é chamada de teia trófica.

“Encontramos uma presa muito bem preservada no interior do peixe e, ao abrir essa presa, havia microplástico. Esse achado sugere que os predadores de topo, como os robalos e as pescadas, estão se contaminando não apenas com o microplástico do ambiente, mas também com as presas deles, de outros peixes, que já estão contaminados. É algo muito mais sério.”

Alguns pesquisadores propõem usar determinados animais marinhos, como mexilhões e



Com a ação do tempo, o plástico se degrada no mar em fragmentos

ostras, como monitores ou bioindicadores da qualidade do ambiente e dos possíveis riscos apresentados pelo plástico à segurança alimentar humana. “Esses animais são filtradores. Eles têm um órgão, chamado brânquia, que funciona como uma rede que filtra a água do mar para eles comerem o que tem ali. Acabam consumindo o plástico e o material fica em seu interior por um período de tempo. Podemos usar isso como um indicativo indireto do que há no ambiente”, explica o biólogo Alexander Turra, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP) e coordenador da cátedra Unesco para Sustentabilidade do Oceano.

Um dos artigos no qual Turra é coautor é de um trabalho feito em colaboração internacional, com parceiros da China, da Noruega e de outros locais para coletar moluscos bivalves na natureza e nos mercados a fim de avaliá-los para esse possível uso duplo (como bioindicador ambiental e na segurança alimentar). “Estamos trabalhando em seis subprojetos em diferentes localidades, como no litoral do Paraná e de São Paulo, na Austrália e nos oceanos Atlântico e Pacífico.” Esse último é executado em parceria com a iniciativa Voz dos Oceanos, da família Schurmann, e tem apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma). Apaixonados pelos mares, os Schurmann são uma família de velejadores brasileiros que estão em sua quarta volta ao redor do mundo a bordo de um veleiro.

Além da quantidade de itens, os pesquisadores conseguem observar o tipo e a origem do material no interior desses organismos. “No fundo da baía de Paranaguá, no Paraná, encontramos muitos resíduos derivados da degradação de pneus, que vêm dos caminhões que passam pela Estrada da Graciosa, na serra do Mar. Essa impressão digital dos tipos e das quantidades de plástico varia de lugar para lugar”, explica Turra. Em São Paulo, segundo ele, observam-se muito mais fibras associadas a roupas sintéticas, que se desprendem durante a lavagem e chegam no mar em razão da

baixa cobertura de coleta e ineficiência do tratamento de esgoto.

As zonas costeiras, no entanto, não são as que apresentam a maior quantidade de partículas microplásticas – embora sejam as que registram o maior número de itens com mais de 5 mm, que, por algumas classificações, já são chamados de macroplásticos. Segundo os estudos citados pelo relatório da WWF, o leito oceânico pode ter concentrações maiores até que as dos grandes giros oceânicos, locais para onde as correntes costumam concentrar o lixo, formando enormes manchas flutuantes. Quase nada se sabe ainda sobre a distribuição e a concentração de nanoplásticos, os fragmentos com dimensões inferiores a 0,1 micrômetro (o equivalente a 1 milésimo de mm), invisíveis a olho nu e capazes de entrar na corrente sanguínea.

Para plásticos um pouco maiores, pesquisadores sugerem a observação de diversos animais como indicadores da poluição. Em artigo publicado em 2016 na revista *Ecological Indicators*, o biólogo Leonardo Lopes Costa, da Universidade Estadual do Norte Fluminense (Uenf), e colegas afirmam que os ninhos feitos por atobás-marrom (*Sula leucogaster*) podem ter essa função. Sessenta e um por cento dos ninhos analisados em dois conjuntos de ilhas em Arraial do Cabo

e em Macaé, no norte fluminense, tinham em sua composição lixo que refletia a quantidade de plástico e de material de pesca nas águas circunvizinhas. “Sabemos que essas aves usam o plástico como material de nidificação [para construção do ninho], mas ainda desconhecemos as consequências disso para os filhotes e para os adultos. Também não sabemos se serve para outra finalidade, como a corte reprodutiva”, diz Costa.

O pesquisador da Uenf verificou ainda outro uso inusitado do plástico por animais marinhos nas praias da região Sudeste, ao constatar que caranguejos-fantasma (*Ocypode quadrata*) colocam de propósito em suas tocas fragmentos do material, em especial os mais maleáveis, como canudos, cordas e esponjas. “Vimos que as taxas de ocupação eram mais que o dobro nas tocas contendo lixo do que nas que não continham. As sem lixo, em geral, já haviam sido abandonadas pelos caranguejos. A nossa hipótese, que ainda precisa ser testada, é de que o plástico seja usado como uma marca de localização por esses invertebrados, uma vez que alguns estudos sugerem que essa espécie tem certa fidelidade por suas tocas. É um comportamento chamado de ‘homing’.”

Embora a interação das espécies marinhas com o material plástico nem sempre tenha uma consequência negativa, diversos pesquisadores investigam os efeitos deletérios aos animais e organismos, como ferimentos ou morte, redução

Bacias, garrafas e sacos poluem a praia de Botafogo, no Rio de Janeiro



da mobilidade, alteração do consumo alimentar e da função celular. Um importante efeito negativo do plástico ocorre via ingestão. O material pode bloquear os sistemas digestórios, causar lesões internas e criar uma falsa sensação de saciedade, alterando ou reduzindo o padrão de consumo de alimentos – e, com isso, causando um impacto negativo no crescimento, na resposta imune, na fertilidade e na reprodução.

O médico veterinário Gustavo Rodamilans de Macedo, doutor em ciência animal nos trópicos e coordenador do Projeto Baleia Jubarte, na Bahia, realizou necrópsias em 45 tartarugas marinhas encontradas mortas em 2006 e 2007 no litoral norte baiano e publicou um artigo descrevendo que em 60% delas foram encontrados resíduos de lixo, principalmente de pesca.

“Em tartarugas, a ingestão de resíduos, como saco plástico, tampinha de garrafa, lacre ou pedaços de corda de pesca, pode causar compactação, perfuração do estômago, úlceras e acúmulo de gases. Esse é o tipo de interação que a gente mais vê, em especial na tartaruga-verde [*Chelonia mydas*], que se alimenta de algas. E tem muito lixo junto às algas”, afirma o veterinário, que trabalhou durante mais de 15 anos no Projeto Tamar, de conservação de tartarugas marinhas. “Comprovei no meu estudo que é preciso analisar o trato digestório todo para verificar a interação do animal com o lixo. Estatisticamente, se eu pegar uma tartaruga e só analisar o estômago e o esôfago, não posso dizer nada. Na maioria das vezes, o plástico está no intestino grosso.”

O biólogo Robson Henrique de Carvalho, doutor em ecologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), também publicou artigo sobre a ingestão do lixo por tartarugas marinhas, só que no litoral fluminense. Nesse estudo, 39% entre 23 animais de cinco espécies diferentes achados em 2011 mortos ou prestes a morrer nas praias de Búzios e Cabo Frio continham em seu interior lixo marinho.

Carvalho e colegas estimam que a ingestão de resíduos seja a principal causa de mortalidade de muitas tartarugas marinhas no país, mas afirmam que mais estudos são necessários. “Vários pesquisadores, institutos e até empresas que fazem monitoramento de praias recorrem à metodologia de fazer a necrópsia do animal e ver se há ou não lixo no trato digestório, mas em geral esses dados não são publicados. Temos muito mais dados, mas pouca publicação em revista científica.”

Os pesquisadores ressaltam que é importante contabilizar e analisar os dados sobre o lixo plástico a fim de identificar a origem e as consequências do problema e, assim, contribuir para a elaboração de políticas públicas direcionadas à questão. “Esse é um problema complexo, com várias fontes e muitos caminhos complementares para agir”, aponta Turra. “Só teremos sucesso se conseguirmos integrar os diferentes atores da sociedade e criar as condições necessárias que levem à transformação para um planeta sem lixo no mar.”

De acordo com o pesquisador, embora o Ministério do Meio Ambiente não esteja exercendo o seu papel de coordenar essa frente no Brasil, alguns estados estão preenchendo a lacuna. “São Paulo já internalizou a temática de lixo no mar em políticas públicas estaduais e trabalha para combater o problema”, destaca Turra. Com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do governo estadual paulista, o Instituto Oceanográfico da USP, em parceria com o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) e a embaixada da Noruega, implementa o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar (Pelmalm). “Uma das metas do plano é gerar indicadores para podermos compreender o problema e monitorar os avanços. A outra é desenvolver ações moldadas em função das diferentes frentes de atuação que o Estado pode assumir.”



Cordas, sacos e outros tipos de lixo descartados em terra causam impacto no bem-estar de animais marinhos



Manguezal no Guarujá, no litoral paulista: ecossistema em risco

A equipe do Pemalm, cuja implementação foi iniciada em São Paulo em janeiro deste ano, alimenta a plataforma de indicadores com dados relacionados à geração do lixo, gestão do resíduo, volume de reciclagem, quantidade de lixo encontrado nas praias e em outros ambientes marinhos e os efeitos econômicos e ecológicos disso. Outros cinco estados brasileiros deverão adotar essa abordagem: Amapá, Ceará, Bahia, Rio de Janeiro e Paraná.

Entre os ecossistemas-chave sob maior risco em razão dos plásticos estão as áreas de recifes de corais e os manguezais, alertam os pesquisadores. Ambos fornecem serviços vitais para o planeta, entre eles a manutenção da produtividade pesqueira e da biodiversidade. Artigo publicado em 2010 na revista *Marine Pollution Bulletin* traz os resultados de uma pesquisa que avaliou oito áreas de manguezal em São Vicente, na costa de São Paulo.

“Utilizamos para o lixo o mesmo método de amostragem usado para medir os organismos vivos e a densidade de plantas”, conta a bióloga Tânia Marcia Costa, do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* do Litoral Paulista. “Em termos de densidade por metro quadrado, o plástico domina; ou seja, ele ocupa mais espaço. Quando avaliamos o peso

[dos resíduos sólidos], constatamos uma diferença, porque encontramos muita madeira. Isso se explica porque a região ao redor das ilhas de manguezal está associada a uma área grande de favela com palafitas de madeira.” Como a madeira se degrada rapidamente, seu impacto no ambiente não é tão grande, afirma o estudo.

Costa ressalta que é importante entender o papel de cada poluente sobre os ecossistemas. “As regiões de manguezal, que são sumidouros de carbono, têm como característica a deposição constante de sedimentos e os animais se alimentam do que está depositado ali. Com isso, o microplástico se torna um problema muito maior, apesar de o macroplástico também causar preocupação.”

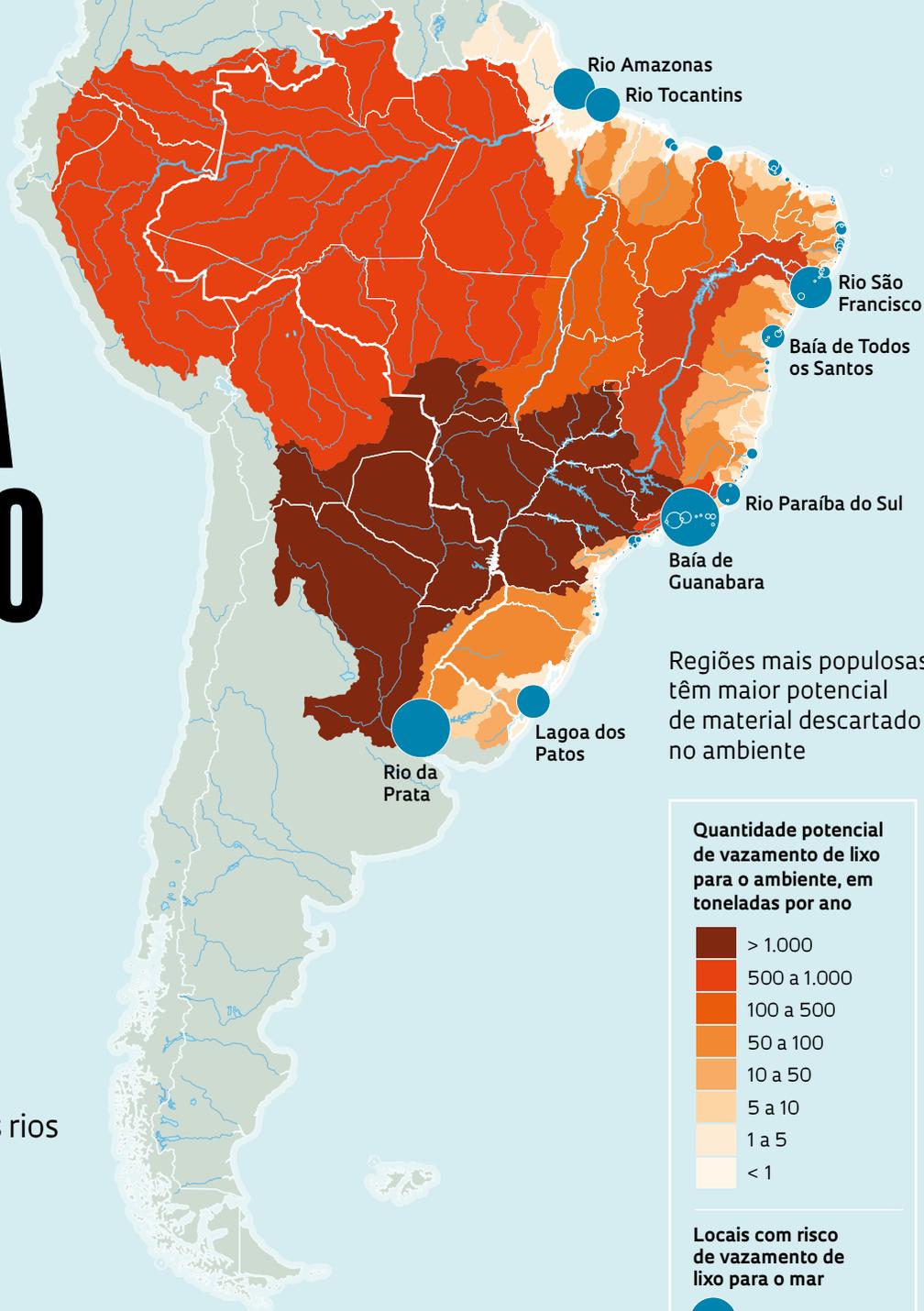
O relatório da WWF destaca que a questão do plástico no mar não deve ser considerada de forma isolada. Outras ameaças causadas pelo homem se somam ao lixo dos polímeros, como o aquecimento das águas, a pesca excessiva, a acidificação dos oceanos, a destruição e fragmentação de habitats, a navegação e a poluição sonora submarina e a causada por outros poluentes químicos. A abordagem mais importante, sustenta o documento, bem como os pesquisadores brasileiros entrevistados, é evitar o lixo plástico no ambiente, reduzindo a produção do material. ■

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

A ROTA DO LIXO ATÉ O MAR

Estudo da ONU indica as cidades brasileiras que mais descartam resíduos plásticos e os rios que os transportam

Carlos Fioravanti



FONTE BLUE KEEPERS / USP

Pode ser produtivo examinar os municípios do interior do país e as redes de rios para saber de onde vêm as garrafas plásticas, embalagens de xampus, cotonetes, sacolas, copos e talheres descartáveis, partes de caixas de isopor e outros materiais plásticos que chegam à costa brasileira e poluem o mar. Em um diagnóstico divulgado em outubro, elaborado pela Blue Keepers, projeto da Plataforma de Ação pela Água e Oceano do Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU) no Brasil, sete cidades sem praias marinhas – Manaus (AM), Teresina (PI), Brasília (DF), Goiânia (GO), Campo Grande (MS), Belo Horizonte e Contagem (MG) – despontaram como as cidades com maiores quantidades de lixo plástico descartado que chegam ao mar principalmente por meio dos rios Amazonas, Tocantins, São Francisco, Tietê e Paraná e seus afluentes. A elas se somam as cidades costeiras, desde Belém (PA) até Porto Alegre (RS), e duas capitais próximas ao litoral, São Paulo e Curitiba (PR).

Elaborado com base na renda *per capita* da população, no índice de saneamento e outros indicadores detalhados em um artigo publicado em outubro na *Journal of Environmental Management*, o diagnóstico aponta a região Norte como uma das principais fontes de materiais plásticos descartados no ambiente. Isso ocorre por falta de centrais de reciclagem e da vasta rede hidrográfica. A área com maior lançamento de lixo, por causa da grande densidade populacional, é a região Sudeste, além de partes da Centro-Oeste e Sul, cujos rios desaguam no rio Paraná.

A foz do rio Amazonas, a cidade de Belém, a foz do rio São Francisco, a baía de Guanabara, a lagoa dos Patos e a foz do rio da Prata, continuação do Paraná, foram indicadas como os locais com maior risco de vazamento de lixo plástico para o oceano, segundo o trabalho da Blue Keepers. Pesquisadores dos institutos Oceanográfico (IO) e de Estudos Avançados (IEA), da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), todos da Universidade de São Paulo (USP), e do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) participaram de sua elaboração, com apoio da Braskem e da Ocean Pact (*ver mapa*).

“O movimento dos plásticos rumo aos rios e ao mar depende muito da chuva, da inclinação do terreno e do vento”, disse Alexander Turra, do IO e da cátedra Unesco para Sustentabilidade do Oceano do IEA, ao apresentar os resultados preliminares do levantamento no congresso Diálogos da Cultura Oceânica, realizado em Santos (SP) em outubro. Segundo ele, o vento pode transportar resíduos de aterros sanitários que estejam à beira de rios.

“O problema não é só das populações costeiras, mas também do interior do país; precisamos levar essas informações para dentro da casa de cada brasileiro, para evitar o escape de resíduos plásticos”, comentou Gabriela Otero, coordenadora da Blue Keepers. As duas principais metas desse projeto da ONU até 2030 são reduzir 30% da quantidade de plástico que chega à costa do Brasil e fortalecer a gestão de resíduos sólidos em 100 municípios brasileiros.

CIDADES PRIORITÁRIAS

A primeira cidade a ser monitorada é o Rio de Janeiro. Outros municípios prioritários são Manaus, Belém, São Luís (MA), Fortaleza (CE), Natal (RN), João Pessoa (PB), Recife (PE), Maceió (AL), Aracaju (SE), Salvador (BA), Vitória (ES), São Paulo, Baixada Santista (SP) e Porto Alegre (RS). As medidas para reduzir a quantidade de lixo plástico fazem parte dos objetivos da Década do Oceano, criada pela ONU em 2020. Estima-se que, globalmente, 150 milhões de toneladas de plástico circulem nas águas marinhas atualmente.

De acordo com o estudo da Blue Keepers, cada brasileiro descarta em média 16 quilogramas de materiais plásticos por ano, dos quais boa parte apresenta alto risco de chegar ao mar. Valores mais altos foram registrados em municípios do litoral das regiões Sudeste e Sul que registram um grande aumento populacional durante o verão e feriados. Ainda de acordo com esse levantamento, chegam ao mar 3,4 milhões de toneladas de materiais plásticos descartados pelos brasileiros por ano, o equivalente a 47,8% dos 7,1 milhões de toneladas de plástico processado em 2021 no país, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast).

O estudo indicou que a coleta de resíduos plásticos deveria ser pensada regio-

nalmente e não apenas em cada município, que pode não ser necessariamente a fonte, mas o destino dos materiais indesejados. Marcos Libório, secretário de Meio Ambiente da prefeitura de Santos, concordou: “Nossa praia é limpa diariamente, mas não é o suficiente. Precisamos trabalhar com os nove municípios da Baixada Santista”.

Por ser uma cidade turística, a população de Santos pode passar dos atuais 433 mil moradores para cerca de 1,5 milhão nas temporadas de verão com sol, aumentando o risco de produtos plásticos chegarem ao mar. Em campanhas realizadas entre o outono de 2019 e o verão de 2020, uma equipe formada por pesquisadores das universidades federais de São Paulo (Unifesp) e de Pernambuco (UFPE) e do Instituto Mar Azul (IMA) coletou 62.638 itens de lixo marinho nas praias da cidade. Desse volume, a proporção de materiais plásticos, incluindo espuma de poliestireno, usada em embalagens, variou de 64,8% a 72,5%, como descrito em um estudo publicado em fevereiro de 2021 na *Marine Pollution Bulletin*.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada em 2010, prevê a definição de metas de redução, reutilização, reciclagem e a destinação ambientalmente adequada de materiais descartados para os próximos 20 anos. Em 2020, 74,4% dos municípios brasileiros haviam implantado, ainda que parcialmente, a coleta seletiva, uma das formas de atingir esses objetivos, mas 25,6% continuavam descartando os resíduos sem nenhum tratamento prévio, contrariando as normas vigentes, de acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos 2021 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe). Karen de Oliveira Silverwood-Cope, coordenadora-geral de Oceano, Antártica e Geociências do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), lembrou que ainda não há regulação para a gestão do plástico já despejado no ambiente. ■

Artigos científicos

ALENCAR, M. V. *et al.* How far are we from robust estimates of plastic litter leakage to the environment. *Journal of Environmental Management*. v. 323, 116195, p. 1-11. 2 out. 2022.

RIBEIRO, V. V. *et al.* Marine litter on a highly urbanized beach at Southeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. v. 163, 111978, p. 1-8. set. 2021.

ENGENHARIA FLORESTAL

CLONES REFLORESTAM BRUMADINHO

Técnica experimental inovadora
recorre a hormônios e enxertia para
multiplicar árvores nativas e acelerar
seu tempo de florescimento em
áreas de desastres socioambientais

Domingos Zapparoli



Vista aérea de trecho atingido pelo rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão, da Vale, em janeiro de 2019

Uma nova abordagem de reflorestamento de árvores nativas elaborada por pesquisadores do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, está sendo testada na área impactada pelo desastre socioambiental causado pelo rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Vale em Brumadinho, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, em 2019. Outras três áreas próximas a barragens de mineração no estado já estão sendo avaliadas para implementação, de forma experimental, da técnica. O mesmo ocorre no entorno da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, em Altamira, no Pará.

Nomeada “Resgate de DNA e indução de florescimento precoce em espécies florestais nativas”, a técnica utiliza enxertia e hormônios preparados especificamente para cada espécie de árvore, teve seu pedido de patente registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) há três anos e gerou um artigo na publicação científica *Annals of Forest Research*, em março de 2020. “Árvores como o ipê-amarelo ou o jequitibá, que levariam de oito a 10 anos para se tornarem adultas, com a técnica, levam um ano para florescer”, relata o engenheiro florestal Gleison dos Santos, professor da UFV e responsável pela pesquisa. Uma árvore é considerada adulta quando entra em idade reprodutiva, ou seja, floresce, gerando flor, frutos e sementes.

O trabalho se inicia com uma vistoria dos engenheiros florestais à área impactada para um levantamento das espécies nativas e a identificação de exemplares de árvores que podem não sobreviver ao dano – no caso de Brumadinho, gerado pela lama com rejeitos de minério de ferro. O passo seguinte é coletar galhos da copa das árvores e levar ao viveiro da UFV, onde são enxertados em parte da raiz ou no caule de outra árvore da mesma espécie ou da mesma família arbórea, produzindo uma cópia dessa árvore enxertada, um clone.

Nesse processo, a planta é submetida a um conjunto de hormônios reguladores de crescimento, preparados pela UFV especificamente para cada família de árvores nativas, que aceleram a transição da planta juvenil para o estágio adulto. “Essa é a etapa mais difícil do processo, pois exige um ajuste de doses e de épocas de aplicação. Cada espécie tem uma receita”, explica o engenheiro florestal Luis Eduardo Aranha Camargo, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), que não participou da pesquisa.

O passo seguinte é a introdução dos clones no local de reflorestamento. O florescimento das árvores atrai insetos, abelhas, beija-flores, roedores e outros polinizadores e dispersores de sementes, que vão, a seu tempo, frutificar. “A partir desse

momento, o ecossistema pode ser considerado restaurado”, diz Santos.

A enxertia, método que une partes de um vegetal em outro para obter um melhor desenvolvimento da planta, é comum na agricultura, com aplicação disseminada na horticultura, na fruticultura e na produção de árvores com forte apelo comercial, como eucaliptos e pinus. O objetivo nesses casos geralmente é propagar indivíduos geneticamente superiores para que possam florescer precocemente, acelerando os cruzamentos.

O trabalho da UFV, no entanto, é inovador por utilizar a técnica em espécies de árvores nativas sob risco de extinção, o que demanda estudos para entender a afinidade entre o chamado “cavalo” ou porta-enxerto e o galho da árvore que será clonado, que recebe o nome de “cavaleiro” ou enxerto. É dessa forma que os botânicos, agrônomos e engenheiros florestais denominam as partes oriundas das árvores que querem preservar. Os tecidos do cavalo e do cavaleiro são unificados e, assim, a transmissão de água, sais minerais, compostos fotossintetizados e características fisiológicas irá ocorrer normalmente.

Tradicionalmente, os engenheiros florestais privilegiam o plantio de mudas de árvores nativas como forma de resgatar o ecossistema impactado por atividade humana, incêndio ou outros desastres. Muitas vezes, as mudas de árvores são obtidas em viveiros de outras regiões nas quais a espécie também é nativa. Essas plantas trazidas de fora, no entanto, precisam se adaptar ao novo ecossistema, algo que não está livre de riscos, inclusive de morte prematura.

O engenheiro florestal Raul Firmino dos Reis, analista ambiental da Vale, destaca que, ao introduzir um clone gerado a partir do material genético resgatado de árvores que habitam a área impactada, a técnica desenvolvida em Viçosa tem o potencial de reduzir o risco de adaptação da nova planta. “O clone carrega o genoma da árvore-matriz, que tem um histórico de adaptação àquele ecossistema específico. Está mais apto a se defender de pragas e parasitas da microrregião e está acostumado ao ciclo local de chuvas e secas”, diz Reis.

“Em teoria, a técnica da UFV pode gerar um ganho adicional no processo de adaptação das mudas ao ecossistema. Ainda precisamos saber se, na prática, fará uma diferença significativa”, afirma o engenheiro florestal Dario Grattapaglia, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília. “Ao clonar um grupo de árvores geneticamente relacionadas e reintroduzi-las no seu local de origem, é teoricamente possível manter um perfil da diversidade genética semelhante àquele que era observado na região de Brumadinho antes dos danos gerados pelo desastre”, complementa.

A EXPERIÊNCIA EM BRUMADINHO

O desenvolvimento da técnica já estava em fase avançada na UFV em janeiro de 2019, mas faltava ser testada em campo, quando ocorreu o rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão, da Vale, em Brumadinho, resultando em um dos maiores desastres socioambientais do país. Foram 270 vítimas fatais, das quais quatro continuam desaparecidas. A lama gerou uma devastação no ambiente que im-



Passo a passo da técnica

Nova metodologia faz com que o tempo de florescimento de algumas espécies caia de oito para um ano

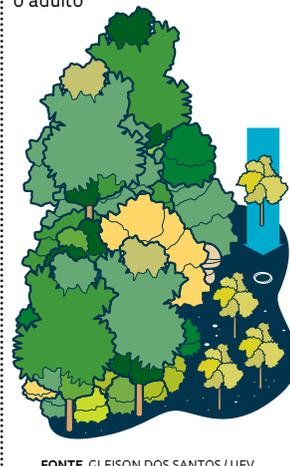
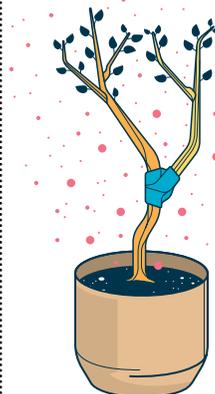
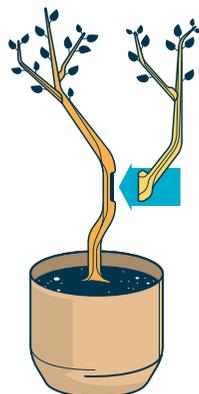
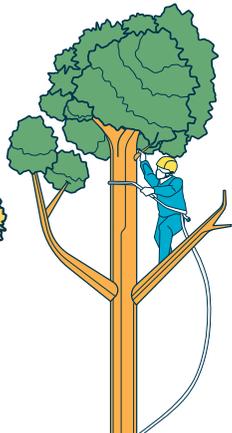
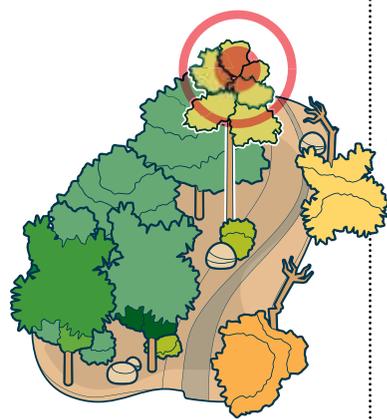
1. Em áreas atingidas por desastres ambientais ou a serem reflorestadas, pesquisadores identificam árvores nativas que podem não sobreviver ao dano

2. O passo seguinte é fazer o resgate do material genético das espécies de interesse recolhendo galhos da copa das árvores sobreviventes

3. No viveiro da UFV, o material é enxertado em parte da raiz ou no caule de outro indivíduo da mesma espécie ou família

4. O clone resultante da enxertia recebe hormônios preparados pelos pesquisadores para acelerar especificamente o florescimento daquela espécie

5. A planta é introduzida na área de reflorestamento, onde completa a transição do estágio juvenil para o adulto



FONTE GLEISON DOS SANTOS / UFV



Pesquisador da UFV coleta amostra de jequitibá-rosa para clonagem em laboratório (à esq.); muda resultante do processo de cópia de DNA (acima)

pactou 297 hectares (ha), o equivalente a 275 campos de futebol, e afetou a bacia do rio Paraopeba.

Após a tragédia, a Vale fechou um acordo de indenizações e reparação de danos socioambientais com o governo mineiro, a Defensoria Pública e os ministérios públicos Federal e de Minas Gerais. A companhia também se comprometeu a eliminar até 2035 todas as suas 30 barragens a montante (apoiadas sobre rejeitos), como a de Brumadinho, e, enquanto isso não ocorre, reforçar as estruturas de contenção das barragens em operação.

A área total de florestas afetadas em Brumadinho foi de 146 ha. Até setembro, 27 ha haviam recebido 70 mil mudas de árvores nativas, entre as plantadas em viveiros e os clones gerados na UFV. Até agora, foram plantadas mil mudas de cinco espécies: ipê-amarelo, jacarandá-da-baía, jequitibá-rosa, braúna e pequi. O número limitado de mudas clonadas em comparação às oriundas de viveiros se justifica por tratar-se de um teste de uma nova tecnologia que pode ou não se mostrar mais interessante do que os métodos convencionais para fazer o reflorestamento total ou parcial de uma área. O acordo da Vale com a UFV prevê o fornecimento de 6 mil mudas clonadas de 30 espécies diferentes em três anos. “Estamos desenvolvendo os hormônios adequados para as demais famílias de espécies que serão reflorestadas”, diz Santos.

Segundo Firmino dos Reis, a recuperação da região de floresta segue o ritmo da liberação das áreas impactadas pelo Corpo de Bombeiros de Minas Gerais. Quando uma nova área está disponível, o processo de restauração se inicia com uma análise química sobre a fertilidade do solo e possíveis cor-

reções. Na sequência é promovida a revegetação, com o plantio de gramíneas que farão a proteção do solo. As duas etapas demandam um total de 30 a 60 dias, de acordo com o ciclo de chuvas. A restauração florestal, que se inicia com o plantio de mudas com 50 a 70 centímetros, é a fase seguinte.

A participação da UFV na recuperação ambiental de Brumadinho despertou o interesse de outras mineradoras, que também estão realizando trabalhos de descaracterização e restauração de suas barragens a montante, como determinado pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Anglo American, Gerdau e Vallourec já fecharam acordos com a UFV e juntas vão demandar mais 3 mil mudas.

Em Altamira, no Pará, a empresa Norte Energia, controladora da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, lançou uma chamada para a seleção de projetos de pesquisa e desenvolvimento visando à instalação de um projeto-piloto de reflorestamento com árvores nativas na área a jusante do lago da usina, no rio Xingu. O objetivo é recuperar a vegetação nativa e árvores frutíferas típicas da região que fazem parte da alimentação de peixes e quelônios do Xingu.

A proposta vencedora foi apresentada pela Universidade Federal do Pará (UFPA) em parceria com a UFV e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). “A técnica da UFV permitirá acelerar muito a obtenção de resultados”, diz o zoólogo Emil José Hernandez Ruz, da UFPA. “E isso é fundamental para nosso objetivo de garantir a alimentação da fauna local.” ■

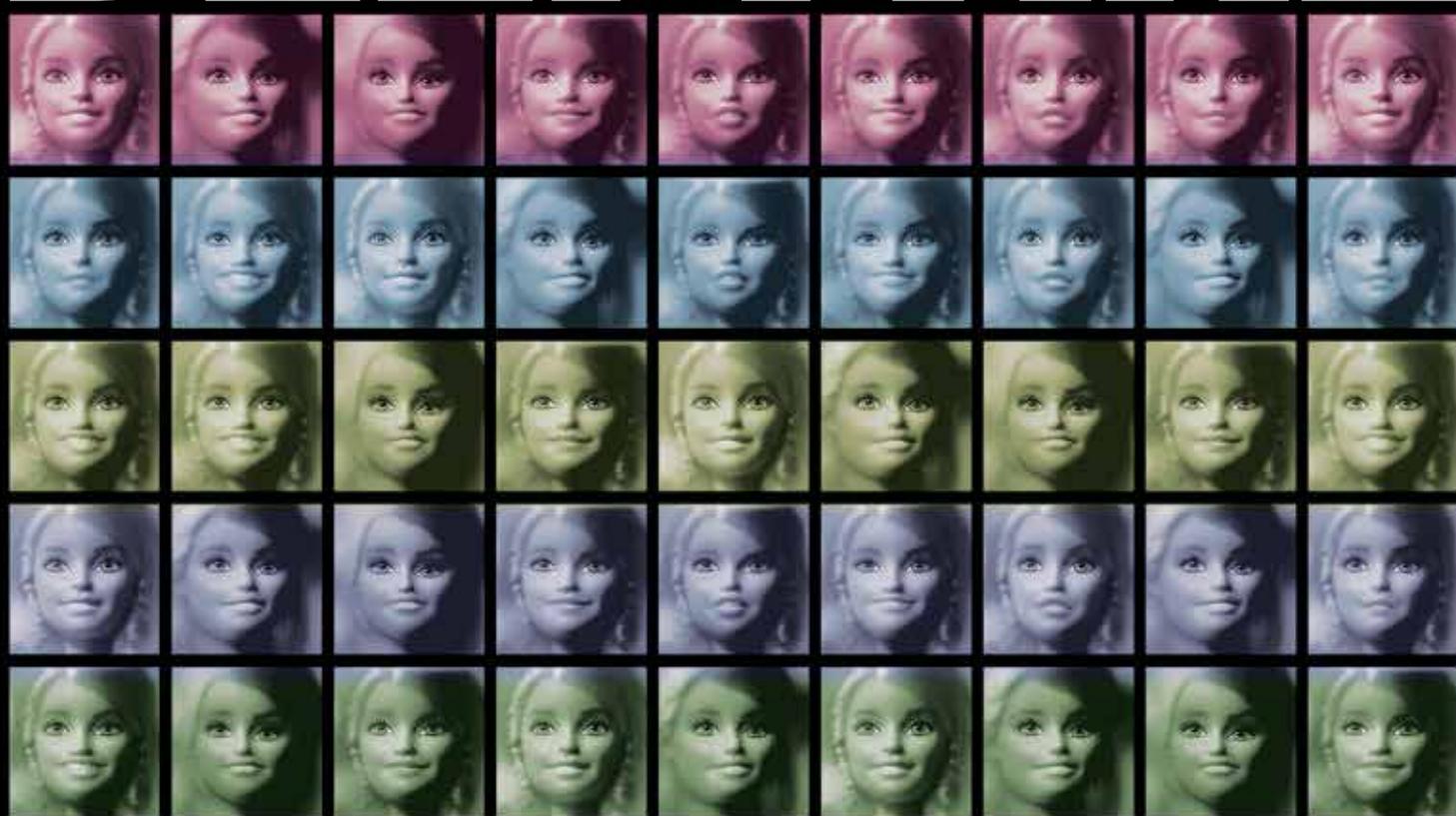
Artigo científico

MENDES, G. C. M. *et al.* Flowering acceleration in native Brazilian tree species for genetic conservation and breeding. *Annals of Forest Research*. 16 mar. 2020.

COMPUTAÇÃO



DEEPFAKE



Algoritmo detecta imagens e vídeos alterados com inteligência artificial, o novo estágio tecnológico para disseminação de desinformação

Sarah Schmidt

Em setembro, um vídeo adulterado do *Jornal Nacional*, principal noticiário da rede Globo de televisão, ganhou as redes sociais. Nele, os apresentadores William Bonner e Renata Vasconcellos mostravam os resultados de uma pesquisa de intenção de votos para a Presidência, mas os dados estavam invertidos sobre quem era o candidato favorito, tanto nos gráficos quanto nas falas dos apresentadores. No dia seguinte, o telejornal fez um esclarecimento alertando que o vídeo estava sendo usado para desinformar a população e afirmando que se tratava de deepfake, técnica que usa inteligência artificial para fazer edições profundas no conteúdo. Com ela, é possível, por exemplo, trocar digitalmente o rosto de uma pessoa ou simular sua voz, fazendo com que ela faça o que não fez ou diga o que não disse.

Em agosto, outro vídeo do telejornal com edição semelhante, que também invertia os resultados de uma pesquisa para a Presidência, foi postado na rede social de vídeos TikTok, onde alcançou 2,5 milhões de visualizações, segundo o Projeto Comprova, iniciativa que reúne jornalistas de 43 veículos de comunicação do país para checar desinformação.

“Pode ser que tenha sido usada alguma técnica de deepfake nesses vídeos, mas é preciso uma análise mais detalhada. Para nós, o importante é saber que são falsos”, observa o cientista da computação Anderson Rocha, diretor do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Cam-

pinas (Unicamp), onde coordena o Laboratório de Inteligência Artificial (Recod.ai). O pesquisador tem estudado maneiras de detectar adulterações maliciosas em fotos e vídeos, inclusive em deepfakes, também chamadas de mídia sintética.

Ainda em março deste ano, logo após o início da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, o presidente ucraniano, Volodymyr Zelensky, foi vítima de deepfake. Um vídeo em que ele parecia pedir aos ucranianos que largassem as armas e voltassem para suas casas, como se o país estivesse se rendendo, circulou nas redes sociais, obrigando o Facebook e o YouTube a removê-lo assim que se constatou que era falso. Nas imagens, o rosto do presidente aparecia em um corpo que quase não se mexia, vestido com uma camiseta verde.

Em alguns casos, como nos vídeos do *Jornal Nacional*, não é tão difícil perceber que foram alterados de alguma forma, porque as notícias originais estão facilmente disponíveis para verificação. Mas nem sempre é o caso. Diante das mídias sintéticas, o ditado “ver para crer” vai perdendo sentido, e a própria inteligência artificial pode ser uma aliada.

“Geralmente os vídeos sintéticos são feitos em duas etapas: primeiro, com o uso de uma plataforma de deepfake, para trocar os rostos ou fazer a sincronia da boca, e depois é feita uma edição em programas editores de vídeo”, explica Rocha. Quem sabe o que procurar costuma detectar alguma falha do programa usado para produzir a farsa, como um jogo de luzes diferentes, um contraste entre o vídeo original e a nova face que foi inserida.

É como recortar um rosto de uma foto e colocar sobre outra: a incidência de luz e a forma como

a câmera captou as duas imagens são diferentes. Esses vestígios são pistas que ficam pelo caminho, identificadas pelas técnicas de computação forense, área de pesquisa que tem crescido nos últimos anos e da qual Rocha faz parte.

Com colegas da Universidade de Hong Kong, o pesquisador desenvolveu um algoritmo que ajuda a detectar, de forma simultânea nos vídeos, se houve manipulação de rostos e, em caso positivo, a localizar quais regiões foram mudadas. Pode, por exemplo, ter sido a face inteira ou apenas a boca, a região dos olhos ou o cabelo. “A média de acertos foi de 88% para vídeos de baixa resolução e de 95% para vídeos com resolução maior”, explica Rocha, sobre um universo de 112 mil faces testadas: metade verdadeira, metade manipulada e gerada por quatro programas de deepfake. O método também indica se a imagem foi criada do zero, ou seja, sem ter como base uma fotografia existente. Os resultados foram publicados em abril de 2022 na revista *Transactions on Information Forensics and Security*.

Segundo o cientista da computação, outros algoritmos desenvolvidos conseguem detectar traços de alteração nos vídeos de deepfake, mas, em sua maioria, trabalham com base nas pistas deixadas por programas de manipulação mais conhecidos, basicamente divididos em duas categorias: os que permitem a troca dos rostos e aqueles que possibilitam a edição das expressões faciais. Um desses softwares é conhecido por deixar sempre alguma imperfeição na sincronização da boca – o algoritmo detector, então, é programado para buscar esse erro específico. “Há um problema nisso: se não conhecermos o software de deepfake, fica mais difícil identificar esses traços. E sempre surgem aplicativos novos”, observa Rocha.

Por isso, ele e seus colegas treinaram o algoritmo que desenvolveram para que detectasse pistas sem pressupor conhecimento do aplicativo gerador de deepfake. “Trabalhamos com a ideia de que, independentemente do programa, ele vai deixar um ruído, algo que não é coerente

com o resto da imagem.” O método atua em duas frentes: procura por assinaturas de ruído, ou seja, mudanças sutis na borda do rosto, por exemplo, e mapeia a chamada assinatura semântica, que pode ser uma falha de cor, de textura ou de forma.

“O algoritmo automatiza o processo que um especialista humano faz, que é procurar incoerências, como os contrastes de luz”, diz ele. “O próximo passo é testá-lo com vídeos falsos gerados por um número maior de programas, para confirmar esse potencial.”

Esse tipo de algoritmo detector pode ser usado para diversos fins que envolvam o combate ao uso mal-intencionado de deepfakes. Rocha integra um projeto internacional, chamado Semantic Forensics, ao lado de pesquisadores das universidades de Siena e Politécnica de Milão, na Itália, e de Notre Dame, nos Estados Unidos, que conta com o apoio do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. O objetivo é desenvolver ferramentas automatizadas que detectem essas manipulações. “Já vimos casos de vídeos alterados de exercícios militares de outros países, que multiplicam o número de mísseis para mostrar um poder bélico maior”, conta ele.

Esses algoritmos também podem ajudar nos casos de deepfakes políticas, como no episódio do presidente ucraniano, ou mesmo os pornográficos. Foi usando os filmes de sexo que a técnica ganhou fama, no final de 2017. Na época, alguns usuários da internet passaram a inserir o rosto de celebridades do cinema em cenas de filmes com conteúdo sexual. Em setembro de 2019, segundo um levantamento do DeepTrace Labs, uma companhia holandesa de cibersegurança, 96% dos vídeos de deepfake mapeadas na rede eram de pornografia não consensual. As principais vítimas eram mulheres, sobretudo atrizes, mas havia



Em vídeo falsificado, o presidente ucraniano, Volodymyr Zelensky, pedia que seus compatriotas largassem as armas

É POSSÍVEL TROCAR O ROSTO DE UMA PESSOA OU SIMULAR SUA VOZ, FAZENDO COM QUE ELA DIGA O QUE NÃO DISSE

também registros de casos com pessoas que não eram famosas. Em julho deste ano, a cantora Anitta também foi vítima de uma deepfake pornô. O vídeo original já havia sido usado para produzir mídias falsas com o rosto da atriz Angelina Jolie.

Segundo a jornalista Cristina Tardáguila, diretora de programas do Centro Internacional para Jornalistas (ICFJ) e fundadora da Agência

Lupa, especializada em checagem de fatos, o Brasil já tem lidado com deepfakes que precisam ser desmentidas. Por isso, programas que ajudem a detectar mídia sintética podem ser aliados dos jornalistas e checadores de fatos, que trabalham contra o tempo. “Ao lidar com desinformação, é preciso ser rápido. Por isso, é importante investir em inteligência artificial, em ferramentas que possam ajudar a detectar e mapear esse tipo de conteúdo falso de forma mais veloz. Assim, conseguimos encurtar o tempo entre a propagação do conteúdo falso e a entrega da checagem”, avalia.

“As deepfakes são o auge das fake news. Elas têm o potencial de enganar mais facilmente, porque, se é um vídeo, a pessoa está vendo aquela cena”, observa a jornalista Magaly Prado, que faz estágio de pós-doutorado no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP). “O áudio, inclusive, também pode ser gerado de forma sintética”, diz ela, autora do livro *Fake news e inteligência artificial: O poder dos algoritmos na guerra da desinformação*, lançado em julho pela Edições 70.

Ela avalia que, apesar de serem menos lembradas e menos comuns, as deepfakes exclusivamente em formato de áudio têm potencial para se espalhar por plataformas como o WhatsApp, mídia muito usada pelos brasileiros. Eles seguem lógica parecida com a dos vídeos: com aplicativos acessíveis que ficam cada vez melhores, é possível simular a voz de alguém. As vítimas mais fáceis são figuras públicas, cuja voz está amplamente disponível na rede. A técnica pode ser usada também para golpes financeiros. “Já houve casos como o de um funcionário de empresa de tecnologia que recebeu mensagem de voz de um alto executivo pedindo uma transferência em dinheiro. Ele desconfiou, o caso foi analisado por uma empresa de segurança e verificou-se que era uma mensagem construída com inteligência artificial”, conta.

O jornalista Bruno Sartori, diretor da empresa FaceFactory, explica que produzir deepfakes bem-feitas, tanto de áudio quanto de vídeo, não

é tão simples – ainda. É o que ele faz, profissionalmente: sua empresa cria mídia sintética para uso comercial e fornece conteúdo para programas de humor dos canais de televisão Globo e SBT.

Em 2021, ele trabalhou em um comercial para a Samsung em que a apresentadora Maísa, já adulta, interagia com sua versão criança. Esta última, criada com técnicas de deepfake. A menininha virtual dança, brinca e joga um notebook para cima. Em outra ocasião, ele precisou inserir o rosto de um ator em um dublê. “Para treinar bem a inteligência artificial, é importante ter um bom banco de imagens e de áudio da pessoa que se quer imitar. Os bons programas que fazem processamento de alta qualidade também precisam ter configurações avançadas. Caso contrário, pode haver falhas visíveis no rosto ou, no caso do áudio, uma voz robotizada”, explica.

Em sua avaliação, os vídeos manipulados do *Jornal Nacional* que trocam os dados da pesquisa não chegaram a ser alterados com uso de inteligência artificial. “Na minha análise, eles passaram por uma edição comum, com o corte e a inversão da ordem dos áudios. São o que chamamos de *shallowfake*. Mas, como está bem-feita, o potencial de enganar as pessoas é o mesmo”, avalia Sartori. Para ele, daqui a poucos anos esses programas estarão mais leves, mais inteligentes e mais acessíveis.

Há alguns caminhos para se proteger da desinformação criada com o auxílio da tecnologia. Um deles é ficar atento às licenças de uso e privacidade dos mais diversos aplicativos gratuitos usados no dia a dia – desde aqueles que pedem acesso às fotos do usuário para gerarem efeitos divertidos, passando pelos que podem armazenar a voz. Segundo Rocha, da Unicamp, muitos deles guardam uma quantidade grande de dados que podem ser compartilhados para outros fins, como treinar programas de deepfake.

Outro ponto importante é a educação midiática. “Por mais que existam softwares que nos ajudem a apontar o que é falso, o primeiro passo é desconfiar daquilo que se recebe nas redes sociais. E conferir as fontes de informação, pesquisar sobre elas”, conclui. ■

Projeto

Déjà vu: Coerência temporal, espacial e de caracterização de dados heterogêneos para análise e interpretação de integridade (nº 17/12646-3); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Anderson Rocha; Investimento R\$ 1.912.168,25.

Artigo científico

KONG, C. *et al.* Detect and locate: Exposing face manipulation by semantic- and noise-level telltales. *Transactions on Information Forensics and Security*. v. 17. abr. 2022.

Livro

PRADO, M. *Fake news e inteligência artificial: O poder dos algoritmos na guerra da desinformação*. São Paulo: Edições 70, 2022.

UM INVENTOR BRASILEIRO NA MICROSOFT

Autor de mais de 120 patentes, engenheiro carioca
dirigiu o principal laboratório de pesquisas
da multinacional e foi seu cientista-chefe

Yuri Vasconcelos

Formado em engenharia elétrica na Universidade de Brasília (UnB), com mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutorado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), o carioca Henrique (ou Rico) Malvar, de 65 anos, completou em agosto 25 anos de atividades na Microsoft. Nesse período, teve uma rápida ascensão e uma carreira bem-sucedida. Sete anos depois de ser contratado, tornou-se o diretor de seu principal laboratório de pesquisas, a Microsoft Research, localizado em Redmond, nos arredores de Seattle, no estado norte-americano de Washington, onde fica a sede da companhia.

Pouco tempo depois, foi convidado para ser o cientista-chefe da unidade, cuja equipe é formada por mais de mil pesquisadores, entre cientistas da computação, engenheiros, físicos, matemáticos e outros especialistas. Durante 10 anos, até 2020, esboçou estratégias de inovação e ajudou a coordenar a ação dos 12 laboratórios da empresa espalhados pelo

mundo. Nesse meio tempo, foi reconhecido pela Microsoft com o título de *distinguished engineer* (engenheiro distinto, brilhante) pelas relevantes contribuições tecnológicas que deu à companhia de Bill Gates.

Autor de 120 patentes nos Estados Unidos e de 180 artigos técnicos, Malvar lidera hoje um time que trabalha em novas interfaces humano-máquina, incluindo tecnologias de acessibilidade, na Microsoft Research. “Trabalhamos para empoderar as pessoas com deficiência para que possam usar o computador e se inserir no mundo digital”, disse a *Pesquisa FAPESP*. Sua equipe já criou e lançou ferramentas que possibilitam a indivíduos vítimas de paralisia comandar o computador com o movimento dos olhos e a deficientes visuais caminhar pela cidade recebendo orientações de voz por áudio tridimensional do smartphone.

Nesta entrevista, concedida de sua casa por videoconferência, ele fala de sua trajetória em uma das maiores empresas de tecnologia de informação do mundo e dos planos para o futuro.



Malvar coordena atualmente a equipe de acessibilidade da Microsoft Research

Como você entrou na Microsoft?

Isso foi há bastante tempo, em 1997. Nunca imaginei que teria o mesmo emprego durante tantos anos. Mas, pensando bem, é como se tivesse trabalhado em três ou quatro empresas diferentes, porque a Microsoft se reinventou ao longo dos anos. Hoje ela não é mais apenas uma fabricante de softwares, mas uma empresa de sistemas computacionais em nuvem, inteligência artificial [IA] e também de aplicativos. Nos anos 1980, após meu doutorado no MIT, regressei ao Brasil e tornei-me professor da UnB, liderando o Grupo de Processamento Digital de Sinais, mas sempre tive o desejo de voltar aos Estados Unidos. Durante o doutorado, alguns colegas do MIT criaram uma das primeiras empresas comerciais de videoconferência, chamada PicTel. E eu os ajudei. Quando veio a crise do golfo [conflito no Oriente Médio no início da década de 1990, que resultou na invasão

do Iraque pelos Estados Unidos], ninguém queria viajar, com medo de ataques terroristas, e o negócio da PicTel, baseado na plataforma de videoconferência, cresceu muito. Eu estava no Brasil, quando recebi um telefonema do Brian Hinman, um dos sócios-fundadores da PicTel, me convidando para ser o diretor de pesquisa da empresa. Eu e minha mulher discutimos durante um mês os prós e os contras, até que decidi aceitar a oferta. Tudo estava indo superbem na PicTel, quando percebi que a Microsoft estava fazendo coisas interessantes na área de voz e mídia e a Microsoft Research, seu laboratório de pesquisas, crescia. Decidi mandar um e-mail meio maluco para o CTO [*chief technology officer*, diretor de Tecnologia] da companhia. Nele, eu dizia mais ou menos o seguinte: “O laboratório de pesquisa está crescendo, tem várias áreas, mas vocês não têm um time de multimídia. É preciso ter esse time,

porque toda a mídia vai se tornar digital. Essa é a minha área, eu entendo disso e posso criar e liderar uma equipe. O que acham?”. No dia seguinte, para minha surpresa, recebi um e-mail do setor de recrutamento da Microsoft marcando uma entrevista. Gostaram de mim, fizeram uma oferta e em pouco tempo mudamos para Seattle.

Como foi a sua trajetória na empresa?

Comecei liderando um time na minha área técnica, que é processamento de sinais e multimídia, ou seja, como o computador e os dispositivos de computação trabalham com sinais de imagem, vídeo e som. Nesse momento, por exemplo, o programa que possibilita nossa comunicação por videoconferência está usando alguns pedacinhos de um código computacional que eu escrevi há muitos anos. Depois de sete anos liderando o time de processamento de sinais, fui convidado

para ser diretor da Microsoft Research, de Redmond. Era um cargo de liderança e administração e fui o responsável pelo orçamento, gerenciava pessoas, tomava decisões e uma resolução importante foi investir mais em arquitetura de computadores e processadores numa época em que a Microsoft só fazia softwares. Em 2006, tornei-me um *distinguished engineer*, um reconhecimento que a Microsoft concede a alguns engenheiros que deram contribuições relevantes para mudanças de arquitetura de sistemas. Quatro anos depois, fui chamado para ser o cientista-chefe da Microsoft Research, um cargo mais de orientação estratégica. Cuidava de projetos colaborativos envolvendo os 12 laboratórios de pesquisa da empresa no mundo. Ia muito à China, à Índia, à Inglaterra. Há cerca de dois anos, mudei de novo e tive a oportunidade de criar um time focado em acessibilidade.

Qual é o objetivo dessa sua nova equipe?

Ajudar e empoderar pessoas, especialmente aquelas com deficiência. Para isso, recorremos a uma área da computação conhecida como interação humano-máquina. O que é isso? Como uma pessoa cega, por exemplo, que não consegue enxergar um texto na tela, pode fazer para usar o computador ou smartphone? E alguém com paralisia que não pode mexer as mãos? O meu trabalho é criar alternativas ou interfaces melhoradas para quem tem deficiência poder usar o computador e participar do mundo digital. Nosso laboratório é dividido em três áreas: Enable, que desenvolve sistemas práticos de acessibilidade; Epic, que se dedica à realidade virtual e aumentada; e Ability, focada em pesquisas na área de acessibilidade.

Esse trabalho já teve resultados práticos?

Sim. Um dos primeiros produtos foi lançado no sistema operacional Windows 10. É o chamado controle ocular ou *Eye Control*. Com ele, uma pessoa paralisada, que tem ELA [esclerose lateral amiotrófica, doença neurológica degenerativa que leva à paralisia dos movimentos do corpo], ou outro tipo de doença, pode controlar o computador com os olhos. Na verdade, ela comanda o cursor com os olhos. Para onde olhar, o cursor vai estar. E aí tem várias coisas interessan-

tes. Por exemplo, não podemos mostrar o cursor na tela, porque, se ele estiver visível, a psicologia do cérebro faz querer seguir o cursor, causando confusão ao usuário: “Eu estou controlando o cursor ou estou seguindo o cursor?”. Na medida em que a pessoa olha a tela, ela pode ler e ver as coisas; fixar o olhar num ponto por mais de meio segundo equivale a um clique. Isso está funcionando muito bem. Só é preciso instalar uma câmera especial, de infravermelho, para detectar os movimentos dos olhos. O Windows recebe a informação e a pessoa pode controlar o computador.

Alguma outra inovação?

Nosso time também criou o Soundscape, um aplicativo para iPhone que ajuda deficientes visuais a explorarem o mundo. Em vez de mostrar um mapa em uma tela – como os aplicativos convencionais fazem –, ele usa um recurso novo, o áudio tridimensional, para orientar pessoas cegas. A interface com a pessoa deixa de ser a tela e passa a ser o áudio. Com o Soundscape, conseguimos manipular a propagação das ondas

para que o som pareça estar vindo de um determinado ponto do ambiente. O usuário só precisa apontar o celular para a frente e o programa informa, por exemplo, que tem um restaurante chinês novo ali – e o som vem de onde está o restaurante. O Soundscape habilita as pessoas a andarem pela cidade sem precisar pedir ajuda pra ninguém nem usar o mapa. Acessibilidade é uma coisa importante, porque você ajuda a inserir mais pessoas no mundo digital. Queremos remover barreiras para quem tem alguma deficiência. Cada vez que desenvolvemos novas tecnologias, a tendência é aumentarem as barreiras. Uma tecnologia nova exige fazer algo diferente, e para quem tem alguma deficiência aquela novidade muitas vezes atrapalha em vez de ajudar.

Como é trabalhar na Microsoft?

É uma empresa bacana, que nunca teve medo de assumir riscos, de alargar os limites da tecnologia. Isso desde a época em que era dirigida pelo Bill Gates [hoje afastado do dia a dia da empresa]. Ele sempre gostou muito do trabalho da Microsoft Research e eu tive a felicidade de ter tido muitas discussões com ele. Lembro de uma em que ele me dizia que eu tinha que “fazer desse jeito”. Eu respondi: “Não, tenho que fazer desse outro jeito”. Não é fácil convencer o Bill Gates, mas naquele dia eu consegui. O fato é que, em 90% das vezes, quando falava “tem que ser desse jeito”, ele é que estava certo. É um cara excepcional.

Há pesquisadores brasileiros em seu time de acessibilidade?

Na minha equipe, não, mas na Microsoft Research temos alguns. Uma delas é a Karin Strauss, que lidera uma pesquisa de ponta na área de armazenamento de informação em DNA [na qual os chips seriam feitos de fibras sintéticas de DNA]. Imagine podermos usar o DNA como um meio para guardar informação, utilizando para isso ferramentas de bioengenharia. A densidade de armazenamento é imensa. Quando isso estiver funcionando, poderemos pegar tudo o que está na internet, todos os vídeos, imagens, textos, centenas de pentabytes de informação e guardar em um disco do tamanho de duas caixas de sapato. Isso muda todo o conceito da computação, pois não precisaremos mais apagar in-



Quando liderei a Microsoft Research, decidi investir mais em arquitetura de computadores numa época em que a empresa só fazia softwares

formação. Será muito importante para universidades, museus, bancos de dados médicos, científicos e de climatologia. É uma pesquisa feita em colaboração com a Universidade de Washington.

Há alguma interação entre vocês e grupos de pesquisa no Brasil?

Sim, temos um pequeno time de pesquisadores na Microsoft Brasil – que eu mesmo criei há alguns anos – que trabalha com inteligência artificial e visão computacional. Hoje, eles não estão mais vinculados a mim, mas desenvolvem projetos bacanas. Um deles foi feito com o Hospital 9 de Julho, de São Paulo. Foi um projeto-piloto, com bons resultados, de monitoramento de pacientes internados com o uso de câmeras para evitar quedas do leito. Há muitos pacientes que acham que estão bem, tentam sair da cama e se machucam. Com base em inteligência artificial e visão computacional em tempo real, o nosso sistema avisa a enfermagem, por meio de mensagens, que o paciente do quarto tal está se mexendo e parece querer sair da cama. Com isso, o enfermeiro vai até lá antes que ele se machuque. Temos também bom relacionamento com as universidades estaduais paulistas, como Unicamp [Universidade Estadual de Campinas], USP [Universidade de São Paulo], as federais do Rio de Janeiro, de Minas Gerais [UFRJ, UFMG], entre outras. Há alguns anos criamos um programa conjunto com a FAPESP, o Instituto Microsoft Research FAPESP de Pesquisas em Tecnologia da Informação. Investimos em projetos de pesquisa no Brasil, principalmente na área ambiental, sem restrição. Cada parceiro entrou com metade do financiamento [ver Pesquisa FAPESP nº 135].

Você tem mais de 120 patentes depositadas nos Estados Unidos, individualmente ou em coautoria. Qual delas resultou em mais benefício para os usuários?

Difícil dizer. Fiz muita coisa para o Windows Media [aplicativo de vídeo, áudio e imagem da Microsoft], algumas para o Windows e para o Office. O meu time criou em 2007 um produto chamado Microsoft Round Table, um sistema inovador de videoconferência de 360 graus. Mas, do ponto de vista de impacto do usuário, as patentes que eu fiz relacionadas ao padrão de compressão de vídeo H264 foram provavelmente as mais



Se sua eficiência de resultados positivos for muito maior que 10%, você provavelmente não está correndo muitos riscos

importantes. O formato H264 é o que nós estamos usando nesse momento para nos vermos nesta videoconferência. Durante uma videoconferência, não é possível pegar todos os pixels que estão na imagem e transmitir; é necessário comprimi-los antes. E o H264 faz isso. Ele é responsável por mais de 75% de todo o tráfego da internet. Os aplicativos Teams e Zoom, o YouTube e a Netflix usam esse padrão, que foi uma tecnologia de alto impacto.

Você já afirmou que 90% das pesquisas feitas na Microsoft não vão dar em nada, mas 10% delas terão resultados assombrosos. O índice de sucesso não é baixo?

Não, acho que essa é uma taxa boa. Se a sua eficiência de resultados positivos for muito maior que 10%, você provavelmente não está correndo muitos riscos. E, se for muito menor, de 1%, é porque você não está fazendo um trabalho muito bom. Então, entre 5% e 10% de eficiência é um bom resultado. Temos alguns projetos de risco que vão levar muitos anos para dar resultado. Um

deles é na área de computação quântica. Embora ainda não existam modelos comerciais do computador quântico, fizemos avanços importantes na parte de software. Pode-se perguntar: “Se o hardware ainda não existe, por que estamos desenvolvendo os softwares?”. A resposta é simples: porque no dia em que o computador ficar pronto ele vai exigir algoritmos diferentes. Por enquanto, posso emular o computador quântico na nuvem através de softwares e testar esses algoritmos. Quando o computador quântico estiver operacional, eu os transfiro para ele. Quem está à frente desse projeto é uma mulher, a pesquisadora Krysta Svore, também uma *distinguished engineer* da Microsoft. Valorizamos muito a diversidade na empresa.

É um investimento cujos resultados ainda vão demorar para chegar à sociedade?

Sim, mas já há um retorno indireto perceptível. Nossos clientes veem que estamos investindo em inovação. Nossos produtos e serviços utilizam cada vez mais recursos de inteligência artificial e têm elevada capacidade computacional. Podemos resolver problemas computacionais na nuvem da Microsoft que nenhuma instituição acadêmica ou órgão governamental consegue. A capacidade computacional de nossa nuvem equivale à de vários supercomputadores. Esse investimento afeta nosso negócio de uma forma positiva, e os clientes entendem o que podemos fazer.

Como é hoje sua vida em Seattle?

Meu cotidiano é muito legal. Minha mulher e eu demos sorte: nossos dois filhos moram perto, o que não é muito comum nos Estados Unidos. Minha filha mora a 10 minutos da nossa casa e meu filho a 20 minutos. No ano passado, nasceram gêmeos, do meu filho. Com isso, parte do nosso cotidiano é curtir os netos. Além disso, Seattle é uma cidade excelente para quem aprecia esportes outdoor e de natureza. Minha esposa gosta muito de *hiking* [caminhadas na natureza] e costumamos fazer trilhas. Tem também uma lojinha brasileira aqui perto, a Kitanda, onde posso comprar pão de queijo, goiabada e um monte de produtos brasileiros. Sentimos falta do Brasil, mas vamos de férias para lá todos os anos. Eu me sinto muito sortudo. ■

POLÍTICAS PÚBLICAS



INFÂNCIA ROUBADA

Proibido no Brasil, trabalho infantil tem dados subdimensionados e está presente inclusive no mundo virtual

Ana Paula Orlandi | ILUSTRAÇÕES Mariana Zanetti



Muitos dos meus alunos não têm mais impressão digital porque começaram a trabalhar desde cedo na produção de semijoias. E isso é descoberto no momento da emissão do documento de identidade.” O relato de uma professora da rede pública de Limeira (SP) foi suficiente para que Sandra Gemma, da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), começasse a pesquisar o processo de produção de semijoias e bijuterias em Limeira, município paulista conhecido como a “capital brasileira da joia folheada”. “Ao mesmo tempo que o setor gera ganhos econômicos e empregos para a cidade, ele é marcado por problemas sérios como o trabalho infantil, além de outras externalidades negativas como as de caráter ambiental”, conta Gemma.

Crianças com menos de 14 anos são proibidas de trabalhar, segundo a legislação brasileira. A partir dessa idade podem atuar como aprendizes,

desde que a função seja desenvolvida com supervisão, sem exposição a riscos e insalubridade e não atrapalhe seu desenvolvimento físico, psíquico ou intelectual. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad) de 2019 apontou que 1,8 milhão de crianças e adolescentes trabalhava no Brasil – 21% do total tinha entre 5 e 13 anos de idade. “Há muita subnotificação e esses números devem ser maiores, sobretudo a partir da pandemia de Covid-19, que aprofundou as desigualdades sociais no país”, afirma Zéu Palmeira Sobrinho, juiz do trabalho e professor do curso de direito da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

No caso de Limeira, há um elemento adicional: o trabalho em casa. “Com a terceirização de alguns processos produtivos, as etapas de montagem, soldagem e cravação de peças, por exemplo, foram transferidas para as residências dos trabalhadores, em condições improvisadas”, conta Gemma. “As crianças acabam sendo incluídas na produção para aumentar a renda familiar e, entre outras consequências, perdem as digitais por causa do uso de produtos químicos e do atrito dos dedos com as peças.”

Os estudos da especialista da Unicamp se estenderam por uma década, a partir de 2009, e renderam um livro lançado no ano passado. Em 2016, Gemma e as pesquisadoras Marcia Cristina da Silva Vendramini e Andreia Silva da Mata aplicaram questionários em nove escolas públicas de Limeira. Do total de 8 mil estudantes de 6 a 18 anos matriculados nessas instituições de ensino, 741 obtiveram autorização dos responsáveis para responder à enquete. O levantamento constatou que 213 dos 569 participantes com idade entre 7 e 13 anos, ou 37% deles, precisavam trabalhar para ajudar seus familiares – desses, 28% (ou 51 deles) estavam envolvidos na produção de semijoias e bijuterias. Outros faziam trabalhos de manicure, coleta de material reciclável ou atividades na construção civil. “As crianças relataram cumprir entre duas e mais de oito horas diárias de trabalho”, prossegue Gemma. Um detalhe chamou a atenção das pesquisadoras: do total de 741 entrevistados, 235 estudantes responderam que irmãos menores de 14 anos trabalhavam dentro de casa. “Isso indica que o número de crianças que exercem atividade laboral em idade não prevista em lei pode ser bem maior em Limeira”, considera Gemma.

PARA QUEM PERGUNTAR?

“A incerteza em relação aos números de trabalho infantil prejudica a formulação e o direcionamento de políticas públicas”, diz o economista paulista Guilherme Lichand, da Universidade de Zurique, na Suíça. Ao lado da psicóloga norte-americana Sharon Wolf, da Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos, ele realizou um estudo na Costa do Marfim que, com Gana,

responde por 50% da produção mundial de cacau. Estima-se que nos dois países africanos 1,6 milhão de crianças trabalhe nas plantações desse fruto. A partir de dados coletados em 2018 e 2019, os dois pesquisadores compararam o relato de crianças e de seus responsáveis com as conclusões de uma certificadora que utiliza imagens de satélite para verificar a existência de trabalho infantil em plantações na Costa do Marfim.

Em artigo publicado neste ano no repositório de *preprints* SSRN, os pesquisadores mostram que mais de 60% dos pais omitiram o fato de seus filhos trabalharem. De acordo com o Lichand, entre as possíveis causas estariam o medo de sanções, como a perda da guarda das crianças ou o temor de redução da renda, caso a empresa fosse autuada por órgãos de fiscalização do país. “Os dados oficiais divulgados por instituições como Organização Internacional do Trabalho, Banco Mundial e Unicef [Fundo das Nações Unidas para a Infância] são obtidos exclusivamente em entrevistas com os responsáveis. Mas, como revela nosso estudo, os relatos das crianças são mais precisos”, diz Lichand. “Ou seja, os números globais de trabalho infantil estão provavelmente subestimados.”

A partir das entrevistas na Costa do Marfim, os pesquisadores desenvolveram um modelo estatístico. Para averiguar a situação no mundo, testaram-no em dados de 97 países. Depois compararam os resultados com os Indicadores de Desenvolvimento Mundial (WDI), divulgados pelo Banco Mundial



O Brasil é um dos poucos países em que existem dados realistas de trabalho infantil

em 2015. A simulação revelou que, naquele ano, o trabalho infantil pode ter afetado 373 milhões de crianças entre 7 e 14 anos no planeta. Número quase três vezes maior do que a estimativa do WDI, de cerca de 136 milhões de crianças com a mesma faixa etária naquela situação.

Um dos países com maior discrepância entre os dados oficiais e a incidência determinada pelo modelo foi a Índia. Ali, a presença de trabalho infantil saltou de 1,7%, segundo o WDI, para 36,3%, conforme a estimativa dos pesquisadores. No Brasil, o universo previsto é sete vezes maior do que o estipulado pelo WDI. Em vez de 2,5% de trabalhadores entre 7 e 14 anos, como sugere a estatística do Banco Mundial, seriam 19,15%. Ou seja, cerca de 5,6 milhões de crianças e adolescentes trabalhavam no país em 2015.

Os números referentes ao Brasil, obtidos pela simulação, foram comparados aos registrados no Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) com estudantes do 2º, 5º e 9º anos do ensino fundamental e do 3º ano do ensino médio. “Graças ao Saeb, o Brasil é um dos poucos lugares do mundo em que existem dados de trabalho infantil, com informações sobre emprego e uso do tempo, reportados diretamente pelas crianças. Em 2019, 15% dos alunos de 5ª série relataram trabalhar fora de casa. Se adicionarmos os 2% de crianças de 6 a 17 anos que não estavam matriculadas esse número chegaria a 17%, muito mais próximo da nossa estimativa”, explica Lichand.

FACE PERVERSA

O trabalho doméstico realizado pela criança dentro da própria casa constitui um dos principais pontos de subnotificação, afirma a pedagoga

Laura Souza Fonseca, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). “Não me refiro ao trabalho como princípio educativo, em que a criança desenvolve algumas tarefas de acordo com sua idade, como lavar louça ou estender a cama, tarefas que devem ser incentivadas. Refiro-me a jornadas exaustivas, cumpridas em geral por meninas, para que os pais possam trabalhar fora de casa. É a atividade que inclui, por exemplo, cuidar dos irmãos menores e não aparece nas estatísticas porque costuma ser definida como ‘ajuda’”, observa Fonseca, há três décadas investigando o tema.

De acordo com a especialista, essa situação reflete a precariedade das condições de vida das famílias brasileiras em regiões periféricas, sobretudo em grandes cidades. “Não há creches em número suficiente, por exemplo. O resultado é que a criança mais velha acaba assumindo a função de um adulto. Isso, em geral, traz uma série de implicações para a escolaridade e repercute na inserção posterior desses jovens no mercado de trabalho, reforçando o ciclo de pobreza.” Com ela concorda Rosana Baeninger, professora aposentada do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Unicamp e pesquisadora do Núcleo de Estudos de População “Elza Berquó” (Nepo), da mesma instituição. “O trabalho infantil expõe a face mais perversa e cruel das desigualdades sociais do nosso país”, constata.

Baeninger é uma das coordenadoras do atlas sobre trabalho infantil lançado no ano passado pelo Nepo e Ministério Público do Trabalho (MPT). Com a publicação, explica a pesquisadora, as duas instituições pretendem traçar uma linha do tempo do trabalho infantil neste século utilizando dados nacionais, do estado de São Paulo e dos municípios de Sorocaba e Campinas, além da Região Metropolitana da capital paulista. Os números dessa primeira iniciativa abrangem a primeira década. “Entre 2000 e 2010, a quantidade de crianças e adolescentes em situação de trabalho infantil no Brasil caiu 13% em razão de dois fatores: o aumento da fiscalização, sobretudo no meio rural, e a queda da taxa de fecundidade”, informa Baeninger. “Por outro lado, cresceu o número de crianças negras, pardas e indígenas trabalhando nas regiões Norte, Sudeste, Sul e Centro-Oeste do país.” Segundo a Pnad 2019, 66% dos trabalhadores infantis no país são pretos ou pardos.

O atlas também mostra que o trabalho infantil para o autoconsumo chegou quase a dobrar naquele período, passando de 238 mil crianças, em 2000, para 458 mil, em 2010. “Autoconsumo

No início do século XX, crianças e adolescentes ocupavam quase 40% da mão de obra fabril em São Paulo



significa que as crianças trabalhavam em plantação, criação de animais ou pesca cuja produção não seria vendida, mas usada para alimentar a própria família. Isso revela que, sem eliminar a pobreza, é praticamente impossível erradicar o trabalho infantil, em suas várias formas”, constata Baeninger.

Há evidências de trabalho infantil no Brasil desde a época da Colônia. No início do século XX, por exemplo, crianças e adolescentes ocupavam quase 40% da mão de obra fabril em São Paulo. “O trabalho infantil é naturalizado em nossa cultura e ainda hoje existe a crença de que ele seja benéfico para crianças e adolescentes, mas essa lógica parece valer apenas para os mais pobres”, observa Palmeira Sobrinho, um dos criadores do Núcleo de Estudos sobre Trabalho Infantil (Netin) da UFRN. Nascido na Paraíba, na infância ele trabalhou no comércio e como office-boy. “Muitos dos meus amigos daquela época, que também precisaram trabalhar, adoeceram porque foram submetidos a serviços pesados”, lembra.

“O trabalho infantil prejudica a saúde física e mental de crianças e adolescentes. Muitas vezes as consequências de atividade de trabalho precoce só vão aparecer mais tarde, na fase adulta”, avalia o psicólogo Valdinei Santos de Aguiar Junior, autor de livro sobre o tema em parceria com o pediatra Luiz Carlos Fadel de Vasconcellos, do Departamento de Direitos Humanos, Saúde e Diversidade Cultural da Fiocruz. Segundo o

pesquisador, a saúde pública pode contribuir de forma significativa no combate à exploração do trabalho infantil. “O SUS [Sistema Único de Saúde] tem grande capilaridade e desse modo potencialmente consegue alcançar inclusive crianças que não estão na escola. Em alguns casos, quando as crianças se machucam no trabalho, as famílias mascaram a situação para evitar sanções. Os profissionais da saúde precisam estar atentos para acolher as crianças e suas famílias, garantindo a proteção necessária.”

Uma das crenças que cercam o trabalho precoce é de que ele afastaria crianças e adolescentes do mundo do crime. Não é isso que mostram os dados de pesquisa em andamento na Fundação Desenvolvimento da Criança e do Adolescente (Fundac), localizada em João Pessoa (PB). Além de estudantes de graduação e pós-graduação do curso de psicologia, nos últimos cinco anos já participaram do projeto coordenado pela psicóloga Maria de Fatima Pereira Alberto, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 20 adolescentes que cumpriam medidas socioeducativas na Fundac. Com apoio de bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), eles atuaram como entrevistadores. “Dos 250 questionários aplicados e entrevistas realizadas até agora, mais de 80% dos meninos e meninas que estão cumprindo medida socioeducativa foram trabalhadores precoces”, relata Alberto, coordenadora do Núcleo de Pesquisas e Estudos sobre o Desenvolvimento da Infância e Adolescência (Nupedia) da UFPB.

A pesquisa gerou um livro organizado por Alberto e Rafaela Rocha da Costa, professora do curso de psicologia da Universidade do Estado



de Minas Gerais (Uemg). Segundo Alberto, 70% dos internos começaram a trabalhar entre 10 e 14 anos nas mais variadas atividades, como mecânico e entregador. “Muitos iniciam em atividades lícitas e depois migram para o tráfico de drogas, que paga melhor, embora seja uma atividade de alto risco”, relata a especialista.

Desde meados da década passada o trabalho infantil vem se intensificando no meio digital, em uma modalidade muito específica, da figura do influenciador digital mirim: crianças e adolescentes que produzem conteúdo, sobretudo para redes sociais. “O perfil social é variado. Vai de crianças de classe média baixa à alta, com prevalência de meninas”, aponta a jornalista Renata Tomaz, da Escola de Comunicação, Mídia e Informação da Fundação Getúlio Vargas (ECMI-FGV) e autora de *O que você vai ser antes de crescer? Youtubers, infância e celebridade* (Edufba, 2019), resultado de seu doutorado defendido na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

“Pessoas com menos de 13 anos são proibidas de criar perfil e conta em algumas plataformas, mas, mesmo assim, estão lá”, observa a advogada Thais Roberta Rugolo, do programa Criança e Consumo do Instituto Alana, organização voltada aos direitos infantis que produziu uma cartilha a respeito. “Quando se destacam e ganham audiência podem ser remuneradas pelas próprias plataformas ou contratadas por empresas para realização de publicidade, voltada ao público in-

fantil na rede.” Naturalmente, são poucos os que obtêm essa visibilidade. “Uma minoria consegue ganhar dinheiro e, nesses casos, há famílias que vivem à custa dessas crianças”, relata Tomaz. “É um trabalho que exige responsabilidade, energia e tempo das crianças influenciadoras, que precisam criar e atuar nos conteúdos e interagir com seus seguidores para garantir engajamento.”

Conforme Rugolo, trata-se de uma forma de trabalho artístico, categoria que engloba ofícios como modelo e ator. “A legislação brasileira permite que crianças e adolescentes com menos de 16 anos executem essas funções desde que com autorização judicial, conhecida como alvará, em geral providenciada pelo contratante. É uma medida que garante que o Poder Judiciário poderá avaliar os impactos à criança, mas essa não é uma realidade ainda em trabalhos artísticos no mundo digital”, diz a advogada. Em 2020, a França aprovou uma lei regulando a atividade dos youtubers com menos de 16 anos. A legislação estabelece, entre outras medidas, a exigência de alvará e limitação das horas de trabalho. Também determina que receitas acima de certo valor sejam depositadas em uma conta bancária que só poderá ser movimentada após a maioridade da criança. “É uma legislação que o Brasil poderia ter como inspiração”, finaliza Rugolo. ■

Projeto

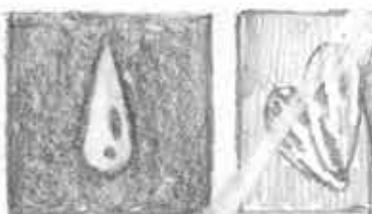
O trabalho na fabricação de joias em Limeira, SP (nº 14/25829-0); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisadora responsável** Sandra Francisca Bezerra Gemma (Unicamp); **Investimento** R\$ 26.141,50.

O artigo científico, os livros e o atlas consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

NEGACION

sf. 1. Uderdbenonmieder
onpodzpe me zotefjn em
entape qoutp a dca fe a vi
2. Soco oftey of tj. Cozno ei
coo v d onfab do mo de av on
ou'fy q q t q g d r. 3. Jdare en
a bya d t 20 v 9 2, yooe.
Medio y a d q q h e p o e.

**SEMENTES
DA
DESCONFIANÇA**



Dicionário se debruça sobre a variedade de negacionismos que confundem a opinião pública no Brasil e no mundo

Ana Paula Orlandi | ILUSTRAÇÕES Patricia Baik

“**N**egacionismo mata”, alertava a nota divulgada em março do ano passado pelo Pacto pela Vida e pelo Brasil, grupo composto por seis entidades da sociedade civil, entre elas a Academia Brasileira de Ciências (ABC). O documento cobrava a adoção urgente de medidas para conter a pandemia de Covid-19 por parte do governo federal, que, entre outras coisas, havia atacado recomendações de isolamento e distanciamento social da Organização Mundial da Saúde (OMS) e minimizado as consequências da contaminação pelo vírus Sars-CoV-2, que já causou a morte de quase 700 mil pessoas no país. Na época, a ABC também se posicionou “contra o uso e a promoção, inclusive por associações de médicos, de tratamentos sem comprovação científica, assim como em oposição a iniciativas antivacina no país”, escreve a pesquisadora Dominichi Miranda de Sá, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no verbete sobre a academia que abre o recém-lançado *Dicionário dos negacionismos no Brasil* (Cepe Editora).

Com ênfase no Brasil, mas sem deixar de olhar o contexto mundial, a obra reúne 112 verbetes que tratam sobretudo da variedade de negacionismos, do climático ao estatístico, e de assuntos que gravitam em torno do tema, caso das teorias da conspiração. “De maneira geral, os negacionismos podem ser entendidos como processos coletivos que buscam de forma organizada desqualificar a ciência com interesses que podem

ser políticos, econômicos e morais, por exemplo. É uma tática que nada tem de inocente”, diz o sociólogo José Luiz Rattton, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que em parceria com o também sociólogo José Szwako, do Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Iesp-Uerj), organizou o livro. “Nos últimos 15 anos esses negacionismos foram transportados das margens para o centro do discurso público, o que pode ser explicado por muitos fatores, entre eles o maior acesso à internet. Atualmente, além da ciência, o papel do Estado e a democracia também estão na mira desse ataque.”

A historiadora Simone Petraglia Kropf, do Programa de Pós-graduação em História das Ciências e da Saúde da Fiocruz, concorda. “Há certas dúvidas por parte do público leigo que são legítimas, não só porque os conhecimentos mudam, como também porque a ciência não deve ser imune a críticas. Mas o negacionismo é um fenômeno de outra esfera: ele quer erodir a confiança da opinião pública na própria autoridade da ciência e de suas instituições, confrontando consensos já estabelecidos sobre certos assuntos por meio de mentiras e distorções dos fatos”, observa a autora do verbete sobre negacionismo científico.

A ideia do dicionário nasceu a partir de debates realizados por Rattton e Szwako em encontros da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs) e da Sociedade Brasileira de Sociologia, nos dois últimos anos. Parte dos 104 autores que assinam os verbetes

participou desses eventos. “A maioria dos especialistas é vinculada a instituições de ensino, nacionais e estrangeiras, em áreas como direito, jornalismo, antropologia e saúde. Os negacionismos são processos complexos e multifatoriais, que têm impacto em diferentes campos do conhecimento, aderem a várias agendas e articulam temas díspares”, justifica Szwako. Entre eles destacam-se o negacionismo antigênero, caracterizado pela oposição às discussões sobre gênero e os ativismos ligados à temática, como feminismos e movimentos LGBTQIA+, e o globalismo, termo apropriado por ideólogos de extrema-direita para referir-se a um suposto projeto de poder da esquerda, que teria, entre seus atores, instituições como a Organização das Nações Unidas (ONU). O objetivo seria destruir valores cristãos e implantar o socialismo no Ocidente.

O termo negacionismo foi reconhecido no ano passado pela Academia Brasileira de Letras, com sua incorporação ao Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa. Apesar da evidência adquirida durante a pandemia, o termo não é novo. “Ele vem do francês *négationisme* e surgiu após a Segunda Guerra Mundial [1939-1945] para caracterizar o discurso dos que negavam o extermínio de judeus e outros grupos durante o Holocausto, a despeito dos consensos e evidências aceitos pela maior parte dos historiadores”, relata Kropf.

Segundo o historiador Marcos Napolitano, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), a noção de negacionismo histórico está intrinsecamente ligada à ação de grupos organizados, sobretudo de extrema-direita e antisemitas, nos Estados Unidos e na Europa. “Até os anos 2000 eles se estruturavam em redes restritas, de pouco alcance, e veiculavam suas ideias principalmente por meio de livros e artigos. Com a emergência das redes sociais, a mensagem foi amplificada”, diz o autor do verbete sobre negacionismo histórico no dicionário (ver Pesquisa FAPESP nº 316).

O negacionismo histórico não se atém à temática do Holocausto e abrange outros episódios. No caso do Brasil, inclui a ditadura militar (1964-1985). “Quase sempre o negacionismo histórico e o revisionismo ideológico são ações que visam apagar ou recontar o evento de origem para diminuir as responsabilidades dos perpetradores e evitar a reparação das vítimas. Trata-se de uma prática adotada inclusive por governos, como é o caso do genocídio armênio, ocorrido no início do século XX e até hoje não reconhecido pela Turquia”, explica Napolitano.

O TERMO NEGACIONISMO FOI INCORPORADO AO VOCABULÁRIO ORTOGRÁFICO DA LÍNGUA PORTUGUESA

De acordo com o pesquisador, negacionismo histórico e revisionismo ideológico não são sinônimos de revisão historiográfica, que busca renovar o olhar sobre o passado a partir de pesquisas e evidências científicas. “A revisão historiográfica é bem-vinda e necessária ao trabalho do historiador por ser fruto do avanço do conhecimento, da mudança de perspectivas, de novas perguntas surgidas na sociedade e do aparecimento de novas fontes primárias”, indica. “O negacionismo e o revisionismo ideológico, ao contrário, procuram criar ruído com ideias estapafúrdias e impedir o debate, essencial não apenas para a ciência, mas também para a sociedade.”

ESTRATÉGIAS REAPROVEITADAS

No livro *Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming* (Mercadores da dúvida: Como um punhado de cientistas ocultou a verdade sobre temas que vão do consumo de tabaco ao aquecimento global), os historiadores norte-americanos Erik Conway, do Instituto Tecnológico da Califórnia, e Naomi Oreskes, da Universidade de Harvard, mostram as artimanhas utilizadas pela indústria do tabaco a partir da década de 1950 para contestar a conexão, cientificamente comprovada, entre tabagismo e doenças como o câncer. Lançada em 2010, nos Estados Unidos, pela editora Bloomsbury Publishing, a obra permanece inédita no Brasil.

“No centro dessa estratégia, é possível discernir ao menos três traços relevantes”, escrevem



Szwako e o cientista político Luiz A. Campos, do Iesp-Uerj, no verbete dedicado a Oreskes. O primeiro deles é a cooptação de cientistas que, mesmo não sendo especialistas em câncer, emprestavam seus títulos acadêmicos a iniciativas que semeavam dúvidas quanto às pesquisas consolidadas na área. “Uma segunda marca é a reunião desses ‘especialistas’ em organizações da sociedade civil dedicadas à contestação das teorias mais aceitas e à difusão de interpretações alternativas, os chamados *think tanks*.” Por fim, o terceiro ponto seria a manipulação da mídia e a produção de falsas controvérsias em espaços midiáticos. “Jornalistas precisam ter cuidado na hora de escolher as fontes. Não é incomum que jornais, revistas e, mais recentemente, sites tragam à cena pública nomes antes irrelevantes ou então controversos para os debates especializados. A prática de ouvir os dois lados é essencial ao jornalismo, mas em alguns casos ela pode confrontar posições que, na verdade, não são passíveis de equivalência”, diz Szwako.

Essas estratégias foram encampadas a partir do final da década de 1980, sobretudo pela indústria petrolífera, para disseminar o negacionismo climático, de acordo com o cientista político Carlos Milani, do Iesp-Uerj e coordenador do Observatório Interdisciplinar das Mudanças Climáticas (Oimc), da mesma instituição. “Desde sua criação, em 1988, o IPCC [Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas] produziu amplo consenso em torno da alta probabilidade de a raiz das mudanças climáticas estar na ação humana. Um dos vilões seria a liberação de CO₂, principal

gás responsável pelo aumento do efeito estufa provocado, entre outros fatores, pela queima de combustível fóssil. Isso acendeu uma luz vermelha para os produtores de petróleo”, diz o especialista, autor do verbete sobre a questão.

Segundo Milani, se em países como Estados Unidos, Reino Unido e Austrália, o negacionismo climático está imbricado com a economia da combustão, no Brasil essa genealogia começa nos anos 2000 e se atrela principalmente ao agronegócio. “Uma parcela da indústria não quer renunciar a uma parte de seus lucros e adota práticas negacionistas. Por outro lado, o cidadão comum, que resiste em mudar seus hábitos, encontra no discurso negacionista um refúgio”, observa.

Combater os negacionismos não é tarefa fácil, especialmente em tempos de realidade virtual, reconhecem os especialistas. “Uma opção é o Poder Judiciário determinar que plataformas como o YouTube cortem a receita de canais que propagam desinformação e discurso de ódio, mas é difícil fazer esse controle em redes como WhatsApp e Telegram”, constata Szwako. Para Kropf, da Fiocruz, instituições científicas precisam fortalecer seus laços com a sociedade, promovendo inclusão e diversidade em seus quadros. “Quando as pessoas percebem os benefícios concretos que a ciência traz para suas vidas, elas confiam na ciência e não embarcam em discursos negacionistas”, conclui. ■

BIOÉTICA

EM BUSCA DE PARÂMETROS ÉTICOS



Avanço de tratamentos médicos com a técnica de edição genética Crispr demanda o estabelecimento de mecanismos de governança para garantir equidade de acesso

Christina Queiroz | ILUSTRAÇÕES Helena Leopardi

As tecnologias de edição genética estão sendo desenvolvidas mais rapidamente do que é possível gerenciá-las? Com esse questionamento no horizonte, desde 2015 geneticistas, biólogos, bioeticistas e juristas têm se mobilizado para defender uma regulamentação global para o uso de ferramentas como a Crispr, que utiliza proteínas para cortar o DNA e promover alterações em pontos específicos de genes. Além disso, chamam a atenção para a necessidade do estabelecimento de mecanismos de governança que garantam equidade de acesso dos cidadãos a avanços científicos que podem, por exemplo, curar doenças raras, entre elas atrofia muscular espinhal (AME) que, em suas formas mais graves, leva bebês a óbito nos dois primeiros anos de vida.

Sigla de Conjunto de Repetições Palindrômicas Regularmente Espaçadas, o desenvolvimento da tecnologia Crispr rendeu o Prêmio Nobel de Química de 2020 à geneticista francesa Emmanuelle Charpentier e à bioquímica norte-americana Jennifer Doudna. Em 2012, elas atuaram em parceria para obter um sistema mais rápido e acessível de edição gênica (ver Pesquisa FAPESP nº 288). Apesar do progresso científico e tecnológico na área, pesquisadores consultados para esta reportagem observam que há um vácuo legislativo envolvendo técnicas de edição genética, entre elas a Crispr, mas consideram que a construção de um diálogo com estudiosos das ciências humanas e sociais pode contribuir para a superação desse desafio internacional.

Os debates bioéticos em torno da Crispr ganharam fôlego em 2018, quando o biofísico chinês He Jiankui, da Universidade de Ciência e Tecnologia do Sul em Shenzhen, editou embriões saudáveis de gêmeas para torná-las imunes ao vírus HIV (ver Pesquisa FAPESP nº 274). O evento causou apreensão na comunidade científica em relação aos limites de intervenção no genoma de futu-

ras gerações. “O acontecimento foi considerado o rompimento de uma das barreiras éticas mais importantes de nosso tempo: interferências genéticas em embriões, ou seja, na linha germinal humana, fronteira para além da qual não temos conhecimentos suficientes e tampouco o necessário amadurecimento civilizatório para manipulá-la”, sustenta Norton Nohama, bioeticista da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Segundo o pesquisador, os avanços tecnológicos trouxeram para os cientistas a responsabilidade de fomentar um debate que até então parecia tão longínquo que alguns consideravam desnecessário.

Na esteira desse processo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou, em 2021, documentos que fornecem as primeiras recomendações para orientar pesquisas com a edição do genoma humano. Intitulados “Human genome editing: recommendations”, “Human genome editing: A framework for governance” e “Human genome editing: Position paper”, os relatórios levaram dois anos para serem elaborados e mobilizaram cientistas, pacientes, lideranças religiosas e povos indígenas. Ficou estabelecido que técnicas de edição do genoma humano devem funcionar como ferramentas para fomentar o desenvolvimento da saúde pública e terapias para doenças genéticas para as quais não há tratamento. Contendo nove recomendações, os relatórios orientam, por exemplo, sobre a necessidade de garantir que ensaios clínicos que utilizam tecnologias de edição do genoma humano sejam revisados e aprovados por comitês de ética antes de sua inclusão em registros nacionais e regionais e que esses registros contenham palavras-chave que assegurem sua correta identificação. A manipulação do genoma deve ser realizada somente em locais em que existam entidades capazes de fiscalizar a pesquisa.

Como parte das preocupações globais envolvendo a edição do genoma humano, no Brasil, pesquisadores da PUC-PR se preparam para lançar, em janeiro de 2023, um livro que traça um panorama

das questões éticas envolvendo Crispr e os desafios da regulamentação. Um dos autores da obra, Nohama explica que pesquisas com DNA recombinante e transgênicos levaram ao desenvolvimento de normativas de biossegurança pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Técnicas como a Crispr passaram a ser classificadas como Tecnologias Inovadoras de Melhoramento de Precisão (Timp). “As ferramentas de DNA recombinante colocam pedaços de DNA de uma espécie em outra e permitem a criação de Organismos Geneticamente Modificados [OGM]. Já a Crispr faz procedimento similar com o DNA do próprio organismo”, diferencia Nohama. De acordo com ele, a União Europeia entende que a Crispr deve ser regulamentada em consonância à normativa adotada para OGM. O agrônomo Alexandre Nepomuceno, atual chefe-geral da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Soja que, na condição de especialista em biotecnologia e por indicação do Ministério da Agricultura recentemente assumiu seu 9º mandato na CTNBio, explica que no Brasil a Resolução Normativa nº 16, de 2018, estabeleceu requisitos técnicos para apresentação de consulta sobre as Timp, trazendo mecanismos de análise de biossegurança. “Por meio dessa resolução, a CTNBio analisa, caso a caso, pesquisas e produtos desenvolvidos por técnicas de edição gênica, incluindo aquelas desenvolvidas com Crispr. A comissão de biossegurança brasileira avalia se o produto final será considerado um organismo convencional, que poderia ter sido obtido por outras técnicas como o melhoramento clássico, por exemplo, ou se no produto final existe DNA de outra espécie, sendo nesse caso considerado um transgênico.” O pesquisador lembra ainda que a Lei nº 11.105/05 estabeleceu normas de segurança e mecanismos de fiscalização à produção, manipulação, armazenamento e pesquisa com organismos geneticamente modificados, e autorizou à CTNBio o desenvolvimento de normativas que permitam o Brasil manter sua biossegurança e também acompanhar a evolução tecnológica na área de biotecnologia.

Por sua vez, a geneticista Daiane Priscila Simão, do parque tecnológico Cilla Tech Park, e outra autora da obra que está no prelo, explica que pesquisas

com Crispr demandam autorização da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), que se preocupa em determinar se seus benefícios se sobrepõem a possíveis riscos. “Devido à complexidade da discussão e ao fato de as consequências de longo prazo serem pouco conhecidas, o processo tende a ser lento e repercutir no andamento de estudos científicos”, avalia. Ao concordar que alguns marcos regulatórios podem apresentar obstáculos para avanços científicos e clínicos, o biólogo espanhol Arcadi Navarro i Cuartiellas, da Universidade Autônoma de Barcelona e da Universidade Pompeu Fabra, ambas na Espanha, recorda o que diz a Declaração Universal dos Direitos Humanos, publicada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1948. O documento, ratificado por 169 países, estabelece no Artigo 27 que as pessoas têm o direito de se beneficiar dos avanços da ciência. A ideia, no entanto, muitas vezes está em conflito com argumentos de origem moral. “A Crispr tem o potencial para ser usada em aplicações eugênicas, caso da gestação de bebês supostamente mais belos e inteligentes, mas por outro lado permite criar terapias para enfermidades graves, até recentemente incuráveis. Seria uma irresponsabilidade não investir em seu desenvolvimento”, sustenta o biólogo, que também dirige o Centro de Regulação Genômica da Fundação Pasqual Maragall. Se os avanços científicos podem ter aplicações negativas e positivas, a legislação, observa ele, deve se desenvolver no sentido de impedir ou, quando não for possível, limitar eventual mau uso da técnica.

No Brasil, apesar de não ser permitido realizar intervenções genéticas em células germinativas ou embrionárias, a bióloga molecular e geneticista Mayana Zatz, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP) e coordenadora do Centro de Pesquisas do Genoma Humano, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão financiados pela FAPESP, defende a importância de pesquisas em embriões que não serão implantados. Só assim seria possível, por exemplo, descobrir formas de corrigir mutações malignas naquele embrião e em gerações futuras, explica. Conforme a geneticista, um dos campos de pesquisa mais avançados não apenas no Brasil, mas também nos Estados Unidos, diz respeito à utilização de órgãos de porcos em humanos. “O genoma do porco tem 98% de homologia com o humano, porém há genes do animal que podem causar rejeição aguda no transplante de seus órgãos”, informa. Com a utilização da tecnologia Crispr, detalha, é possível identificar e silenciar genes responsáveis pela rejeição. “Já produzimos embriões de porcos com genes silenciados e, na próxima etapa, preten-



demos inseri-los em uma porca para gerar filhotes que serão potenciais doadores de órgãos para humanos. Essa próxima fase depende de um diálogo estreito com comitês de ética locais e a Conep”, informa. Na avaliação de Zatz, o grande dilema da edição genética é que ela pode ter consequências imprevistas no longo prazo. Um dos riscos é a alteração, ao acaso, de outros genes além daquele que apresenta a mutação. Por causa disso, menciona a necessidade de a comunidade científica conhecer a situação das gêmeas chinesas nascidas em 2018, como forma de mensurar possíveis problemas envolvendo a edição do genoma humano.

Nohama defende que os desafios enfrentados no âmbito das regulamentações podem buscar subsídios em um campo emergente da bioética focado em lidar com o futuro como objeto de análise. “Correntes clássicas de pensamento bioético tomam o presente como objeto de estudo”, explica. Segundo ele, esses são os casos, por exemplo, da corrente utilitarista e da bioética de proteção. A primeira busca garantir que os avanços científicos atinjam o maior número de pessoas e tem embasado decisões de gestores de serviços de saúde; a segunda promove discussões para equalizar conflitos de interesse entre populações mais e menos favorecidas economicamente. De acordo com Nohama, as correntes clássicas posicionam o indivíduo no centro de suas reflexões. “Ocorre que os interesses ambientais, por exemplo, não são os mesmos do que os dos seres humanos. Quando colocamos o meio ambiente como elemento central de discussão, as prioridades mudam e o conceito de progresso científico pode não mais estar em primeiro plano”, pondera.

Por essa razão, argumenta Nohama, o debate ético sobre a Crispr demanda a inclusão do porvir como objeto de estudo. Para fomentar essa discussão, ele menciona a obra do filósofo alemão Han Jonas (1903-1993), que tem balizado reflexões sobre o impacto de terapias de edição genética no futuro da humanidade. Um dos fundadores da corrente de pensamento denominada bioética da responsabilidade, em seus estudos ele discute modelos de progresso. Nohama chama a atenção para o fato de o modelo atual de produção científica desenvolver-se de forma fragmentada, que faz com que os avanços da edição genética sejam analisados tecnicamente e não raras vezes relegando a um segundo plano suas implicações bioéticas. “Com essa separação, os problemas e as consequências dos avanços científicos são vistos como preocupações transitórias exclusivas da técnica, sobre as quais não é pertinente propor juízo de valor”, observa. “Ferramentas como Crispr envolvem riscos compartilhados por toda a humanidade. No entanto, seus benefícios podem não ser repartidos de forma igualitária para todos”, afirma Nohama. O bioeticista menciona levantamento da revista *Nature* indicando que durante dois anos, entre 2013 e 2015, em todo o mundo foram investidos US\$ 600 milhões



em pesquisas com Crispr. O mesmo estudo mostra que as solicitações de patente relacionadas à técnica estão em ascensão nos últimos oito anos. Somente em 2014, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) apresentou 62 pedidos de patente, o Instituto Broad, 57, e a empresa norte-americana de produtos agrícolas Dow Agrosciences 28. Nenhuma dessas solicitações envolveu patente de domínio público. “Como garantir equidade e universalidade de acesso a bens decorrentes dessas novas biotecnologias, se elas são apropriadas por uma economia de poder e alcance global, baseada na propriedade industrial e intelectual que tem como único valor o lucro?”, indaga o pesquisador da PUC-PR.

Zatz conta que tratamentos com Crispr para anemia falciforme, causada por uma mutação genética que provoca a deformação dos glóbulos vermelhos, podem chegar a custar US\$ 1 milhão por paciente – a doença é prevalente na África, região menos privilegiada economicamente. “Diversos tratamentos para doenças genéticas raras têm um custo exorbitante. Por exemplo, uma nova terapia gênica para AME custa US\$ 2,1 milhões. O valor é altíssimo porque as empresas que investiram em pesquisas querem ter lucro e, como são doenças relativamente raras, o número de pacientes a serem tratados é relativamente pequeno”, afirma.

O valor do tratamento é alto, entre outros motivos, porque é necessário remover células-tronco de pacientes, editá-las e depois reinseri-las em seu corpo. Com a proposta de avançar na resolução desse tipo de dilema, Zatz afirma que um dos eixos centrais do Human Genome Editing Summit, evento da Academia de Ciências Médicas do Reino Unido, das Academias Nacionais de Ciências e Medicina dos Estados Unidos e da Academia Mundial de Ciências, que será realizado em março de 2023 no Reino Unido, terá questões bioéticas como um de seus eixos centrais de discussão. ■

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

O TESOURO DA AMAZÔNIA

Em livro do século XVIII, jesuíta português mostra empatia com os povos originários e, como naturalista, descreve rios, plantas e animais

Carlos Fioravanti

O rio Maranhão ou rio Amazonas com a missão da Companhia de Jesus, mapa do jesuíta Samuel Fritz, impresso pela primeira vez em Quito, em 1707





2

Quando viviam no Brasil, nos três primeiros séculos do período colonial, os jesuítas construíam colégios, ensinavam os indígenas, escreviam longas cartas para os colegas de outros países e viajavam bastante. Um deles, o português João Daniel (1722-1776), chegou ao Brasil aos 19 anos, completou sua formação no Colégio de São Luís, em São Luís, então sede do estado do Grão-Pará e Maranhão, e durante 16 anos percorreu aldeias e povoados da região amazônica para cumprir seu papel de missionário.

Suas andanças terminaram em 1757 por causa de uma lei editada pelo secretário de Estado do Império português, Sebastião José de Carvalho e Melo, o marquês de Pombal (1699-1782), extinguindo o trabalho missionário dos jesuítas, que se opunham à escravização dos indígenas. Deportado em 1757 com outros nove missionários, Daniel ficou quatro anos em uma prisão no nordeste de Portugal e outros 16, até morrer, em São Julião da Barra, um forte militar próximo a Lisboa. Na prisão, para ocupar o tempo e, como ele anotou, “enganar a falta de sono”, escreveu as 766 páginas do livro *Tesouro descoberto no máximo*

rio Amazonas, que se tornou uma obra de referência sobre a região no século XVIII, com impressões sobre rios, plantas, animais e povos nativos.

“Provavelmente ele tinha algumas anotações, porque há referências a outros livros que dificilmente ele teria na prisão”, comenta o polonês Henryk Siewierski, professor de teoria literária na Universidade de Brasília (UnB). O jesuíta escreveu com base essencialmente em sua memória dos anos em que ficou no Brasil, reforçada pelas informações de outros padres expulsos da Amazônia que também estavam na prisão.

Em vista das circunstâncias em que foi produzido, até mesmo com interrupções decorrentes da falta de papel, Siewierski considera uma sorte o manuscrito ter sobrevivido e desde 1810 estar “muito bem guardado”, como ele próprio verificou, na Biblioteca Nacional. Dom João VI (1767-1826) enviou para lá as primeiras cinco partes do livro, que trouxe ao se mudar com a Corte para o Rio de Janeiro, em 1808; a sexta foi encontrada depois na Biblioteca de Évora, em Portugal. Publicado em partes a partir de 1820 em Portugal e no Brasil, o livro ganhou uma edição integral aqui em 1976 pela Biblioteca Nacional e outra

JACARÉ

“é o monstro mais proporcionado de tanto rio grandeza. Há jacarés de 40 e 50 palmos de comprimento, com proporcionada grossura, como uma ordinária pipa, principalmente o seu bojo”

em 2004, pela editora Contraponto, em dois volumes, com 1.224 páginas.

Radicado no Brasil desde 1986, Siewierski leu o *Tesouro* depois de percorrer os rios Xingu, Tocantins e Marajó com colegas antropólogos, biólogos, linguistas e geógrafos em expedições promovidas pela Universidade Federal do Pará (UFPA) de 2002 a 2005. Em seguida, escreveu um capítulo sobre o missionário no livro *Raj nie do utracenia. Amazonskie silva rerum* (Amazônia, paraíso que não pode ser perdido), publicado em polonês em 2006, e um estudo com uma seleção

TAMANDUÁ

“um dos animais mais galantes da América” [...] “são da grandeza e feitio de um grande galgo, algum tanto mais altos”



MARACAJÁ

“do tamanho de um cachorro inglês; mas a figura é de gato, como todas as mais onças”

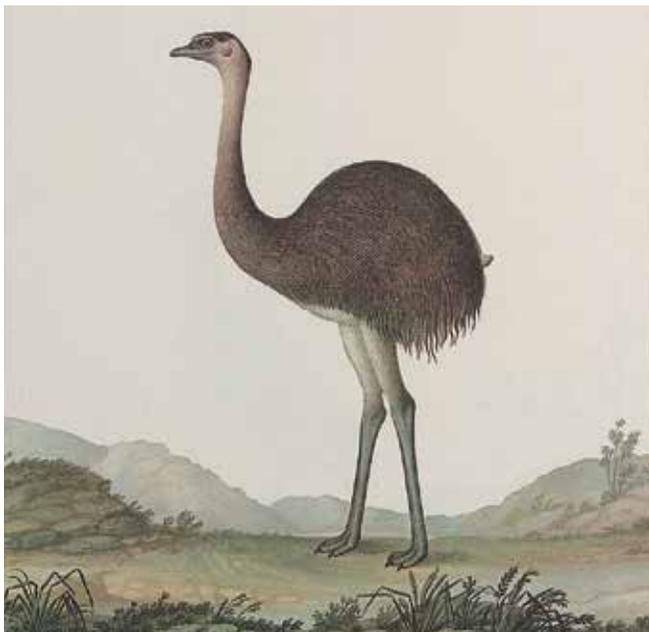


de trechos do *Tesouro, o Livro do rio máximo do padre João Daniel* (Educ, 2012).

“João Daniel é uma voz de profundis em defesa dos indígenas e da Amazônia, vista ela própria como tesouro que precisa ser cuidado”, diz ele. “O padre português não deixa de ser evangelizador, mas reconhece a importância da cultura e dos mitos dos povos indígenas e critica a evangelização a qualquer preço.” Para o pesquisador polonês, a conversão deveria decorrer das vantagens espirituais, como a possibilidade de vida eterna, não em troca de instrumentos que facilitassem o trabalho, como facões e enxadas.

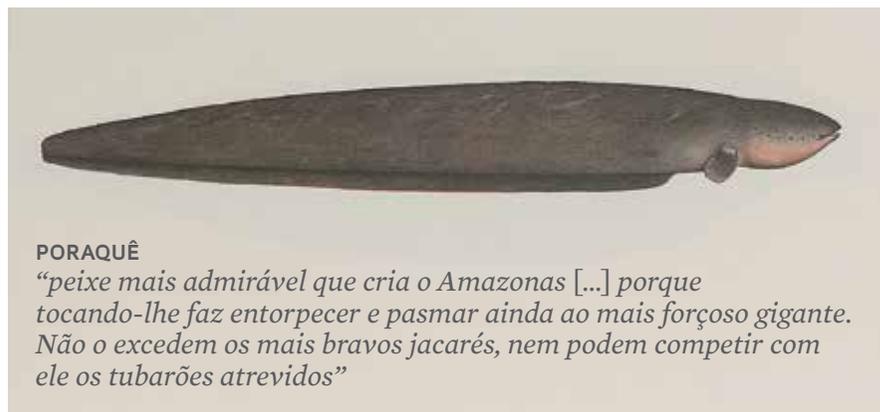
EMA

“É tão voraz que não só digere pedras o seu papo, mas também a prata, como se viu nas aldeias”



Em um artigo com o historiador Zady Alberto da Silva publicado em 2014 na *Revista Ultramares*, o historiador alemão Karl Heinz Arenz, da UFPA, comparou a visão de Daniel sobre os indígenas com a de outros dois jesuítas: o português Antônio Vieira (1608-1697), que viveu no Maranhão de 1653 a 1661, autor de *Sermões*; e o luxemburguês João Felipe Bettendorff (1625-1698), que escreveu *Crônica dos padres da Companhia de Jesus no estado do Maranhão (1627-1698)*, publicada em 1910 pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB), e viveu na região durante 37 anos. “Vieira era idealista e paternalista; Bettendorff defendia apenas a aplicação das normas religiosas; e Daniel era desiludido, ao escrever que os indígenas eram selvagens e ‘sumamente tenazes e misteriosos’, às vezes falavam sem parar e outras se calavam, o que ajudava a explicar os lentos avanços da evangelização”, comenta.

Autor de *Valente para servir: o padre João Felipe Bettendorff e a Amazônia portuguesa no século XVII* (Caravana, 2022), Arenz chegou ao Brasil em 1990, traba-



PORAQUÊ

“peixe mais admirável que cria o Amazonas [...] porque tocando-lhe faz entorpecer e pasmor ainda ao mais forçoso gigante. Não o excedem os mais bravos jacarés, nem podem competir com ele os tubarões atrevidos”

lhou seis anos como missionário na formação de lideranças comunitárias em Oriximiná, no Pará, e leu o *Tesouro* quando fazia o doutorado em Paris em história moderna e contemporânea. “Como outros missionários”, ele acrescenta, “Daniel ficou impressionado ao ver que os indígenas não se apegavam a riquezas nem julgavam os outros conforme as posses”.

Daniel afirmou que os indígenas “são gente também”, justificando-se: “Houve europeus que chegaram a proferir que os indígenas não eram verdadeiros homens, mas só um arremedo de gente”. Ele destacou a valentia dos nativos e chamou a antropofagia de “o mais bárbaro e abominável abuso” de “algumas nações dos índios [sic] do Amazonas”. Também re-



PALMEIRAS

“Crescem muito direitas estas palmeiras, com o tronco muito liso”;
“os ramos de quatro ou cinco palmos de comprimento são muito fechados e lindos de cor verde-escuro”

conheceu que os portugueses poderiam aprender com os nativos a fazer canoas e denunciou os abusos das mulheres pelos colonizadores. Ele escreveu: “Era brutal a lascívia e monstruosa a desenvoltura com que sem temor de Deus nem pejo dos homens usavam ou abusavam do sexo feminino, com tanta lassidão que parece enforcaram ou alijaram ao mar as consciências, ao passar da linha na viagem da Europa para as terras da América”.

“O padre João Daniel podia soltar a opinião porque estava sozinho, na prisão, e não sabia se o que escrevia seria publicado algum dia”, comenta a bióloga Vera Maria Fonseca de Almeida-Val, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). Ao ler o livro, em 2004, ela observou: “Como um naturalista, ele descreve não apenas os animais, mas também as relações entre eles, como a cooperação entre os jacarés e os pássaros que limpam seus dentes”.

MURÁ

“Como gente de campanha, sempre anda de levante e ordinariamente em guerras, já com as mais nações, e já com os brancos, aos quais querem a matar ou têm ódio mortal”



Ao tratar da natureza, Daniel mostrou-se um narrador entusiasmado: “É sem dúvida o Amazonas o máximo dos rios”, escreveu no *Tesouro*. Para ele, o rio era “muito pacato”, sem cachoeiras. Já as ondas da pororoca, o encontro do Amazonas com o mar, eram “encrespadas, bravas e tão horrorosas” que faziam “subir a maré por quatro léguas [19,3 quilômetros], e talvez mais em algumas partes”.

Em setembro deste ano, o geólogo paulista André Oliveira Sawakuchi, da Universidade de São Paulo (USP), encantou-se ao ler o *Tesouro* pela primeira vez: “João Daniel já fala das águas branca e preta dos rios da Amazônia e associa a primeira àquela que vem dos Andes”. Atualmente, acrescenta Sawakuchi, as águas dos rios da Amazônia são classificadas em branca, como as dos Solimões e Madeira; preta, como as do Negro; e clara, como

as dos Tapajós e Xingu. O geólogo da USP observou que a descrição do Tapajós e suas cachoeiras é mais detalhada que a do Xingu, provavelmente, a seu ver, pela dificuldade de navegação.

Sawakuchi encontrou pequenos equívocos, como o rio Japurá, um dos afluentes da margem esquerda do Solimões, com cinco fozes ou bocas: “Hoje vemos uma ou duas bocas, que se confundem com a bifurcação do canal do rio Solimões, mas é fácil de ver por causa das imagens de satélite e fotografias aéreas. Na época dele, a grande quantidade de ilhas devia dificultar a identificação das bocas dos rios”. Ele também notou que o jesuíta descreveu o rio Branco, que corta Roraima, correndo em sentido oposto ao do Amazonas, quando eles são quase perpendiculares. Sawakuchi começou em 2010 a estudar a história dos rios da Amazônia, por meio da análise de seus sedimentos. ■

A VIDA MOSTRA OS CAMINHOS

As escolhas que conduziram a cardiologista Maria Cristina Izar de volta à investigação científica

De uma coisa não tenho dúvida. As incertezas e os obstáculos que apareceram em meu caminho também me fortaleceram e consegui transpô-los para me tornar uma profissional melhor. Jamais imaginaria que, 15 anos depois de formada – com uma filha adolescente e trabalhando concursada na prefeitura de São Paulo –, estaria embarcando com um visto de permanência temporária para Nova York e lá, nos Estados Unidos, me reencontraria com a pesquisa.

Sou paulistana, a filha mais velha de quatro mulheres em uma família de ascendência árabe. Meu pai era engenheiro

civil e, por essa razão, inicialmente pensei em cursar uma faculdade ligada às ciências exatas. Gostava muito de física e matemática, engenharia ou física me pareceram escolhas naturais. Mas, quando tinha 13 anos, minha turma apresentou um trabalho sobre câncer em uma feira de ciências no colégio em que eu estudava. Nem sei por que escolhemos esse tema, mas fomos atrás de peças anatômicas, literatura e exibimos filmes. Fiquei encantada. No colegial, depois de cogitar ciências biológicas, optei por medicina.

Em 1975 fui aprovada em várias faculdades, entre elas a Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto. Houve uma

certa pressão familiar para que permanecesse na capital, mas logo meu pai e minha mãe, que era professora de educação infantil, viram que medicina na USP era outro nível e lá fui eu para o interior do estado. Adorei fisiologia cardiovascular, endocrinologia, imunologia. Gostava de tudo na verdade. Poucas áreas não me interessavam, entre elas os estudos sobre lipídios e genética. Justamente as que trabalho hoje. Talvez pela complexidade, por não entender, sei lá. Só sei que naquele momento acabei fazendo residência em cardiologia.

Minha intenção era seguir na vida acadêmica, mas engravidei e acabei me

separando logo depois. Esses acontecimentos modificaram muito o rumo da minha vida. Fiquei muito fragilizada e, como tinha de sustentar sozinha minha filha, voltei para a casa dos meus pais. Trabalhei inicialmente no hospital Beneficência Portuguesa. Integrava uma grande equipe de cardiologia. Senti que era uma oportunidade e pude agarrá-la, com o suporte da minha família. Durante um tempo fiquei nessa linha de cardiologia cirúrgica, um pouco de clínica mas nada de pesquisa. Foi nessa época que conheci o também cardiologista Francisco Antônio Helfenstein Fonseca, com quem me casaria algum tempo depois.

Em 1985 prestei concurso e, no ano seguinte, ingressei no serviço público. Estava esgotada dos plantões, quase não via minha filha, que ainda era pequena, e isso me preocupava muito. Na prefeitura fiz de tudo um pouco: de perícia médica a pronto atendimento. Mas, então, aconteceu algo inesperado. Na primeira metade da década de 1990, meu marido decidiu retomar sua vida acadêmica e iniciou uma pós-graduação na Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo [Unifesp]. Em 1995, ele recebeu um convite para um estágio de pós-doutorado em uma universidade de Nova York e decidi acompanhá-lo. Tinha apenas um visto temporário, mesmo assim consegui fazer uma especialização em cardiologia experimental na New York University, trabalhando com angioplastia coronária em suínos.

Naquele momento, não tinha grandes expectativas de mudança para a minha vida, mas, com o tempo e os resultados dessa especialização, um novo cenário foi se delineando. Acho que me apaixonei de tal forma pela pesquisa, foi tão instigante procurar respostas, que, de alguma maneira, tive a certeza de que buscaria me dedicar a isso. Só não sabia como ou onde. Tão logo voltei a São Paulo, comecei a procurar uma pós-graduação. Acabei me inscrevendo em um doutorado direto na Unifesp. Em 2001, exatamente 20 anos depois de ter me graduado, recebi o título de doutora. Es-

tava com 43 anos e no nono mês de gestação da minha segunda filha.

O tema do doutorado surgiu da vivência nos laboratórios da Unifesp. Na segunda metade dos anos 1990, havia uma busca por avaliar e prever riscos cardíacos por diferentes caminhos, dentre eles o da genética. Quando comecei a pesquisar para a tese, meu conhecimento na área era quase nulo. Precisei aprender técnicas básicas que levariam à identificação de polimorfismos genéticos relacionados à doença coronária prematura. Com dados como esse, analisei vários biomarcadores – marcadores da hemostasia, apolipoproteínas e agregação plaquetária – em homens que tinham infartado antes dos 45 anos e em mulheres antes dos 55. Acompanhei a parte clínica e laboratorial de cada um dos quase 240 pacientes para saber a origem dos principais riscos de doenças do coração. Os resultados foram publicados na tese “Fatores de risco, marcadores bioquímicos e polimorfismos genéticos na doença arterial coronariana prematura”.

A partir do doutorado comecei a trabalhar com polimorfismos genéticos, inicialmente ligados apenas à doença coronariana e diabetes. Gradualmente fui me aproximando de algumas doenças raras. Comecei estudando hipercolesterolemia familiar, ou apenas HF, doença genética que se caracteriza por níveis muito elevados de colesterol e, conseqüentemente, pode levar a ataques cardíacos antes dos 50 anos.

Essa doença é considerada rara mais pelo desconhecimento dos profissionais da saúde do que por sua incidência. Na verdade, a estimativa mundial de sua prevalência é de 1 para cada 250 indivíduos. Ou seja, trata-se de uma doença subdiagnosticada e, conseqüentemente, subtratada. Essa frequência pode ser maior dependendo do grupo estudado, como, por exemplo, o que envolve casamentos consanguíneos, algo comum em cidades pequenas do interior do Brasil. Nesse estudo, me envolvi novamente com genética e lipídios. São voltas que o mundo dá.

Há dois anos estamos construindo aqui na Unifesp um registro nacional de pacientes com hipercolesterolemia familiar. O objetivo é sistematizar, a cada ano, toda a informação sobre esses casos: quando foram diagnosticados, como

são tratados, a medicação prescrita e a ocorrência de eventos cardiovasculares.

Registros assim são superimportantes não apenas para as pessoas afetadas. Servem também para demonstrar aos gestores da saúde que nem todo medicamento indicado para diminuir níveis de colesterol resolve o problema de alguns pacientes. Não existe, na rede pública nacional, uma linha de cuidado para indivíduos que sofrem de doenças como a HF, tampouco um teste genético gratuito. Ficamos entre o “será que é” e o “será que não é”. Na suspeita de HF é fundamental conhecer o paciente-índice e seus familiares, o que envolve rastreamento em cascata, para identificar as alterações genéticas que causam a doença em indivíduos de uma mesma família. Mas esse diagnóstico genético custa caro e não é disponibilizado via SUS, o Sistema Único de Saúde.

Também estamos trabalhando na construção de um registro nacional para pacientes com síndrome da quilomicronemia familiar, ou SQF, doença genética cuja característica principal é o elevado nível de triglicérides e conseqüentes pancreatites. No caso da SQF, esse registro é fundamental para que se conheçam características peculiares desses pacientes, que não respondem às medicações usuais e não têm acesso a medicações inovadoras, mas de custo muito elevado. Diferentemente da HF, que responde a tratamentos convencionais, embora dispendiosos, com a SQF isso não acontece. Embora estejam chegando novos fármacos promissores, os pacientes não conseguem ter acesso a eles porque a doença segue desconhecida, ou não reconhecida pela rede pública de saúde.

Na minha vida profissional as oportunidades nasceram de coincidências, encontros e perdas. Assim fui me encontrando. Enquanto isso sigo aqui na Unifesp, dando aulas na disciplina de cardiologia, trabalhando com a prevenção da doença cardiovascular em vários níveis. Adoro fazer essas coisas. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A DAFNE SAMPAIO

SAIBA MAIS

Colesterol & Família
colesterolefamilia.com.br

Escritos do filósofo da arte

Sonia Kramer



Liev S. Vigotski:
Escritos sobre arte
Priscila Marques
(organização,
tradução e notas)
Mireveja
320 páginas
R\$ 72,00

Raras vezes uma obra da área das ciências humanas favorece experiência de leitura tão múltipla e densa como a pesquisa de Priscila Marques sobre escritos de arte de Liev S. Vigotski (1896-1934). Fruto de mais de 10 anos de trabalho na coleta, tradução e análise de textos que até 2015 permaneceram inéditos, mesmo na Rússia, o livro oferece material de imenso vigor na esfera da arte e da ciência.

Reunidas em quatro partes – letras, palcos, artes plásticas, psicologia da arte –, as resenhas revelam um Vigotski incógnito, como diz Marques. Publicadas em jornais e revistas de Gomel, entre 1912 e 1928, antes e depois da revolução de 1917, pois elas mostram, na efervescência cultural do contexto, a formação e a atuação de Vigotski, observador atento da vida cultural, intelectual inquieto, crítico de arte que se tornava cientista.

No texto de abertura, sobre o antissemitismo na obra de Fiódor Dostoiévski (1821-1881), Vigotski traz a injúria, a ofensa e o escárnio ao judeu, presentes nos personagens, e indaga se essa é ou não uma caricatura. A arte e a complexidade das relações entre judeus e russos estão no centro da cena, em Gomel, cidade com mais de 100 mil habitantes, a metade de origem judaica.

Em “Vigotski e os palcos”, vê-se o jovem crítico, espectador da vida no teatro, a escrever resenhas que falam de peças, atores, turnês, temporadas, cenários, direção, interpretação, criação. E pode-se ler, nos elogios e críticas, a prospecção e o incentivo a atores, companhias, bailarinos. As resenhas sobre teatro ídiche, encenadas num momento em que se produziam peças sucessivas para um público amante do teatro, revelam que Vigotski conhecia bem o ídiche, língua formada pela fusão do alemão, hebraico e línguas eslavas.

O texto e as imagens de “Vigotski e as artes plásticas” dão o gosto poético da “língua das linhas”, como escreve o autor, seu material, pintura, estilo, musicalidade. Uma lindeza.

Na parte que fecha o livro, dedicada à psicologia da arte, a pergunta central: o que configura a verdadeira natureza da arte? Vigotski refuta a visão de Liev Tolstói (1828-1910), de que a arte estaria na capacidade de contagiar os sentimentos de outra pessoa, e nos convoca a compreender que, ao contrário, a verdadeira natureza da arte carre-

ga algo que supera o sentimento comum, e dessa forma realiza o seu mais importante objetivo.

Corpo e mente, conhecimentos espontâneos e científicos, desenvolvimento e aprendizado, fantasia e realidade, afeto e cognição, arte e ciência, o papel do outro. Na construção de uma psicologia histórico-cultural já se conhecia a contribuição de Vigotski para compreender o ser humano na sua inteireza, sem binarismos ou dicotomias. Mas o livro e a pesquisa que chegam agora às mãos de leitoras e leitores trazem um Vigotski que comenta a produção artística e se pergunta sobre a natureza da arte.

Assim, o Vigotski que escreveu o tratado de defectologia arguiu a teoria de Jean Piaget (1896-1980), questionou a noção de estágios, favoreceu entender as marcas culturais do humano, analisou o papel das interações sociais e da mediação, afirmou a relevância da experiência de cultura, do brinquedo e da linguagem, possibilitando, com a psicologia histórico-cultural, uma concepção outra de infância, emerge como filósofo da arte. Qual a natureza constitutiva da arte? Como se dá o processo de criação? Como o ser humano cria? Essas são, entre outras, perguntas que os escritos de Vigotski nos convidam a fazer.

Enfim, um parágrafo de agradecimento a Priscila Marques pela grandeza da pesquisa, que pega os tesouros do campo empírico nas mãos, os traduz e entrega generosamente a pesquisadores, estudantes, leitores dos mais variados campos das ciências humanas e sociais. É exemplar o cuidado com informações sobre a transliteração do russo (trabalho que sabemos árduo quando se trata de línguas com alfabetos diferentes), sobre a origem dos textos onde foram encontrados, com quem dialogava Vigotski e sobre as lacunas das palavras não compreensíveis no original.

O livro abre trilhas de temas que leitores de Vigotski podiam apenas intuir no estudo de seus livros e textos, em especial sobre arte e imaginação na infância e psicologia da arte. E provoca muitas perguntas, essa que é a ação fundamental do fazer investigativo e artístico.

Sonia Kramer é professora da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, onde coordena o Núcleo Viver com Yiddish, do Instituto de Altos Estudos em Humanidades.



Rótulo de alimentos

Faltou o mais importante nesse novo selo frontal das embalagens: indicar quais aditivos químicos e naturais existentes no alimento provocam reações alérgicas (“Foco nos rótulos”, edição 319).

Josias Rincon

Bicentenário da Independência

Duzentos anos depois e é a mesma coisa (“Promessas sem fundos”, edição 320).

Gabriela Romani

Ensino superior

A expansão da educação superior, quando planejada de forma adequada, é uma ferramenta de transformação social (“Impactos da expansão”, edição 320).

Helder Anderson

CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

PesquisaFapesp

PesquisaFapesp

pesquisa_fapesp

@pesquisa_fapesp

PesquisaFAPESP

pesquisa.fapesp

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

Revista

Recentemente fiz a assinatura de *Pesquisa FAPESP* e percebi que as capas da revista são sem vida. Não colocam fotos coloridas das pesquisas mais excitantes, não há fotos de cientistas com pipetas, de um biossensor, de um livro. Se queremos popularizar a ciência, é necessário ter um apelo mais jovem. Parece que estamos lendo uma *Science*, *Nature*, em que temos uma capa respectiva ao melhor artigo. Quem vai querer comprar uma capa que lembra sangue e falando de estupro (edição 320)?

Lucas Blanes

Vídeo

Que vídeo incrível esse (“Peixes e corais também sofrem com as mudanças do clima”). Minha pesquisa de doutorado está focada justamente em entender os limites de temperatura suportáveis por peixes tropicais. Superdidático.

Joice Souza

Muito boa a pesquisa e muito legal a edição do vídeo “Erros e acertos dos caminhos da Independência”. Que os dados obtidos sejam explorados para a divulgação e preservação da memória.

Alexsandro Marcio

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

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

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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



FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

PRESIDENTE
Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE
Ronaldo Aloise Pilli

CONSELHO SUPERIOR

David Everson Uip, Helena Bonciani Nader, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Ignácio Maria Poveda Velasco, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski, Thelma Krug

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

DIRETOR-PRESIDENTE
Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO
Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO
Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa
FAPESP

ISSN 1519-8774

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira (*Presidente*), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Angela Maria Alonso, Carlos Américo Pacheco, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, Lilian Amorim, 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, Reinaldo Salomão, Richard Charles Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO
Luiz Nunes de Oliveira

DIRETORA DE REDAÇÃO
Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE
Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Poltica C&T*), Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*)

REPÓRTERES Christina Queiroz e Rodrigo de Oliveira Andrade

MÍDIAS DIGITAIS Fabrício Marques (*Coordenador*), Maria Guimarães (*Editora executiva*), Renata Oliveira do Prado (*Editora de mídias sociais*), Jayne Oliveira (*Analista digital*), Kézia Stringhini (*Redatora on-line*), Vitória do Couto (*Designer digital*) e Sarah Caravieni (*Produtora do programa de rádio Pesquisa Brasil*)

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecília Felli (*Designers*), Alexandre Afonso (*Editor de infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*), Amanda Negri (*Coordenadora de produção*)

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves

BANCO DE IMAGENS Valter Rodrigues

REVISÃO Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Ana Paula Orlandi, Dafne Sampaio, Domingos Zaporoli, Elena Partesotti, Frances Jones, Guilherme Eler, Helena Leopardi, Mariana Zanetti, Patricia Baik, Renata Fontanetto, Rodrigo Cunha, Sarah Schmidt, Sínesio Pires Ferreira, Sonia Kramer

REVISÃO TÉCNICA Celio Haddad, Fábio Kon, Jean Ometto, Francisco Laurindo, Luis Eduardo Aranha Camargo, Maria Beatriz Florenzano, Nathan Berkovitz, Rafael Silva Oliveira, Ricardo Hirata, Walter Colli

MARKETING E PUBLICIDADE Paula Iliadis
CIRCULAÇÃO Aparecida Fernandes (*Assistente administrativa*)
OPERAÇÕES Andressa Matias
SECRETÁRIA DA REDAÇÃO Ingrid Teodoro

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

TIRAGEM 29.020 exemplares
IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica
DISTRIBUIÇÃO RAC Mídia Editora

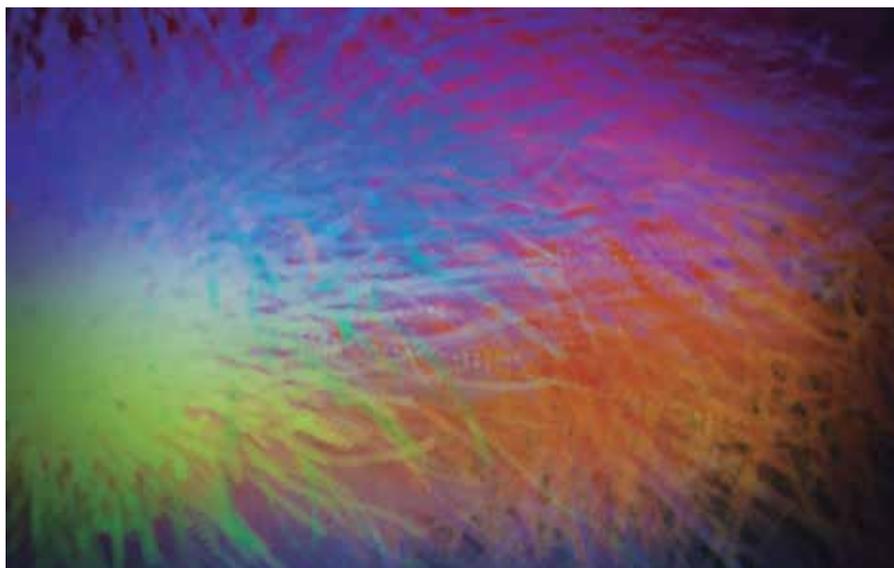
GESTÃO ADMINISTRATIVA FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

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



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

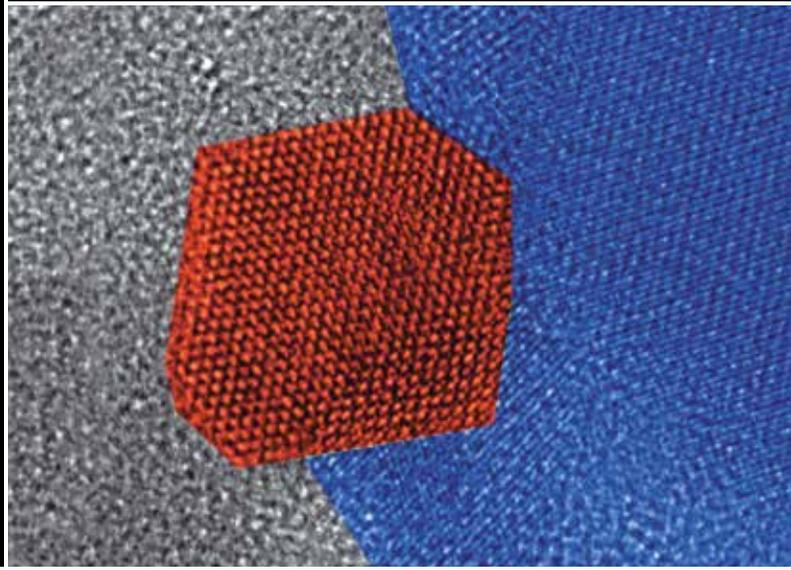


Corpo artista

Cercada por três monitores, uma pessoa cria imagens e composições musicais sem nenhum tipo de equipamento manual. “O corpo é seu instrumento”, explica a musicoterapeuta italiana Elena Partesotti. O aparato, a ferramenta de realidade mista BehCreative, gera cores e sons como resposta aos movimentos dos braços e do corpo. A ideia é estudar o comportamento do usuário para fins terapêuticos, como a recuperação motora em casos de danos causados por acidente vascular encefálico. A pesquisa é realizada no Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (Nics), em colaboração com o Instituto Brasileiro de Neurociências e Neurotecnologia (Brainn), ambos na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Imagem enviada por Elena Partesotti, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Unicamp, com bolsa da FAPESP

SUA PESQUISA
RENDE
FOTOS BONITAS?



MANDE PARA
IMAGEM PESQUISA
@FAESP.BR

Seu trabalho poderá ser
selecionado e publicado na revista.
Requisitos: beleza;
estar associado à pesquisa;
ter boa resolução (300 dpi)





**À VENDA EM BANCAS
DE TODO O PAÍS**