

Pesquisa

FAPESP

JUNHO DE 2023 | ANO 24, N. 328



PARA NÃO FALTAR ARROZ E FEIJÃO

Estudos mapeiam percurso da comida, do cultivo à mesa, para combater a fome e a insegurança alimentar

Marcas comerciais de ketchup têm apenas 25% de polpa de tomate, indica análise

Uso de animais em pesquisas ganha regras detalhadas, com força de lei

Empresas nacionais miram exploração comercial do espaço com nanossatélites

Reincidência criminal varia de 24% a 51% em diferentes estados brasileiros

Algoritmo reduz incerteza em teorema que desafia matemáticos há quase 100 anos

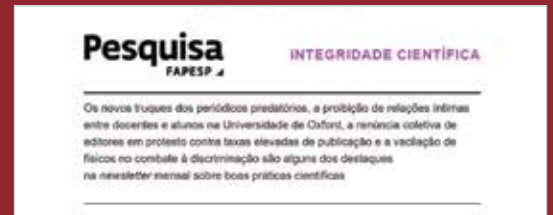
Genomas de mamíferos dão pistas sobre saúde humana e evolução

ASSINE AS NEWSLETTERS PESQUISA FAPESP

O MELHOR DO
JORNALISMO CIENTÍFICO
NA SUA CAIXA DE ENTRADA

Escolha o que quer receber:
conteúdo completo da edição mensal,
destaques semanais do site,
novidades sobre inovação e empresas,
notícias sobre integridade científica,
dicas dos editores da revista e as
versões em inglês e espanhol.

INSCREVA-SE bit.ly/BoletimPesqFapesp



EDIÇÃO DO MÊS

NOVIDADES DA SEMANA

INTEGRIDADE CIENTÍFICA

INOVAÇÃO & EMPRESAS

SUGESTÕES DA REDAÇÃO

VERSÕES EM INGLÊS E ESPANHOL



5 CARTA DA EDITORA

6 NOTAS

CAPA

12 Estudos sobre a fome analisam a trajetória que o alimento faz do cultivo até a mesa do consumidor

19 Arroz e feijão precisam de adaptação para suportar os efeitos da crise climática

ENTREVISTA

20 Marcio de Castro, novo diretor científico da FAPESP, expõe sua visão sobre a ciência e o futuro da Fundação

RECURSOS HUMANOS

26 Pesquisadores discutem como tornar mais atraente a carreira científica no país

EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

32 Uso de animais em pesquisas agora tem regras detalhadas, com força de lei

CIENTOMETRIA

36 Metodologia mapeia práticas anômalas entre cientistas da computação muito produtivos

BOAS PRÁTICAS

38 Revistas predatórias publicam artigos falsos e fraudam composição de conselhos editoriais

DADOS

41 Mulheres e ocupações em ciência e engenharia

OCEANOGRAFIA

42 O ambiente marinho e costeiro do Brasil sofre um intenso processo de degradação

MATEMÁTICA

48 Algoritmo reduz incerteza em teorema sem solução há quase 100 anos

ASTROFÍSICA

52 Estrela densa e compacta pode ser feita de quarks, constituinte elementar da matéria

ZOOLOGIA

54 Projeto Zoonomia compara genomas em busca de respostas sobre evolução e saúde

COVID-19

58 Agências sanitárias suspendem uso de fármacos que perderam eficácia contra Covid-19



Pesquisa 328
FAPESP

Fibra óptica ultrafina para uso em sensores (FOTÔNICA, P. 70)



Manguezal do litoral pernambucano: degradação (OCEANOGRAFIA, P. 42)



VÍDEO

Recifes descobertos no litoral capixaba surpreendem pesquisadores

Em duas expedições realizadas na cadeia montanhosa Vitória-Trindade (ES), foram encontrados novos tipos de parcel, batizados de colinas coralinas



VÍDEO

O que são chuvas extremas?

Cálculo é feito em milímetros de água que caem por metro quadrado, a partir das chuvas mais fortes registradas em determinado período em cada região



PODCAST

Moderação, filhotes, retratações

A redução de limites para o consumo de álcool, a fertilidade de onças-pintadas do Pantanal e os artigos cancelados por erros não intencionais

ALIMENTOS

60 Composição de ketchup tem, em média, apenas 25% de polpa de tomate, segundo análise

AMBIENTE

62 Novas tecnologias podem ajudar a identificar a origem da madeira retirada de florestas

TECNOLOGIA AEROESPACIAL

66 Empresas brasileiras investem na aplicação comercial de nanossatélites

FOTÔNICA

70 Físicos da Unicamp criam cápsula para envolver fibras ópticas ultrafinas

VETERINÁRIA

72 Aplicativo mensura a dor em animais e sugere tratamento com analgésicos

SOCIOLOGIA

76 Pesquisadores procuram calcular a taxa de reincidência criminal do país

HISTÓRIA

82 Os escritos íntimos do abolicionista André Rebouças

ANTROPOLOGIA

84 A diáspora africana no Brasil e seu legado religioso e cultural

MEMÓRIA

88 A botânica Graziela Barroso descreveu 132 novas espécies de plantas

ITINERÁRIOS DE PESQUISA

92 O filósofo Douglas Anfra quer aproximar o conhecimento acadêmico do cotidiano de alunos do ensino médio

OBITUÁRIOS

94 Aldo Craievich (1939-2023)
96 Setembrino Petri (1922-2023)

97 COMENTÁRIOS

98 FOTOLAB

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



ANTROPOLOGIA, P. 84

Capa

Amanda Negri, Claudia Warrak, Léo Ramos Chaves, Vitória Couto

Arroz, feijão e ketchup

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

O vigor do agro brasileiro é merecidamente objeto de destaque no noticiário: safras recordes, produtividade crescente, liderança mundial em exportação de várias *commodities*. Não recebem destaque outros dados que mostram uma realidade agrícola menos pop: a área de plantio de arroz e feijão, base da alimentação nacional, diminuiu mais de 30% de 2006 a 2022, segundo dados do IBGE.

A mudança para o cultivo de itens voltados à exportação, mais rentável, contribui para a insegurança alimentar no país. O conceito contempla a ingestão de alimentos em quantidade e qualidade insuficientes. Estima-se que mais da metade da população – em torno de 125 milhões de pessoas – hoje vivencie algum grau de insegurança.

Pesquisadores nas áreas de nutrição, economia, sociologia, agronomia e geografia se debruçam sobre a fome e caminhos para que o país enfrente esse aparente paradoxo, garantindo uma alimentação adequada para sua população (*página 12*). Ainda no tema da qualidade dos alimentos, reportagem à página 60 mostra que a composição do ketchup consumido no Brasil contém apenas 25% de tomate, em média. O grupo de cientistas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP já conduziu estudos semelhantes em alimentos e bebidas como shoyu, vinho e cerveja.

Foi na engenharia agrônômica que teve início a trajetória de pesquisador do geneticista de plantas Marcio de Castro, que assumiu em abril a Diretoria Científica da FAPESP. Castro concilia, há vários anos, a pesquisa sobre a interação planta-inseto-patógeno com a atuação institucional. Foi membro da CTNBio, diretor da Capes e pró-reitor da USP, instituição na qual se radicou na volta do doutorado no exterior. Em entrevista, Castro conta seu percurso e anteci-

pa as questões em que deve se debruçar na nova função (*página 20*).

A entrevista de Castro dialoga com a reportagem que traz a discussão sobre como ampliar o interesse de estudantes pela carreira científica e pela atividade de pesquisa, uma questão que se coloca não apenas no Brasil (*página 26*). Até a pandemia, o número de doutores formados no país cresceu solidamente, mas esses profissionais qualificados frequentemente não conseguem um trabalho que aproveite e desenvolva o seu potencial. Para entender melhor o problema, a Capes planeja um censo nacional da pós-graduação, de forma a conhecer as trajetórias dos egressos, que apresentam bastante variação regional e entre campos do conhecimento.

A dimensão continental do Brasil favorece o rádio como meio de comunicação. Dados da Kantar Ibope Media de 2022 mostram que 83% da população brasileira ouve rádio, seja no dial, via web ou plataformas digitais, como podcasts. O mesmo levantamento mostra que esse canal é percebido como confiável, com 56% dos ouvintes declarando que confiam no meio para se manterem informados.

Esta revista produz um programa semanal de rádio desde 2004, o *Pesquisa Brasil*, em parceria com a rádio USP FM. Em maio, o programa estreou um novo formato, dinâmico e com ainda mais conteúdo, trazendo um resumo de notícias sobre ciência e tecnologia, dois especialistas discutindo um mesmo tema e um pesquisador ou pesquisadora contando aos ouvintes como é seu trabalho, seus estudos. *Pesquisa Brasil* é coordenado e apresentado por Fabrício Marques, editor de Política Científica e Tecnológica da revista, e produzido por Sarah Caravieri. Está disponível no site da revista todo sábado às 14h e nos principais agregadores de podcasts.



Uma perereca ligada a flores

O nome popular de *Xenohyla truncata* pode parecer meio sem graça: perereca-frugívora. Mas denota algo fora do comum, já que anfíbios não costumam incluir frutos em seus cardápios. A espécie, uma das duas do gênero, habita restingas do Rio de Janeiro, um ambiente ameaçado pela ocupação humana. Ao fazer um inventário da fauna no município de Búzios, um grupo de pesquisadores de diferentes universidades (estudantes de pós-graduação e um técnico) fazia gravações das vocalizações desses animais, até então não registradas, e se surpreendeu ao ver que eles mergulhavam dentro de flores, onde passavam até 15 minutos bebendo néctar. Mais uma preferência alimentar

inérita para anfíbios, que poderia beneficiar as plantas por meio da polinização e da dispersão de sementes. A ação polinizadora precisa ainda ser confirmada por estudos mais complexos, porque depende de o pólen chegar íntegro – e não inviabilizado pelas substâncias secretadas pela pele das pererecas – a outras flores da mesma espécie. “Não sabemos o que leva esses animais a adotarem essa dieta”, diz o zoólogo Luís Felipe Toledo, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), orientador de dois dos estudantes que participaram da descoberta. “Continuamos a encontrar bichos fazendo coisas que não esperávamos”, ressalta (*Food Webs*, 28 de março).

A *Xenohyla truncata* mergulha em flores e bebe o néctar

Ilhas de umidade no Cerrado

Um campo de murundu, também chamado de savana de cupinzeiros, foi registrado pela primeira vez no estado de São Paulo, na Estação Ecológica de Santa Bárbara (EEcSB), no município de Águas de Santa Bárbara. Encontrados mais facilmente no Centro-Oeste e norte de Minas Gerais, esses ambientes “funcionam como grandes esponjas, retendo a água da chuva, filtrando-a e liberando-a lentamente para abastecer os corpos d’água na estação seca”, comenta a bióloga Bruna Helena Campos, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), uma das responsáveis pelo trabalho. A mancha de murundus, com 3,5 hectares, equivalente a 35 mil metros quadrados, tinha 64 espécies de plantas, das quais 59 crescem nos cupinzeiros e 22 em áreas próximas, incluindo arbustos e árvores endêmicas do Cerrado, como cajuzinho (*Anacardium humile*), marolo (*Annona crassiflora*),



2

pequi (*Caryocar brasiliense*) e catuaba (*Anemopaegma arvense*), além de gramíneas. Os cupinzeiros, que haviam sido identificados por fotos aéreas, foram cobertos pelas extensões das plantações de pinus e reapareceram em 2013, com o corte das árvores e o fogo controlado para queimar brotos de pinheiro (*Biota Neotropica*, março).

Campo com murundus no município paulista de Águas de Santa Bárbara

3



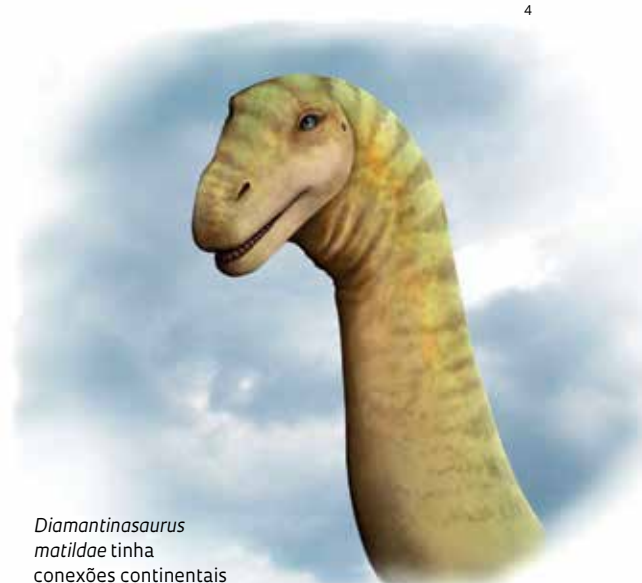
Com mais tempo à mesa, crianças comem maior quantidade de alimentos em pedaços

Para as crianças comerem mais frutas e legumes

Ficar mais tempo à mesa das refeições pode fazer as crianças comerem mais vegetais, de acordo com um experimento de pesquisadores da Universidade de Mannheim e do Instituto Max Planck para o Desenvolvimento Humano, ambos na Alemanha. Nesse teste, 50 pares de pais (idade média de 43 anos) e filhos (idade média de 8 anos) participaram de um jantar típico alemão com pão de forma, frios e queijos, além de frutas e legumes cortados em pedaços pequenos. Após permanecer à mesa por apenas 10 minutos a mais, totalizando 30 minutos, as crianças comeram em média cerca de 100 gramas a mais de frutas e vegetais; essa quantidade equivale a uma maçã pequena ou a uma das cinco porções diárias recomendadas de frutas e legumes. Como elas não consumiram mais pão, frios ou sobremesas, os pesquisadores levantaram a hipótese que os pedaços pequenos de frutas e vegetais eram mais fáceis de comer e, portanto, mais atraentes (*JAMA Network Open*, 3 de abril; Instituto Max Planck, 18 de abril).

Saurópodes aparentados na Austrália e na América do Sul

Encontrado em 2018 na Austrália, o primeiro crânio quase completo de *Diamantinasaurus matildae* – dinossauro saurópode de cauda longa, pescoço comprido e cabeça pequena, com comprimento aproximado de 16 metros e peso de 25 toneladas – guarda profundas semelhanças com uma espécie descrita em 2016, *Sarmientosaurus musacchioi*, que viveu quase na mesma época, há cerca de 95 milhões de anos, na Argentina. A conclusão reforça a ideia de que a Austrália e a América do Sul estiveram realmente conectadas e indicam que os dinossauros podiam vagar entre os continentes, hoje separados, por meio de uma conexão terrestre com a Antártida. Além disso, análises filogenéticas apresentadas por pesquisadores australianos apoiam a estreita relação evolutiva entre as duas espécies, ambas próximas à origem dos titanossauros. Reiterando essas conexões continentais, o crânio do saurópode *Tapuiasaurus macedoi*, encontrado no Brasil em 2011, é bastante similar ao de outros titanossauros de Madagascar e da Mongólia (*Royal Society Open Science* e *The Conversation*, 12 de abril).



Diamantinasaurus matildae tinha conexões continentais



Mais motociclistas em hospitais

Em média, 30 motociclistas morrem em acidentes no trânsito no Brasil por dia. O número de mortes manteve-se estável entre 2011 (11.485 mortes em todo o país) e 2021 (11.115); a taxa de mortalidade também, próxima a 5,7 por 100 mil habitantes, de acordo com o Ministério da Saúde. No entanto, nesse período aumentou em 55% a taxa de internação de motociclistas que sofreram acidentes no trânsito em hospitais da rede pública de saúde: de 3,9 por 10 mil habitantes em 2011 para 6,1 por 10 mil em 2021. Nesses 10 anos, o custo de serviços médicos e dias de trabalho perdidos passou de R\$ 85 milhões para R\$ 167 milhões. As principais causas dos acidentes são, da parte dos motociclistas, não usar capacete e dirigir alcoolizado ou em velocidade acima do recomendado, além de pavimentação defeituosa (buracos nas ruas), fiscalização deficiente e falta de planejamento urbano. Em compensação, segundo estudo da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), a taxa de mortalidade de ciclistas no Brasil caiu – de 7,91 por milhão de habitantes em 2006 para 1,8 por milhão em 2017 –, como resultado da instalação de mais ciclovias (*Boletim Epidemiológico*, 27 de abril; *Ciência & Saúde Coletiva*, 7 de abril).

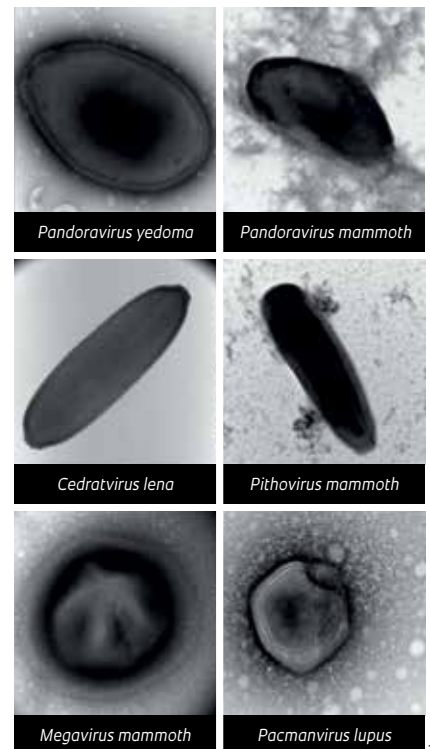
Uso de capacete e ruas com boa pavimentação ajudam a evitar acidentes

Fóssil de dinossauro voltará ao Brasil

Um fóssil levado ilegalmente do Brasil para a Europa em meados da década de 1990 vai retornar ao país em junho, depois de dois anos de negociações diplomáticas. O anúncio foi feito pelo Instituto Guimarães Rosa, vinculado ao Ministério das Relações Exteriores. O fóssil foi coletado em um sítio na bacia do Araripe, na divisa dos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, e integrado ao acervo do Museu de História Natural de Karlsruhe, na Alemanha. Após anos de estudos, concluiu-se que é o registro único de um dinossauro com o tamanho de uma galinha, que viveu há cerca de 120 milhões de anos onde hoje é o Nordeste brasileiro, andava sobre duas patas, tinha o corpo coberto por fios longos e finos e se alimentava de insetos e pequenos vertebrados. O caso veio à tona há dois anos, quando paleontólogos do Reino Unido e da Alemanha publicaram um artigo sobre o fóssil, classificando-o como uma nova espécie de dinossauro, batizado de *Ubirajara jubatus*. Com as evidências de que o material foi alvo de traficantes, a revista que publicou o achado, a *Cretaceous Research*, retirou o artigo de seu site. O destino do fóssil será o Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, em Santana do Cariri (CE).

Vírus gigantes saem de solo derretido

Depois de permanecer no gelo por até 48.500 anos, vírus gigantes desenterrados de amostras de solo congelado – ou permafrost – acordaram, infectaram protozoários de vida livre do gênero *Acanthamoeba* e se multiplicaram a ponto de deixá-los estufados. Com esse experimento, pesquisadores da França, Rússia e Alemanha mostraram a possibilidade de volta à vida de vírus que ficaram dormentes durante milênios. Em amostras antigas de permafrost da Sibéria, do rio Lena e de Canchatca, na Rússia, identificaram 13 novos grupos de vírus, dos quais cinco ainda não haviam sido revividos – *Pandoravirus yedoma*, *Cedratvirus*, *Megavirus*, *Pacmanvirus* e *Pithovirus*. Os cinco são vírus gigantes, que infectam bactérias e mesmo outros vírus, mas ainda sem relatos de que possam causar problemas em seres humanos. Esse é o estudo até agora mais amplo sobre vírus gigantes congelados capazes de voltar à vida à medida que o permafrost derrete, em razão do aquecimento climático (*Viruses*, 18 de fevereiro; *Medscape*, 30 de março).



Com diâmetros da ordem de 1 micron, os vírus gigantes são 10 vezes maiores que os comuns



3

Uma origem para as altas temperaturas da coroa solar

Três satélites estão ajudando a esclarecer um enigma de quase 80 anos sobre o Sol: por que a coroa solar, a camada mais externa da atmosfera da estrela, é tão mais quente do que a sua superfície? Enquanto a temperatura da coroa beira os 2 milhões de graus Celsius (°C), a da superfície não passa dos 5.500 °C. O mais provável mecanismo por trás desse aquecimento é a reconexão magnética, fenômeno físico que ocorre com mais frequência e em pequena escala, propõe agora um grupo internacional liderado pelo astrônomo Xin Cheng, da Universidade de Nanjing, na China. Na reconexão magnética, linhas do campo magnético se reorganizam, liberando energia magnética. Nesse processo, parte da energia do campo magnético é transformada

em calor e transferida para as partículas da coroa solar. Já se sabia que a reconexão magnética ocorria esporadicamente em grande escala no Sol, provocando as poderosas explosões que lançam partículas ao espaço. Os dados analisados mostraram que o fenômeno pode ser mais suave e ocorrer em áreas muito menores e por longos períodos. Imagens capturadas em 3 de março de 2022 pelo satélite Solar Orbiter identificaram uma sequência de reconexões suaves que durou quase uma hora, seguida de algumas explosões. Durante a reconexão, a temperatura em algumas regiões da coroa chegou a 10 milhões de graus Celsius e se propagou na forma de pequenas bolhas à velocidade de 80 quilômetros por segundo (*Nature Communications*, 13 de abril).

Na coroa solar, linhas de campo magnético se reorganizam, gerando um potente aquecimento

Bebida e queijo de babaçu poderiam substituir leite ou seus derivados

Outra forma de tomar babaçu

Pesquisadores da Embrapa Agroindústria Tropical, sediada na Universidade Federal do Ceará, com quebraadeiras de coco do Maranhão, desenvolveram uma bebida e um queijo à base de castanha de babaçu, a partir da qual já se produz óleo, sorvetes e biscoitos. A bebida é um extrato obtido da trituração de amêndoas em água, na proporção de 1 quilograma (kg) de amêndoas para 3 kg de água, e depois pasteurizado; armazenado sob refrigeração, pode ser consumido em até 15 dias. O análogo de queijo resulta de um processo de fermentação que aumenta a acidez e acentua o sabor e o aroma, semelhantes aos de queijos tradicionais. A adição de uma fonte de proteína (soja) confere valores nutricionais próximos aos de um queijo fresco. Avaliados com potenciais consumidores e apresentados a comunidades de quebraadeiras de coco, a bebida e o queijo podem substituir derivados de leite, para quem não pode ou não deseja consumir lácteos tradicionais, e ampliam a variedade de sorvetes e biscoitos. Rica em amido, essa amêndoa é também usada em pães, bolos, mingaus e em uma bebida quente conhecida como chocolate de babaçu (*Notícias Embrapa*, 11 de abril).



4



O peixe acará (*abaixo*), que se multiplica mais facilmente em águas paradas, como na usina Ludeca, no rio Chapecó (*ao lado*)



Os efeitos das pequenas usinas

As pequenas hidrelétricas – usinas com potência de geração de até 30 megawatts (MW) e reservatório de até 13 quilômetros quadrados – podem alterar a composição de espécies de macroinvertebrados e de peixes, conforme análise do impacto de 12 pequenas hidrelétricas nos rios Chapecó e Chapecozinho, em Santa Catarina. Pesquisadores do Brasil e dos Estados Unidos verificaram uma substituição dos organismos de fluxo rápido por outros, de águas estagnadas, como o acará (*Geophagus brasiliensis*), cuja quantidade relativa pode aumentar até quatro vezes. “A percepção de que pequenas hidrelétricas causam baixo impacto ambiental não tem respaldo na realidade”, comenta o biólogo Thiago Couto, o principal autor do estudo, em estágio de pós-doutorado na Universidade de Washington, Estados Unidos. Os autores ressaltam: “Estudos de impacto ambiental devem dar especial atenção a características do local e a efeitos cumulativos do sistema de pequenas hidrelétricas, mais do que a aspectos estruturais do projeto”. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), estão em operação no Brasil 219 usinas hidrelétricas de grande porte e 1.164 hidrelétricas de pequeno porte, incluindo 425 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 5 e 30 MW) e 739 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, até 5 MW) (*Freshwater Biology*, 7 de abril).

Lúpulo pode substituir antibióticos para frangos



O extrato de lúpulo (*Humulus lupulus*), planta usada na produção de cerveja, pode substituir os antibióticos usados como promotores de crescimento de frangos, de acordo com um estudo comparativo com 960 frangos realizado na Universidade de São Paulo (USP). Assados em grelhas, filés de peito de frango de corte alimentado durante 42 dias com ração misturada com lúpulo apresentaram a mesma cor, consistência e sabor que os de frangos alimentados com ração e antibióticos. Análises químicas registraram 95 compostos voláteis, incluindo os que asseguram a qualidade da carne, como aldeídos e pirazinas. “A carne dos frangos suplementados com extratos da planta, especialmente na concentração de 30 miligramas por quilo de ração, apresentou uma quantidade maior de antioxidantes em comparação com o grupo-controle”, comentou Stanislaw Bogusz Junior, do Instituto de Química de São Carlos (IQSC-USP), à *Agência Fapesp*. Se avançar, a possibilidade de uso de lúpulo na ração de frangos poderia evitar os resquícios de antibióticos na carne, um dos obstáculos à sua exportação (*Processes*, 4 de janeiro).

Prêmio incentiva aplicação da ciência em escolas públicas

A FAPESP e a Fundação Roberto Marinho lançaram no final de maio no Instituto Butantan a segunda edição do Prêmio Ciência para Todos, criado para incentivar o desenvolvimento de atividades científicas em escolas públicas e promover o engajamento de estudantes com a ciência e suas aplicações. A segunda edição premiará projetos de pesquisa que utilizem métodos da ciência para propor soluções de problemas concretos relacionados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU). As inscrições irão até 26 de junho para professores das escolas públicas e estudantes matriculados na rede pública do estado de São Paulo que se enquadrem em uma das cinco categorias: anos finais do ensino fundamental (do 6º ao 9º ano) do ensino regular; ensino médio (da 1ª à 3ª série) do ensino regular; ciclo anos finais do ensino fundamental da Educação de Jovens e Adultos (EJA); do ensino médio da EJA; e ensino médio técnico e profissionalizante. No lançamento do prêmio foram também anunciados os resultados da primeira chamada do Programa de Pesquisas em Educação Básica (Proeduca), implementado pela FAPESP em parceria com a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, e lançado o segundo edital da iniciativa. Mais informações em <https://www.futura.org.br/cienciaparatos/>.

Metrópoles asiáticas aossadas pelo mar

Seis megacidades do Sudeste Asiático podem ser particularmente prejudicadas com a elevação do nível do mar decorrente do aumento contínuo de gases de efeito estufa até 2100, de acordo com um mapeamento do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica dos Estados Unidos (NCAR). São elas: Chennai (12 milhões de habitantes) e Calcutá (4,5 milhões), na Índia; Rangum (5,2 milhões), em Mianmar; Bangcoc (10 milhões), na Tailândia; Ho Chi Minh (9 milhões), no Vietnã; Manila (quase 2 milhões), nas Filipinas. Por meio de um modelo de computador do clima global, os pesquisadores verificaram que em Manila, por exemplo, as inundações costeiras poderiam ser 18 vezes mais frequentes até 2100 do que em 2006. As ilhas do Pacífico tropical também emergiram como de alto risco. De acordo com esse estudo, duas capitais brasileiras, Rio de Janeiro e Belém, seriam especialmente vulneráveis à elevação do nível do mar causada pelas mudanças climáticas (*Nature Climate Change*, 2 de março; *newsletter* da NSF, 5 de abril).

Manila, nas Filipinas, está sob o risco crescente de inundações costeiras



4

5



Comentário sobre o Apocalipse registra eclipses

Monges medievais registram luas vermelho-sangue

“[...] e o Sol foi obscurecido e a Lua se transformou em sangue”. Ainda que a Lua eclipsada vermelho-sangue fosse vista como um possível sinal do Apocalipse, descrições como essa, em *Comentário sobre o Apocalipse*, livro escrito em 1090 pelo teólogo espanhol Beatus de Liébana (730–785), retrataram eclipses do Sol e mudanças na cor do céu. Desse modo, textos e pinturas de monges medievais ajudaram a datar com precisão grandes erupções vulcânicas. Durante um eclipse solar, a lua parece uma esfera avermelhada por ser banhada pela luz do sol curvada ao redor da Terra por sua atmosfera. Pode também desaparecer, encoberta pela poeira liberada por erupções vulcânicas, e limitar a luz solar que chega à superfície da Terra, prejudican-

do culturas agrícolas. “Os eclipses lunares mais escuros ocorreram dentro de um ano ou mais após grandes erupções vulcânicas”, comentou à *newsletter* da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, Sébastien Guillet, da Universidade de Genebra. Ele liderou um grupo que, durante cinco anos, examinou centenas de crônicas e pinturas da Europa e do Oriente Médio dos séculos XII e XIII. Dos 64 eclipses lunares totais ocorridos na Europa entre 1100 e 1300, um dos períodos de maior atividade vulcânica da história da Terra, os cronistas documentaram fielmente 51. As erupções no período medieval podem ter levado à Pequena Era do Gelo, quando as geleiras avançaram sobre a Europa (*Cambridge News* e *Nature*, 5 de abril).

INSUFICIÊNCIA ALIMENTAR



Conceito de sistema alimentar surgiu para abarcar diferentes etapas do processo de produção de comida

Para além da pobreza, pesquisas sobre a fome passam a analisar gargalos na trajetória que o alimento faz do cultivo até a mesa do consumidor

Christina Queiroz

Terceiro maior produtor de alimentos do mundo segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), o Brasil provê comida para cerca de 800 milhões de pessoas, conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Tamanha fatura não impede que 125,2 milhões de pessoas, mais da metade da população do país, enfrentem algum nível de insegurança alimentar. A definição inclui não apenas ingerir comida em quantidade insuficiente, mas também de baixa qualidade, de acordo com dados da Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar (Rede Penssan). Como resolver esse paradoxo? Pesquisas em diferentes campos do conhecimento propõem que a chave está em abordar o problema da fome analisando gargalos em sistemas alimentares, que abarcam a trajetória do cultivo até a mesa do consumidor, além de passar a considerar os impactos da crise climática nesse cenário.

Pesquisas pioneiras feitas no Brasil, como as do médico pernambucano Josué de Castro (1908-1973), estabeleciam relações diretas entre fome e pobreza, explica o economista Marcelo Neri, diretor do Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas (CPS-FGV). “Nos últimos anos, estudos passaram a indicar que a erradicação da pobreza monetária é condição necessária, mas não suficiente, para reduzir a insegurança alimentar no Brasil”, afirma.

Em 2021, o contingente de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar *per capita* de até R\$ 497 mensais, atingiu 62,9 milhões de brasileiros, cerca de 29,6% da população total do país, conforme o Mapa da Nova Pobreza, publicado pela FGV no ano passado. Em 2022, o país registrou diminuição nesse contingente, retornando a patamares de 2020, de cerca de 53 milhões de pessoas nessa faixa de renda. Desde 2020, o governo federal multiplicou por três os benefícios pagos pelo Bolsa Família/Auxílio Brasil e aumentou a quantidade de pessoas contempladas pela iniciativa de 14 milhões para 21 milhões. Apesar disso, no mesmo recorte temporal, a insegurança alimentar caiu de 36% para 34%, queda considerada pequena. “É surpreendente notar que, durante a pandemia, houve um descolamento entre medidas para reduzir a pobreza monetária e a insegurança alimentar”, destaca.

Neri avalia que, na pandemia, o fechamento de escolas – alvo de uma das principais políticas contra a insegurança alimentar, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), responsável por oferecer comida para 40 milhões de estudantes – pode ter causado mais impactos na insegurança alimentar do que a pobreza. De acordo com o pesquisador, a falta de reajuste, durante seis anos, em valores repassados pelo governo federal para a alimentação escolar, e a extinção, em 2019, do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea), que auxilia o governo na definição de políticas públi-

cas relacionadas à segurança alimentar e nutricional, também colaboraram com o agravamento do panorama. “Estamos olhando muito para renda e pouco para fome”, argumenta o economista.

Partindo do problema da fome no mundo, o conceito de segurança alimentar surgiu depois da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) com a proposta de identificar diferentes situações envolvendo o acesso à comida e com a percepção de que era necessário produzir alimentos em quantidade suficiente para uma população global em franca expansão. “Hoje, além de assegurar a ingestão de calorias suficientes, o conceito brasileiro de segurança alimentar abrange dimensões nutricionais e de sustentabilidade do alimento, ampliando a perspectiva para além da produção”, observa a nutricionista Elisabetta Recine, da Universidade de Brasília (UnB) e presidente do Consea, que foi recriado em 2023. Como parte do processo de alargamento do conceito de segurança alimentar, a também nutricionista Dirce Maria Lobo Marchioni, da Universidade de São Paulo (USP), relata que recentemente ele também passou a abranger o princípio da preservação ambiental, isto é, a noção de que as dietas devem ser saudáveis para conservar o planeta.

Outro conceito que tem balizado estudos sobre a insegurança alimentar nos últimos cinco anos

é o de sistema alimentar. Ele abarca a jornada da comida do cultivo até a mesa, isto é, as etapas em que alimentos ou grupos de alimentos são cultivados, pescados, caçados, processados, empacotados, transportados, distribuídos, negociados, comprados, preparados, ingeridos e descartados. Seguindo essa abordagem, pesquisadores procuram identificar os gargalos de cada um dos elos dos sistemas, que apresentam características específicas em cada país ou cidade, para a partir deles propor soluções para o problema da fome. Nessa perspectiva, um objetivo pode ser identificar, por exemplo, se as dificuldades no acesso à comida estão na falta de disponibilidade de produtos saudáveis em determinada região ou são relacionados a altos níveis de desperdício. A engenheira-agrônoma Sílvia Helena Galvão de Miranda, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP, explica que estudos sobre agropecuária elaborados nas décadas de 1950 e 1960 já apontavam para a necessidade de se olhar para cadeias produtivas e seus ambientes, e não apenas à produção. “Essa perspectiva ampliada permitiu identificar, por exemplo, que era preciso melhorar normas sanitárias no abate de animais e as condições de transporte de frutas para aprimorar a produtividade e a qualidade de produtos”, diz.

Durante a Conferência Mundial de Jornalistas de Ciência (WCSJ), que aconteceu em Medellín, na Colômbia, no final de março, a socióloga Jenny Wiegel, coordenadora regional do Centro Inter-



Pequenos negócios são os principais responsáveis por produzir alimentos saudáveis consumidos no Brasil



Cerca de 30% da comida é descartada no país, percentual considerado alto em relação à média de outros países

BRASILEIROS COM FOME

Em 2022, 125,2 milhões de pessoas, ou 58,7% da população, conviveram com algum nível de insegurança alimentar

41,3%

Segurança alimentar

Quando se tem acesso físico, social e econômico permanente a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente

28,0%

Insegurança alimentar leve

Incerteza em relação ao acesso a alimentos ou quando a qualidade da alimentação está comprometida

15,2%

Insegurança alimentar moderada

Quando não se tem acesso à quantidade suficiente de comida

15,5%

Insegurança alimentar grave

Privação no consumo de alimentos

FONTE: REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR



A fome e a obesidade causada pela ingestão de nutrientes inadequados provocam 19% das mortes prematuras no mundo

nacional de Agricultura Tropical (Ciat), trouxe resultados de estudos que vem desenvolvendo sobre sistemas alimentares em cidades do Sul Global. Elaborado em 2019, um deles analisou o sistema da cidade colombiana de Cali. O estudo partiu da observação de que 51,3% das famílias viviam em situação de insegurança alimentar e que crianças e adolescentes do município registravam mais sobrepeso e obesidade do que a média de populações na mesma faixa etária da região do Pacífico. Por outro lado, foi constatado que Cali apresentava os valores mais altos de desperdício de comida de todo o país. “Diante desse panorama, nossa hipótese foi de que a redução da insegurança alimentar passa, necessariamente, pela busca por estratégias para reduzir o descarte inadequado de comida”, disse a socióloga durante a conferência. Wiegel também desenvolveu pesquisa em Nairóbi, no Quênia. Com cerca de 4,55 milhões de pessoas, 60% da população da cidade vive em favelas e 65% dos negócios que comercializam comida são mercados ao ar livre. No estudo, foi constatado que 9% da população tinha deficiência de vitamina A, 21% de ferro e 83% de zinco. “Observamos que 70% das frutas ingeridas pela população de baixa renda da cidade eram bananas, o que sugere que a melhoria em seu quadro nutricional deve considerar o aumento na variedade de frutas disponíveis em feiras livres, além da criação de políticas para permitir que o valor desses outros alimentos seja acessível à população de baixa renda”, propôs Wiegel.

Mas o que caracteriza os sistemas alimentares de um país continental como o Brasil e quais os seus gargalos? Conhecer essas especificidades é, justamente, um dos objetivos centrais do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Combate à Fome, criado no final do ano passado com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Sob coordenação de Marchioni, da USP, o centro terá o conceito de sistema alimentar como base para articular distintos campos do saber. Em linhas gerais, ela explica que o sistema agroindustrial, que produz matérias-primas voltadas ao mercado externo, predomina na agricultura do país. Dados de 2022 da FAO indicam que, nos últimos anos, o país se manteve como o quarto maior produtor mundial de grãos e o segundo maior exportador. Assim, ela considera que o país enfrenta desafios envolvendo a produção de alimentos saudáveis e variados, como frutas, legumes e verduras para atender ao mercado interno. “Porém precisamos sistematizar e aprofundar o conhecimento sobre nossos gargalos. O Brasil dispõe de múltiplos sistemas alimentares, que tornam o combate à fome um desafio ainda mais complexo”,

FOME AUMENTOU NA PANDEMIA

Número de brasileiros que deixaram de ter o que comer com a chegada da Covid-19 cresceu 14 milhões



FONTE REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

POPULAÇÃO MUNDIAL

150 milhões de pessoas deixaram de ter o que comer com a pandemia



FONTE ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO)

observa. O sistema alimentar dos Yanomami, por exemplo, baseia-se no cultivo de roças, caça, coleta de frutos e insetos, sendo distinto da situação de populações urbanas, que costumam adquirir comida em mercados e feiras livres.

O INCT nasceu a partir do Grupo de Trabalho (GT) Políticas Públicas de Combate à Insegurança Alimentar e à Fome, criado pelo então reitor da USP, o engenheiro civil Vahan Agopyan, atual secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo. “O GT unificou a experiência de mais de uma dezena de grupos de pesquisa da universidade que trabalhavam com alimentação, insegurança alimentar, economia e políticas públicas”, diz Agopyan. Como resultado, o grupo, que foi coordenado por Miranda, da Esalq-USP, elaborou um documento com 39 propostas para orientar a formulação de políticas públicas, entre elas a criação de programas de renda mínima e educação alimentar e nutricional, a construção de plataformas on-line para articular iniciativas da sociedade civil voltadas à mitigação da insegurança alimentar, o fortalecimento da política federal de estoque de alimentos básicos, entre outras ações. “Uma das surpresas trazidas pelo relatório é que grande parte das recomendações não demanda altos investimentos para se materializar”, comenta Agopyan. Algumas dessas diretrizes são desenvolver medidas integradas entre instituições públicas do estado de São Paulo, como universidades e escolas do Centro Paula Souza, para buscar respostas às demandas da sociedade relacionadas com a fome, e criar mecanismos para formalizar o trabalho de agricultores familiares e favorecer sua inserção no sistema de comercialização e distribuição de alimentos. O secretário defende que universidades e pesquisadores se empenhem em traduzir informações científicas em propostas para políticas públicas. “Sintetizar achados de pesquisa em recomendações para o gestor público é um processo complexo. Sem esse trabalho, legisladores podem ter dificuldade para compreender resultados e incorporá-los na legislação”, alerta.

Além do conceito de sistemas alimentares, outro fator que tem balizado estudos recentes sobre a fome é a crise climática. Marchioni recorda que, em *Geografia da fome* (1946), Josué de Castro (ver Pesquisa FAPESP nº 324) reflete sobre as relações entre fome e ecologia, mas as mudanças climáticas globais trouxeram elementos novos e desafiadores para o cenário acadêmico.

Marcos para essas novas abordagens de investigação foram dois dossiês publicados pela revista médica *The Lancet*, em 2019, que sistematizam o argumento de que a ciência precisa buscar respostas articuladas para três grandes desafios



Crise climática e cultivo extensivo de produtos voltados ao mercado externo, como a soja, colaboram com o agravamento da insegurança alimentar

BRASIL OCUPA 5º LUGAR EM RANKING DE PESQUISAS

Levantamento da editora Elsevier para analisar a produção científica mundial relacionada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) identificou que o Brasil foi o quinto país do mundo com mais estudos realizados sobre fome e agricultura sustentável, entre 2019 e 2022. Com 10 mil artigos publicados no período, a produção científica nacional ficou 110% acima da média mundial.

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) alcançaram o 3º e o 4º lugares, respectivamente, entre as agências de fomento que mais financiaram pesquisas relacionadas com os ODS 2, que preveem erradicar a fome no mundo. Os dados do estudo são provenientes da plataforma SciVal, que abriga resultados de pesquisas de mais de 20 mil instituições de 230 países.

que, até recentemente, eram tratados de forma isolada: subnutrição, obesidade e crise climática. Os relatórios mostram que a má nutrição em todas as suas formas, incluindo obesidade e desnutrição, causa 19% das mortes prematuras no mundo. Cunhado pelo antropólogo e médico norte-americano Merrill Singer na década de 1990, *sindemia* foi originalmente um termo usado para explicar uma situação em que duas ou mais doenças interagem de tal forma que causam danos maiores do que a soma das doenças. Nos últimos anos, ele ganhou novos significados e começou a ser usado por pesquisadores para dar conta da complexidade do problema da fome no mundo. Assim, a subnutrição, a obesidade e a crise climática passaram a ser consideradas *sindemias* que compartilham um determinante comum: os sistemas alimentares. “Esses sistemas são, hoje, os principais impulsionadores da saúde precária e da degradação ambiental. Por isso, são necessários esforços globais urgentes para transformar coletivamente as dietas e a produção de alimentos”, sustentam os autores de um dos relatórios.

Desenvolver políticas que permitam reduzir em 50% o consumo global de alimentos como carne vermelha e açúcar e aumentar em 100% a ingestão daqueles considerados saudáveis, como nozes, frutas, verduras e legumes, são algumas recomendações trazidas pelos documentos da *Lancet*, que, segundo a publicação, poderiam evitar de 10,8 a 11,6 milhões de mortes anuais. Além disso, os dossiês indicam que é preciso reorientar a agri-

cultura para o cultivo de alimentos voltados para o consumo interno de países, mas incorporando práticas para preservar a biodiversidade, reduzir o consumo de água e as emissões de dióxido de carbono. Cortar pela metade perdas de comida em toda a cadeia de abastecimento, desde a produção até o consumo, é outra diretriz. Com pesquisa financiada pela FAPESP para elaborar estratégias para reduzir o desperdício, Andréa Rossi Scalco, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Tupã, explica que no Brasil se estima que 30% do alimento produzido é jogado fora, valor considerado alto. Nesse cenário, ela indica a necessidade de se desenvolver legislação específica para regular o descarte de produtos que não podem ser vendidos, mas estão aptos ao consumo. “Argentina, Colômbia e México, por exemplo, dispõem de leis que obrigam estabelecimentos comerciais a doarem esses alimentos, estipulando as condições necessárias para que isso aconteça”, informa.

Apesar da falta de legislação específica, o avanço tecnológico pode colaborar para melhorar o aproveitamento de alimentos. A nutricionista Eliana Bistriche Giuntini, do Centro de Pesquisa em Alimentos (FoRC), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) apoiados pela FAPESP, dá como exemplo uma técnica desenvolvida para produzir farinha de banana verde. “A banana é uma fruta sensível e o produtor que trabalha com a fruta registra perdas significativas em toda a cadeia de abastecimento. A possibilidade de vender o produto ainda verde para elaboração

de farinha é uma forma de mitigar esse desperdício”, destaca. Uma patente com a metodologia foi depositada pelo FoRc. O segredo é manter o amido da fruta resistente durante a produção de farinha, evitando perdas nutricionais causadas por seu processamento inadequado.

Outros aliados na busca por soluções para mitigar o problema da fome são recursos de inteligência artificial (IA). Também mediante o uso de IA, imagens de satélite de pastagens de gado espalhadas pelo território brasileiro têm sido analisadas em projeto desenvolvido desde 2008 por um grupo de pesquisadores do MapBiomias, rede colaborativa formada por organizações não governamentais (ONG), universidades e startups de tecnologia. Doutor em sensoriamento remoto, Laerte Guimarães Ferreira, da Universidade Federal de Goiás (UFG) e atual diretor de Programas e Bolsas da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), afirma que a área de pastagem, que ocupa hoje cerca de 20% do território nacional, pode contribuir para que o país dobre a produção de alimentos sem aumentar o desmatamento. Para tanto, segundo Ferreira, é preciso investimentos na recuperação de pastagens degradadas e na intensificação da pecuária, o que pode liberar áreas de pasto para outros usos.

Integrante do INCT Combate à Fome, o engenheiro Antonio Mauro Saraiva, da USP, elabora

pesquisas para compreender como a IA pode colaborar com o desenvolvimento do pequeno agricultor que comercializa produtos voltados ao consumo local. Considerando a complexidade de sistemas alimentares, Saraiva sustenta que a IA é fundamental nas pesquisas e elaboração de políticas públicas, na medida em que os dados sobre alimentação estão espalhados por diferentes bases, como Embrapa, Instituto Agrônomo (IAC), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), secretarias estaduais e municipais, dentre outras. Ainda sobre as recomendações da *Lancet*, pesquisadores sugerem que ações de combate à insegurança alimentar devam impactar dois ou três elos de sistemas alimentares simultaneamente. “Não mitigamos o problema da fome mexendo em apenas um peão e a IA é fundamental para articular todas essas dimensões”, conclui o engenheiro, que também faz parte do Centro de Inteligência Artificial financiado pela FAPESP por meio de convênio com a IBM. ■

Projetos

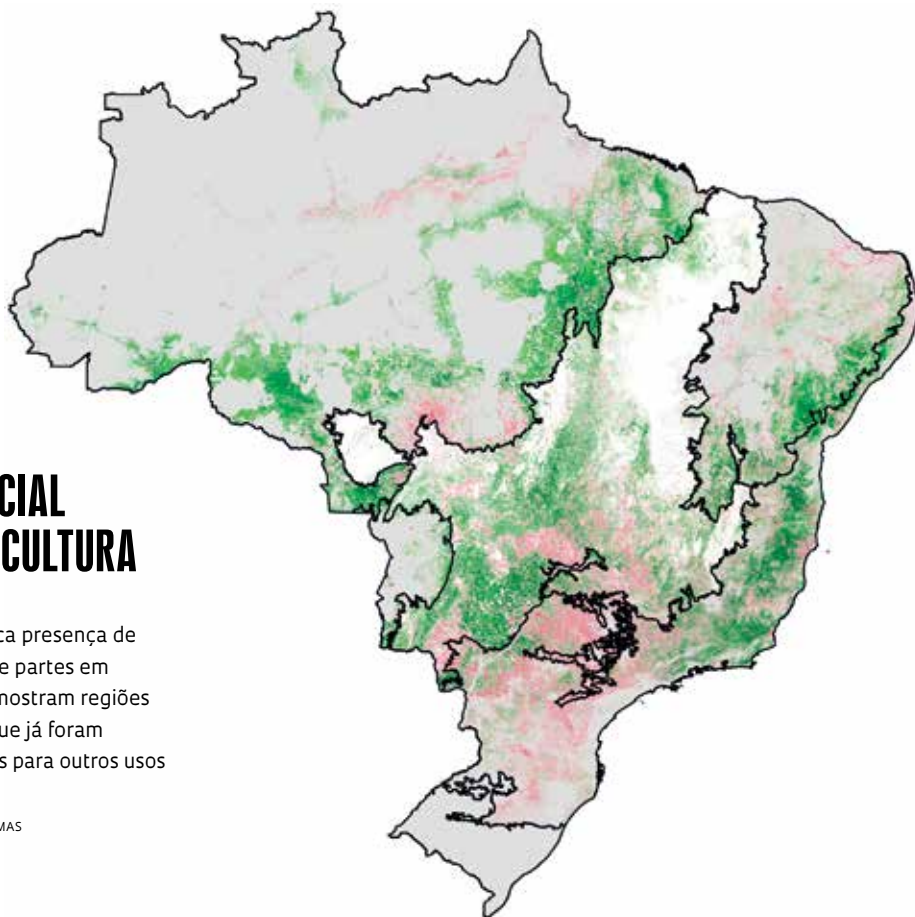
1. FoRC – Centro de Pesquisa em Alimentos (n° 13/07914-8); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Pesquisadora responsável** Bernadette Dora Gombossy de Melo Franco (USP); **Investimento** R\$ 47.236.474,87.
2. Centro de Inteligência Artificial (n° 19/07665-4); **Modalidade** Centros de Pesquisa em Engenharia; **Pesquisador responsável** Fabio Gagliardi Cozman (USP); **Investimento** R\$ 7.050.377,09.

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

POTENCIAL À AGRICULTURA

Verde indica presença de pastagem e partes em tons rosa mostram regiões de pasto que já foram convertidas para outros usos

FONTE MAPBIOMIAS



IMPACTO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Cultivo de ingredientes básicos à dieta dos brasileiros precisa ser adaptado para suportar efeitos da crise climática



Pesquisas investigam como a mudança do clima afeta o plantio de culturas, como arroz e mandioca

Ingredientes centrais no prato do brasileiro, os cultivos de arroz e feijão enfrentam desafios relacionados com o aumento da temperatura do planeta, maior concentração de gás carbônico na atmosfera e redução na quantidade de água disponível para irrigar plantações. Considerando o agravamento da crise climática, o país deve investir em pesquisas e no desenvolvimento de tecnologias para melhorar a capacidade de adaptação de sua produção.

Café, feijão e arroz são os itens com maior consumo diário *per capita* no Brasil, de acordo com levantamento de 2020 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O consumo de feijão não é abastecido pela produção local, sendo complementado pela importação do alimento. Para atender à demanda local até 2050, a Embrapa constatou que a produção de feijão terá de crescer 44% – 1,5 milhão de toneladas a mais. A pesquisa, realizada com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), foi publicada em 2022 na revista *Agricultural Systems*. “Essa expansão terá de ocorrer em um cenário marcado por efeitos adversos da mudança do clima”, alerta o agrônomo Alexandre Bryan Hei-

nemann, da Unidade Arroz e Feijão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Goiás.

A área de plantio de arroz e feijão diminuiu mais de 30% de 2006 até 2022, conforme o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, do IBGE. No mesmo período, o cultivo de soja e milho – dois dos principais produtos agrícolas exportados pelo Brasil – aumentou 86% e 66%, respectivamente. “O cultivo de itens voltados à exportação é mais rentável, mas não colabora para reduzir a insegurança alimentar no país”, destaca Heinemann. Outro trabalho coordenado pelo pesquisador, publicado em 2022 na *Frontiers in Sustainable Food Systems*, identificou que, até 2050, efeitos da crise climática podem levar a uma redução de até 60% na quantidade de água necessária para produzir arroz de terras altas em Goiás, Rondônia, Mato Grosso e Tocantins.

Preocupado com os impactos de secas e o aumento da temperatura na produção de alimentos básicos, o Instituto Agrônomo (IAC) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo lançou em 2018 seu primeiro cultivar de feijão adaptado a condições de déficit hídrico. A pesquisa identificou que plantas de feijão com raízes mais agressivas conseguem absorver mais nutrientes e água em maior

profundidade na terra. Outro achado foi que plantas precoces, com ciclos de cultivo curtos, são mais tolerantes a estresses climáticos. “Melhorar a adaptabilidade de plantas é um dos grandes desafios que enfrentamos”, considera o agrônomo Alisson Fernando Chiorato, do IAC.

Escolhida em 2018 pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como o alimento do século XXI, a mandioca é uma das culturas que melhor se adapta aos efeitos da mudança do clima, conforme outros estudos da Embrapa. Pesquisas realizadas desde 2017 pelo agrônomo Jailson Lopes Cruz concluíram que concentrações elevadas de CO₂ na atmosfera aliviam o efeito inibitório da seca sobre a fisiologia e o crescimento de plantas de mandioca. Isso significa que novas áreas podem ser incorporadas ao processo de produção de mandioca, principalmente em regiões semiáridas, com benefícios à oferta desse produto. “Além disso, essa cultura tem muita versatilidade. É bem de consumo direto, mas seus derivados, como a farinha de fécula, também podem ser utilizados como insumos na elaboração de produtos, gerando renda para o produtor”, finaliza o agrônomo Carlos Estevão Leite Cardoso, da Embrapa Mandioca e Fruticultura. ■ **Christina Queiroz**

MAIS IMPULSO À OUSADIA

Novo diretor científico expõe sua visão sobre a ciência e o futuro da FAPESP e conta da carreira como geneticista de plantas

Alexandra Ozorio de Almeida, Fabrício Marques e Neldson Marcolin

RETRATO **Léo Ramos Chaves**

O geneticista mineiro Marcio de Castro Silva Filho é usuário da FAPESP desde o começo da carreira científica, quando recebeu um convite para integrar o programa Jovens Talentos da Universidade de São Paulo (USP), em 1994. A iniciativa tinha endereço: atrair pesquisadores novos, com formação no exterior, para trabalhar na instituição. Com Castro, deu certo.

Em poucos anos, construiu uma carreira científica na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP) com laboratório e projetos apoiados pela Fundação.

Quase 30 anos depois, Castro deixou de ser apenas cliente da FAPESP, tornando-se dirigente da agência. Em 27 de abril ele assumiu a Diretoria Científica em substituição ao neurocientista Luiz Eugênio Mello. Será uma oportunidade de melhorar processos que ele, como usuário, sentia que poderiam ser mais eficazes.

Marcio de Castro nasceu em Belo Horizonte e cursou engenharia agrônoma na Escola Superior de Agricultura de Lavras, hoje Universidade Federal de Lavras (Ufla). No estágio que viria a fazer na Embrapa Milho e Sorgo, definiu como sua especialidade a genética de plantas, que aprofundou no doutorado na Bélgica e nas pesquisas realizadas na Esalq. Entre outros temas, trabalha com a interação planta-inseto da cana-de-açúcar. O pesquisador mostrou também, em colaboração com um grupo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que a informação biológica e a informação digital têm uma mesma estrutura matemática.

No início deste século, Castro começou a colaborar com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na avaliação dos programas de pós-graduação, tendo ocupado a posição de diretor da agência entre 2011 e 2016. Quando foi definido como diretor científico da FAPESP, era pró-reitor de Pós-graduação da USP. Na entrevista a seguir, concedida presencialmente na sede da Fundação, o novo diretor fala de seus trabalhos científicos mais relevantes e expõe algumas ideias de como pretende contribuir para o avanço da ciência no país.

Castro na frente da Fundação: ideias de como contribuir para o avanço da ciência no país

IDADE 62 anos

ESPECIALIDADE

Genética de plantas, gestão de ciência e tecnologia

INSTITUIÇÃO

Universidade de São Paulo (USP)

FORMAÇÃO

Graduação e mestrado na Ufla, doutorado na Universidade Católica de Louvain, Bélgica

PRODUÇÃO

80 artigos e 4 patentes



Você se formou como engenheiro-agrônomo e se tornou geneticista. Por que a mudança?

Vamos dar um passo atrás. Sou filho de um médico respeitado de Belo Horizonte, Marcio de Castro Silva [1931-2015], angiologista e cirurgião vascular. Minha intenção, desde criança, era fazer medicina. Mas, na época do vestibular, surgiu uma pergunta: “Será que eu vou ter espaço na área onde meu pai atua?”. Eu gostava muito da natureza, das fazendas, onde ia sempre nas férias da minha infância. Quando chegou a hora da inscrição no vestibular decidi pela agronomia. Fui conversar com a minha avó, mãe do meu pai, que dizia que ele era o orgu-

lho da família. Ela me recebeu dizendo: “Então vamos ter mais um médico na família”. Conteí que não, que iria fazer agronomia. A resposta foi: “Meu filho, não faz isso não, mexer com jardim todo mundo sabe”. O curioso é que, se eu tivesse feito medicina, acho que acabaria na pesquisa em genética, a área na qual me encontrei.

A agronomia é um curso amplo, não?

Eu até brinco com as pessoas: se você não sabe o que fazer, faz agronomia. Lá tem ciências humanas, da saúde, biológicas, agrárias, economia agrícola, economia rural, sociologia... Você vai achar alguma coisa, o seu caminho. Comigo

foi assim. Fiz a graduação, mas não a iniciação científica. Recém-formado e muito jovem, sem saber direito por onde ir, consegui uma bolsa da Embrapa. Fui a Brasília para ver onde poderia trabalhar, porque eles têm centros no Brasil inteiro. Aí alguém me perguntou: “Você vai querer trabalhar com o quê?”. Eu não sabia o que escolher. A pessoa com quem eu estava falando, me olhou bem e disse: “Você tem cara de geneticista”.

Foi assim?

Desse jeito. E eu nem gostava de genética quando estudei na graduação, mas comecei a trabalhar nessa área e percebi que a pesquisa era o meu lugar. Fui para

a Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas, e conheci um pesquisador fantástico, o Ricardo Magnavacca. Eu o ouvia muito e, como ele contava da experiência de ter feito o doutorado nos Estados Unidos, achei que era isso que eu queria, estudar fora. O Ricardo me aconselhou a fazer mestrado no Brasil e o doutorado no exterior. Ele dizia que seria bom fazer o mestrado aqui para ganhar maturidade e ver se era isso mesmo que eu queria.

Você seguiu o conselho?

Segui, fiz o mestrado na Escola Superior de Agricultura de Lavras, hoje Universidade Federal de Lavras. Em seguida, fui da última geração que fez o doutorado pleno no exterior com bolsa do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico]. Nos anos 1990 implementaram a modalidade sanduíche, em que o doutorado é feito no Brasil, com parte do estágio da pesquisa no exterior. Ficou muito mais barato. Em vez de mandar uma única pessoa para fora, mandavam quatro, cinco. Quando fui, quase todos que pediram bolsa para o CNPq nessa área conseguiram e fizeram o doutorado em alguma instituição de outro país.

Por que escolheu a Bélgica?

Eu queria fazer o doutorado com o belga Marc Van Montagu. Ele e o Jozef Schell [1935-2003] ganharam um prêmio importante no Japão pelas contribuições que deram, entre elas a descoberta do mecanismo de transferência horizontal de genes entre *Agrobacterium tumefaciens* e plantas. Mas o grupo dele estava lotado porque geneticistas de todo o mundo queriam ir para lá. Acabei em outro laboratório, na Universidade Católica de Louvain. Meu orientador, Marc Boutry, era também um cientista brilhante.

E como foi parar na Esalq?

No último ano de doutorado, vi um anúncio da USP na *Nature*. Era uma chamada feita pelo Erney Plessmann de Camargo [1935-2023], então pró-reitor de Pesquisa, que dizia mais ou menos assim: “Vocês que estão no exterior não querem trabalhar na USP?”. Ele havia criado um programa chamado Jovens Talentos. Eu sempre estudei em Minas, nunca em São Paulo. Naquela época, a USP era algo inalcançável para mim. Mandeí meu



Eu nem gostava de genética na graduação, mas comecei a trabalhar nessa área e percebi que a pesquisa era o meu lugar

currículo e, um dia, vi um fax em cima da minha bancada, assinado pelo diretor da Esalq à época, João Lúcio de Azevedo: “Este é um convite formal para você vir para a Universidade de São Paulo, para a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”. Eu saí pulando pelo corredor, de alegria. Corri para defender a tese e fui para Piracicaba, no Departamento de Genética. E foi lá que fiz a minha carreira.

Uma vez em São Paulo, você logo se tornou um dos usuários da FAPESP?

A Fundação foi fundamental para mim. Antes mesmo de eu chegar, já estava com um projeto em mente. Meu orientador me aconselhou: “Quando você voltar para o Brasil, evite assumir cargos administrativos e construa uma carreira científica. Isso vai deixar você invulnerável. Foco na carreira”. Voltei, apresentei o projeto que havia pensado e ele foi negado. Vim conversar com o Rogério Meneghini, que era da Coordenação Adjunta da Diretoria Científica. Defendi o projeto para ele e recorri da decisão. Acabou sendo aprovado. Três anos depois submeti um projeto temático, dessa vez aprovado sem problema. Já trabalhando na Esalq

e tocando os projetos, eu precisava de gente para trabalhar comigo e de espaço físico. A bancada era grudada na minha mesa, tudo apertado. Foi uma dificuldade. Usei o programa de infraestrutura da FAPESP que existia na época e conseguimos estruturar o laboratório onde estou hoje, que depois foi ampliado. O espaço ficou incrível e permitiu avançar com todas as colaborações. Fiz carreira e comecei a ser chamado na Capes para auxiliar na avaliação da pós-graduação, no início dos anos 2000.

Vamos voltar um pouco nos anos 1990. Como foram suas primeiras pesquisas na Esalq?

Eu queria entender como é que as proteínas dentro de uma célula são direcionadas para os respectivos endereços. A célula da planta, como outra célula eucarionte, é dividida em organelas: núcleo, mitocôndria, cloroplasto, retículo endoplasmático etc. Existe um tráfego de proteínas intenso dentro da célula, mas com direção certa. Uma proteína que vai para a mitocôndria não pode ir para o núcleo, por exemplo. As proteínas do núcleo não podem ficar no citosol [líquido que preenche o citoplasma], porque precisam exercer a função delas no local específico dentro das células. Quando cheguei na Esalq, tentei dar uma aplicação mais prática a partir desse conhecimento. Meu primeiro projeto foi introduzir uma proteína, a leg-hemoglobina, dentro de uma organela celular, o cloroplasto em plantas de tabaco e batata – no caso, a fim de favorecer a atividade carboxilase da enzima Rubisco, aumentando a fotossíntese. No doutorado eu já estudava uma sequência de direcionamento pouco usual e investi em uma colaboração com o professor Carlos Menck, da USP. Foi o primeiro trabalho mostrando que uma proteína podia ser direcionada simultaneamente para dois locais distintos dentro da célula, as mitocôndrias e os cloroplastos.

Quando começaram suas pesquisas sobre interação planta-inseto?

No final do doutorado um pós-doc canadense, meu amigo, sugeriu: “Você podia trabalhar com a interação planta-inseto, é algo mais aplicado”. Quando cheguei na Esalq, conheci o professor [José Roberto Postalí] Parra, que tem um conhecimento grande nessa área. E tinha o

professor Walter Terra, bioquímico do Instituto de Química da USP. Achei que esse era mesmo um bom caminho. Comecei a estudar a interação planta-inseto usando a cana-de-açúcar. Foi por aí que entrei no Bioen [Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia], mais à frente. Me dediquei a entender como é que as plantas produzem os mecanismos de defesa para evitar que o inseto a utilize como alimento ou hospedeiro. Estudei vários mecanismos, inclusive como os insetos quebram essas barreiras e passam a utilizar aquela planta como hospedeira.

Logo em seguida vocês fizeram outras descobertas nessa complexa interação planta-inseto. Quais foram?

Em um trabalho iniciado há mais de 10 anos, estudamos a complexa interação envolvendo a cana, a sua principal praga, a broca da cana *Diatraea saccharalis*, e fungos tidos como oportunistas – que mostramos não ser o caso. Publicamos trabalhos salientando que o fungo controla a planta e o inseto, para se dispersar, a partir da produção de umas moléculas que chamamos de complexos voláteis. Quando a planta está infectada pelo fungo, ela produz compostos voláteis que atraem fêmeas de insetos não infectadas. As fêmeas pousam na planta, fazem a oviposição, as lagartinhas penetram na planta e se contaminam. Quando os insetos se tornam adultos, são atraídos por plantas saudáveis. Com isso, o fungo controla tanto a planta quanto o inseto.

No final dos anos 1990, você fez parte da formação da rede Onsa (Organização para Sequenciamento e Análise de Nucleotídeos), consórcio de laboratórios que sequenciou o genoma da bactéria Xylella fastidiosa e depois vários outros organismos. Como foi sua participação?

José Fernando Perez, então diretor científico da FAPESP, e Fernando Reinach, um dos coordenadores da rede, me chamaram logo no início porque sabiam que eu tinha vindo do laboratório do André Goffeau [1935-2018], da Universidade Católica de Louvain, chefe do grupo que realizou o primeiro sequenciamento de um organismo eucariótico inteiro, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Também chamaram o Marcos Machado, do Instituto Agrônomo, o João Carlos Setúbal, da USP, e o João Meidanis, da Unicamp, para a parte de bioinformática, o Paulo

Arruda, também da Unicamp. Participei de várias reuniões. Me perguntam por que eu não coordenei um dos grupos da *Xylella*. Eu estava propenso a entrar porque havia aberto o edital para os laboratórios, com a perspectiva de um financiamento grande. Mas na mesma época foi aprovado o meu primeiro projeto temático. Me aconselhei com o Walter Terra, e ele disse: “Márcio, cuida do seu temático. É mais importante você construir a sua linha de pesquisa. Você vai se tornar uma referência nisso”. Optei por seguir com o temático, com dor no coração, porque achei que não conseguiria levar as duas coisas.

Continua achando certa a decisão?

Teria sido mais fácil se eu tivesse entrado no Programa Genoma. Houve financiamento que permitiu a montagem de laboratórios em grande escala como nunca antes, mas acho que fiz a escolha certa. A formação da rede Onsa foi uma iniciativa muito ousada e de risco, que fluiu muito bem e gerou grandes resultados. Construir uma metodologia capaz de entregar uma sequência foi importantíssimo e formou muita gente nessa área. Hoje, é possível sequenciar dezenas de



Os pesquisadores da rede Onsa que construíram um fio condutor para a carreira tinham uma boa pergunta científica a seguir

bactérias em um dia e o desafio é gerar perguntas científicas a partir dessa informação, construir hipóteses, desenhar experimentos que expliquem fenômeno da natureza, que transformem isso em conhecimento que possa ter aplicação. Avalio que havia muitas perguntas científicas importantes a fazer, mas não foram todos os grupos que souberam explorar isso. Os pesquisadores que acabaram se destacando e construíram um fio condutor para a carreira foram os que tinham uma boa pergunta científica para seguir, como o Parra, Menck ou o Terra, para citar alguns exemplos.

Durante sua carreira de gestor, optou por não deixar o laboratório. Vai continuar assim?

Na entrevista para Diretor Científico, perguntaram: “Isso aqui vai tomar seu tempo, como é que vai fazer? E a carreira?”. Eu não queria falar muito, mas não abro mão disso. Fui para Capes em 2011, depois para a pró-reitoria da USP e tenho cinco alunos de doutorado, uma pós-doc e uma aluna de iniciação científica. Vou ao laboratório com alguma regularidade e converso com eles: “Como é que está? O que está acontecendo? Me conta”. Mudei um pouco aquela postura de “tem que estar do lado do aluno todos os dias”. Sabemos o que precisa ser feito, temos reuniões regulares. Quase todos eles estão fazendo estágio também no exterior, vão e voltam. Sou pesquisador IA do CNPq e não perdi minha bolsa, com trabalhos de qualidade saindo agora em importantes revistas. Uma curiosidade, não tenho estudantes da Esalq, só uma aluna de iniciação científica. Todos são de outras instituições, que acompanham, veem nossos trabalhos em congresso, publicações e me procuram. O grupo é muito bom e consigo acompanhar de longe. Eles próprios, vendo as possibilidades, têm interesse em que tudo avance e querem fazer mais, querem descobrir mais coisas.

Como avalia a importância de colocar pesquisadores com formações diferentes para trabalhar juntos?

A pesquisa interdisciplinar é crucial para o avanço do conhecimento, para que a ciência saia de um patamar apenas incremental. Os grandes saltos vêm e virão de ações interdisciplinares. No mundo inteiro, a estrutura organizacional em

departamentos fechados e monotemáticos está ficando para trás. Quando estava pesquisando transporte de proteínas, fui procurado por duas doutorandas que trabalhavam com o Reginaldo Palazzo Jr., da engenharia elétrica da Unicamp. Elas já tinham batido na porta de vários pesquisadores, mas nenhum se interessou em colaborar com elas. Fui conversar com o Palazzo, um pesquisador brilhante, e nos reunimos para explicar matematicamente fenômenos biológicos. Encurtando uma longa história, mostramos que toda sequência de DNA tem uma estrutura matemática por trás, a partir dos códigos corretores de erros, que são semelhantes aos códigos usados em comunicação digital. A informação biológica e a informação digital têm uma mesma estrutura matemática. Tínhamos expectativas de ter uma grande repercussão com esse trabalho, mas havia muita matemática no *paper* e acabou saindo em uma revista de engenharia elétrica. Só foi possível a gente chegar aonde chegou estimulando o diálogo entre áreas diferentes, com um grupo da engenharia elétrica conversando com um geneticista.

Como estimular a interdisciplinaridade?

Antes de responder, vocês sabem que os dois locais mais refratários a mudanças são os cemitérios e as universidades, por livre opção dos ali residentes, não é? É muito difícil estimular a interdisciplinaridade em um ambiente em que as pessoas estão confortavelmente instaladas dentro de suas áreas de atuação. Uma das ideias é financiar de forma robusta temas que são transversais, que exigem expertises diferentes para gerar respostas. Se olharmos o financiamento da National Science Foundation, veremos que é dirigido para temas transversais. Há dois anos eu estava em Londres, em um evento do conselho britânico, e dois colegas me convidaram para jantar no restaurante da academia de ciências. O jantar custava £ 80, £ 100, mas quem se sentasse em uma mesa bem na entrada, em que cabiam umas 12 pessoas, pagava só £ 10. Era para estimular acadêmicos de diferentes áreas a sentar um do lado do outro e conversar. As humanidades e as ciências sociais aplicadas também precisam estar presentes. O isolamento não leva a lugar nenhum. Parte das respostas virá dessa convivência.

Há uma perda de interesse na pós-graduação. Como enfrentar o problema?

O valor da bolsa é uma das variáveis importantes, mas não só ela. O interesse é menor porque a nossa pós-graduação é da segunda metade do século passado. O aluno não se sente estimulado a ficar na pesquisa. Quase não há mais médico fazendo pós-graduação. Na USP e em várias outras universidades, os alunos estão entrando no doutorado com 33 anos. Terminam com 37, 38 e vão começar a trabalhar com quase 40 anos. Na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá, terminam com 27, 28 anos. Em vez de gastar tempo contando disciplina, eles têm de interagir, criar habilidades, ganhar experiência internacional – na USP, 15% dos doutorandos têm estágio no exterior. Isso é fantástico. Mas o problema tem outras variáveis e não ocorre só no Brasil. Houve um editorial da *Nature* que tratou a crise na pós-graduação como um fenômeno mundial. Conversei em um evento no Egito ano passado com o pró-reitor da Universidade Técnica de Munique e ele contou que 90% dos doutores formados lá não vão mais para a área acadêmica, mas para empresas, órgãos do governo, ONG ou montam seu próprio negócio.



Os dois locais mais refratários a mudanças são os cemitérios e as universidades, por livre opção dos ali residentes

Na USP, criamos uma disciplina na pós-graduação, vinculada à pró-reitoria, chamada Cientista Empreendedor. Oferece noções básicas e no final tem uma oficina em que os alunos têm de resolver de forma interdisciplinar um problema da sociedade.

Como uma agência como a FAPESP pode induzir ou ajudar a promover esse tipo de mudança?

Uma possibilidade é a bolsa de pós-graduação passar a incluir a contribuição com a previdência, por exemplo. Eu voltei do doutorado com 33 anos e meu pai me deu uma boa notícia. Contou que pagou minha contribuição para o INSS durante o meu doutorado. Posso usar esse tempo para contagem da aposentadoria. Se esses alunos se formarem aos 38 anos e só então começarem a contribuir, terão uma vida profissional muito diferente da que teriam em outras carreiras. Também podemos ter modelos diferentes de pós-graduação. O mestrado virou um programa profissional. Só um terço dos mestres vai para o doutorado. Mas continuamos insistindo em exigir o mestrado na formação de um pesquisador. Não seria melhor reforçar o doutorado e o pós-doutorado? Enquanto a procura pela pós-graduação *stricto sensu* está caindo, as matrículas em programas de MBA, mais antenados com o que a sociedade está pedindo, explodem. Precisamos criar um ambiente de interação com a sociedade em que o doutor seja treinado para resolver problemas, participar de projetos interdisciplinares, saiba trabalhar em equipe, tenha contato com diversidade. Sem estimular isso, não vai ter emprego para essa turma.

Em comparação com países desenvolvidos, o Brasil tem proporcionalmente menos pesquisadores e bem menos pesquisadores trabalhando em empresas. Qual é a sua percepção?

O ambiente não é muito favorável à interação com as empresas. Há certas iniciativas que têm tido sucesso. O caso da Embrapii é uma delas. Combina apoio das universidades, financiamento federal e recursos das empresas, e as empresas definem o que elas querem. Tem muitos projetos bacanas trazendo conhecimento novo para dentro da empresa. Na FAPESP, temos os Centros de Pesquisa em Engenharia/Centros de Pesquisa Aplicada [CPE/CPA], mas envolvem parcerias

entre universidades e um grupo ainda restrito de empresas. Não faz parte de uma política de desenvolvimento, que é necessária para o país. Havia gente que dizia que isso não tinha importância e que era mais fácil importar da China. Veio a pandemia e ficamos sem chips para carros, sem seringas e com os fármacos quase todos vindos da Índia.

A sua experiência como pesquisador financiado pela FAPESP traz impressões sobre o que fazer como diretor científico?

Claro, sou um grande usuário. Tenho um auxílio em andamento e duas propostas encaminhadas antes de eu estar aqui. Acho, por exemplo, que podemos simplificar processos porque ainda nos perdemos no regramento. Não apenas na FAPESP, na pós-graduação também, mantendo estruturas que foram estabelecidas há muito tempo e nunca paramos para pensar se ainda fazem sentido. Queremos dar mais autonomia aos pesquisadores e diminuir a burocracia.

Poderia dar um exemplo?

Vou falar do meu caso. O meu temático foi para cinco assessores. Nenhum lugar do mundo faz isso. Três aprovaram do jeito que está, um pediu para esclarecer mais a metodologia e o outro falou para reduzir 10% do orçamento. Qual o parecer que recebi? Negado. Aí eu tive que entrar com uma reconsideração, pedir para todo o grupo entrar e reconfirmar o interesse, carregar um grande número de formulários de novo. Poderiam pedir mais informação do material e métodos e para cortar o orçamento. Então a FAPESP veria se atendeu ou não e encaminharia para uma análise comparativa. A FAPESP tem um *firewall* grande para entrar e pequeno para sair. O que você fez é incremental ou disruptivo? Criou política pública, uma lei, mudou o entendimento, abriu um novo ramo do conhecimento? Isso é o que queremos saber.

A perspectiva então é não exercer um papel de microgerenciamento, de acompanhamento do dia a dia da pesquisa, mas dar espaço e confiar na capacidade de a comunidade, dentro de certos limites, fazer o que considera ser melhor para o desenvolvimento daquela pesquisa. E a contrapartida é exigir mais nos resultados.



Sempre fui adepto a dar autonomia com responsabilidade porque, no final, as pessoas serão avaliadas

Isso. Ao final, eu posso falar que o resultado foi disruptivo, mas quem vai avaliar pode dizer: “Não, isso aqui que você fez não mudou nada. Descreveu uma coisa que já tinha sido descoberta por A, B e C. Quando apresentar o próximo pedido, nós vamos comparar”. Claro que tem uma parte de risco. Nem sempre quem ousa consegue fazer o que tinha em mente, mas precisamos estimular as pessoas a se tornarem mais arrojadas. Essa ousadia pode se refletir lá na frente, no final desse projeto e quando ele apresentar um próximo. Sempre fui adepto de dar autonomia com responsabilidade porque, no final, as pessoas serão avaliadas. Se você dá autonomia, mas não avalia, aí tem um risco. Mas autonomia com acompanhamento, sobretudo de resultado, sim. Precisamos desconstruir um pouco o sistema que se ajustou no Brasil, onde a atividade meio está ganhando mais relevância do que a atividade fim. Não pode, nunca. A atividade fim é que tem que dizer onde quero chegar. A atividade meio tem de servir à atividade fim, e não o contrário.

Pensando nos programas especiais da FAPESP, como Biota, Mudanças Climáticas. Há espaço para novos programas?

Esse papel a FAPESP não pode deixar de ter. A partir do entendimento de como está o conhecimento em determinadas áreas, deve sinalizar quais desafios são mais importantes. Mas não dá para trabalhar sozinho. A Fundação precisa aumentar mais a interação com outros órgãos. Ela trabalha muito com CPF, o grande cliente da FAPESP não é CNPJ. Tem espaço para a FAPESP avançar em cooperação com cientistas de outros estados, de outros países. Ela já vem fazendo isso muito bem no exterior. Precisa olhar do Oiapoque ao Chuí, pois há espaço para avançar em parcerias com outras fundações de amparo à pesquisa.

Como vê o futuro do programa Cepid?

O Cepid [Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão] é uma marca da FAPESP, que ousou ao financiar projetos de longo prazo. Esse desenho, dentro da estrutura atual, é interessante, porque estimulou ações um pouco mais interdisciplinares do que na instância inferior, dos projetos temáticos, que ainda são mais focados em uma área específica. Nos melhores Cepid há um pouco mais de complexidade e se consegue ter ações mais abrangentes. Estou chegando agora, mas acho que é um aspecto que deve ser pensado, de avaliar como era antes desse investimento de longo prazo e que mudanças ele provocou no conhecimento daquela área. Essa avaliação é muito importante e precisa ser feita. A estrutura dos Cepid deveria estimular a interdisciplinaridade com problemas mais transversais porque há quase uma perenidade para que se possa, inclusive, ousar.

No seu discurso de posse você falou, entre vários assuntos, em integridade científica e boas práticas de pesquisa. Há alguma orientação nova?

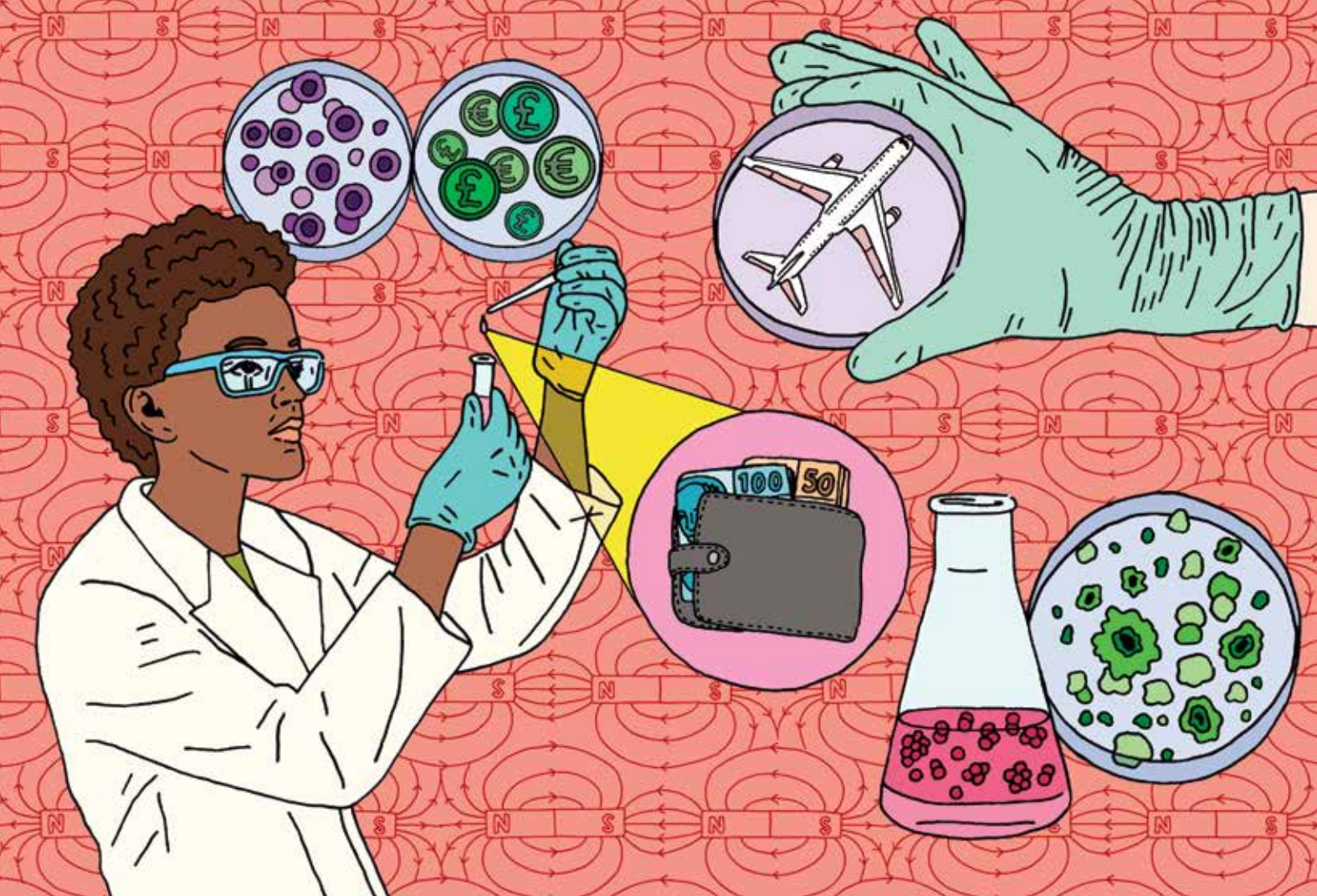
A FAPESP foi a primeira no Brasil que criou um regramento, uma orientação, uma diretriz para o sistema. As universidades – umas mais, outras menos – acompanharam. É uma área que está bem estruturada aqui. Mas, agora, há o desafio da inteligência artificial, que não existia há dois anos. Vamos ter que nos adaptar a isso, é o mundo de hoje. Se quiser preparar um projeto sobre qualquer área hoje, basta perguntar para o ChatGPT e ele escreve. Vamos ter de pensar um pouco sobre a dinâmica da inteligência artificial, como lidar com ela. ■



PARA ATRAIR E RECONHECER TALENTOS

Especialistas discutem como ampliar o interesse dos jovens pela carreira científica e valorizar mais o trabalho dos pesquisadores no Brasil

Fabrcio Marques | ILUSTRAÇÕES Talita Hoffmann



Uma carta publicada em fevereiro na revista *Science* expôs um mal-estar compartilhado por jovens pesquisadores brasileiros: a percepção de que, agora que chegou a vez deles, o país oferece pouquíssimas oportunidades de trabalho e baixo financiamento, tornando mais árduo o caminho para consolidar sua trajetória profissional. Intitulada “Invistam em pesquisadores em início de carreira no Brasil”, a carta assinala que, embora o país tenha elevado o número de doutores formados a um patamar de mais de 20 mil por ano, a escassez de recursos federais para a ciência a partir de 2015 criou um quadro inquietante: muitos dos cerca de 100 mil cientistas que ainda buscam se consolidar na profissão estão sem ocupação ou atuando em áreas que não exploram seu potencial e qualificação de alto nível.

“Fala-se muito de fuga de cérebros, mas grande parte dos jovens doutores fica aqui mesmo, em trabalhos que não exigem o longo preparo e investimento de uma carreira científica”, disse à Agência FAPESP a bióloga Thaís Barreto Guedes, pesquisadora no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que assina

a carta com colegas das universidades federais de Goiás e da Bahia, da universidade de Richmond, nos Estados Unidos, e do Jardim Botânico Real de Kew, em Londres, Inglaterra. “Toda profissão é digna, mas o país optou por investir em formar pesquisadores e agora não busca recuperar esse investimento. É como construir uma mansão e abandoná-la.” Para ela, os jovens pesquisadores brasileiros precisam ser consultados e incluídos nas comissões de planejamento que discutem qual é o modelo mais adequado para fixar suas carreiras no Brasil. “Isso não está sendo feito”, queixa-se.

A trajetória da bióloga ilustra, de certa maneira, as dificuldades de fixação na carreira mesmo para quem tem um currículo consistente: ela concluiu o doutorado na Universidade Estadual Paulista (Unesp) há 11 anos e fez três estágios sucessivos de pós-doutorado, com bolsas da FAPESP e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): no Instituto Butantan, na Universidade de Gotemburgo, na Suécia, e na Universidade Federal de São Paulo. Em 2022, obteve um auxílio do Programa Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes, da FAPESP, que apoia projetos que favorecem a formação de novos grupos de pesquisa em São Paulo e oferecem uma bolsa com

duração de cinco anos ao pesquisador responsável, caso ainda não tenha vínculo empregatício com uma instituição.

A percepção de que o caminho dessa geração ficou obstruído se soma a evidências de que menos brasileiros são atraídos pela carreira científica. Muito por conta da pandemia, o número de doutores formados no país teve uma inédita queda em 2020 e 2021 e vários programas de pós-graduação se ressentem da redução do contingente de candidatos, mesmo após o fim do isolamento social (ver Pesquisa FAPESP nº 315). Até na FAPESP, cujas bolsas de doutorado não sofreram corrosão em seus valores como aconteceu com as oferecidas por agências federais, a demanda por esse tipo de apoio caiu cerca de 30% no período de 2020 a 2022, sem retornar por enquanto aos níveis de demanda anteriores à pandemia. Apesar da redução, a demanda continua bem superior à oferta.

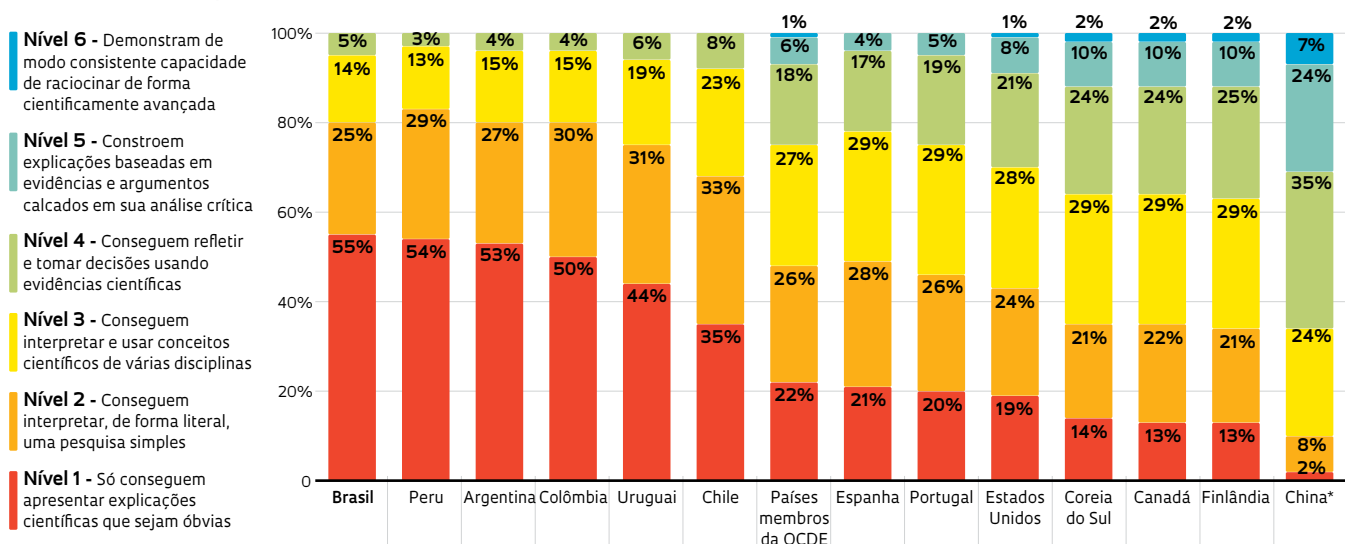
O recente reajuste de bolsas de agências federais e a intenção declarada do governo de ampliar investimentos públicos em ciência podem representar um alívio nesse cenário adverso, observa o biólogo molecular Odir Dellagostin, presidente do Conselho Nacional das Fundações de Amparo à Pesquisa (Confap) e diretor-presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (Fapergs). Ele ressalva que a mudança é muito recente e incipiente. “Tivemos um aumento de valor das bolsas federais, mas ainda não atingiu todas as modalidades com que o CNPq trabalha. Sou otimista. Acho que em 2024 teremos resulta-

dos no sentido de voltar a atrair pesquisadores e retê-los”, afirma. Um requisito para que isso ocorra é garantir financiamento contínuo. “Quando o pesquisador recebe aportes regulares, consegue avançar em seus projetos e gerar conhecimento. Se não há recursos, a motivação cai a zero e as equipes se desestruturam”, afirma Dellagostin, que também destaca a mudança de clima com a troca de governo. “O contexto hostil nos últimos quatro anos sinalizava para a população que a ciência não valia a pena.”

A perda de interesse na carreira científica tem razões complexas e ocorre em vários países. Estados Unidos e Reino Unido há décadas têm dificuldade em recrutar entre seus cidadãos mão de obra para seus sistemas de ciência e tecnologia e importam pesquisadores de fora, com destaque para países como Índia e China. “Muitos alunos talentosos das universidades que poderiam seguir carreira acadêmica são atraídos por oportunidades muito bem remuneradas no setor privado”, diz o físico Ricardo Osório Galvão, presidente do CNPq. Ele observa que a popularização das redes sociais também pode ter tido um papel na perda de interesse. “Há três anos, debati esse assunto em uma mesa-redonda com a pesquisadora Mariette Di-Christina, que foi editora da revista *Scientific American* e hoje atua no Departamento de Jornalismo Científico da Universidade de Boston. Ela dizia que as redes sociais despertaram nas pessoas uma ansiedade por respostas rápidas e não complexas que as afastam das perguntas aprofundadas da ciência, como se não tivessem paciência para elas”, afirma. A única forma de enfrentar o problema, na avaliação de Galvão, é investir em educação para melho-

O gargalo da educação científica

Distribuição dos estudantes na escala de proficiência em ciências no Pisa 2018 em países ou economias selecionados



FONTE PISA-OCDE/INEP

*Exame feito com estudantes de 15 anos das províncias de Beijing, Shanghai, Jiangsu e Zhejiang

Os doutores e o mercado de trabalho

Remuneração média mensal de doutores das 10 áreas do conhecimento com a mais elevada e a mais baixa remuneração, 2017, em R\$



FONTES: CAPES-MEC / MTE / CGEE

rar o letramento científico dos jovens brasileiros, cujo desempenho em avaliações de aprendizagem como a do Programa de Avaliação Internacional de Alunos (Pisa) é bastante precário (*ver gráfico na página ao lado*).

A socióloga Sandra Unbehaum, pesquisadora da Fundação Carlos Chagas, observa que, para a maioria das crianças e adolescentes de baixa renda, as escolas nem sempre são um ambiente estimulante para a curiosidade científica. “Muitas têm laboratório, mas são mal equipados. As bibliotecas normalmente são precárias – poucas têm um bibliotecário dedicado a orientar os alunos. Esses jovens encontram muitos obstáculos para poder alcançar a universidade e uma carreira científica e, mesmo com o apoio de ações afirmativas, ainda são poucos os que conseguem”, diz ela, que coordenou o recente relatório “Panorama de educação Stem no Brasil: Ensino de ciências e suas tecnologias: Análise de 2010 a 2020”, encomendado pelo British Council. O documento aponta outros entraves, como a escassez de professores de física e

química nas escolas – as disciplinas acabam sendo ministradas por pessoas sem formação adequada.

A presidente da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Mercedes Bustamante, considera que é preciso ter cautela na avaliação da crise na pós-graduação e afirma que há realidades distintas no país, que requerem estratégias peculiares para a fixação de jovens doutores. “Se há redução na procura pela pós-graduação em regiões mais consolidadas, na região Norte a demanda ainda é maior do que a oferta”, compara. Segundo diz, também falta clareza sobre variáveis como o real grau de influência da pandemia na crise do sistema. “Houve gente que adiou planos de entrar na pós-graduação apenas para poder fazê-lo presencialmente”, analisa. Ela aponta outros fatores envolvidos, como um desgaste no modelo de formação de pesquisadores, que é visível em várias partes do mundo e tem a ver com a rigidez dos cursos em um mundo cada vez mais interdisciplinar. “Os alunos querem mais liberdade de movimento em suas áreas e será necessário tornar a formação mais flexível e atraente”, afirma.

A Capes planeja organizar um censo nacional da pós-graduação. “Precisamos conhecer melhor as trajetórias dos nossos egressos para desenhar as soluções adequadas.” Esses percursos são diferentes tanto regionalmente quanto entre campos de conhecimento. “Há algumas áreas, como as que tratam de sistemas de informação, como automação e inteligência artificial, em que há carência de recursos humanos e os profissionais são rapidamente absorvidos pelo mercado, mesmo sem fazer pós-graduação. O Brasil vai precisar de pessoal qualificado nessas áreas e será necessário investir nelas”, prevê Bustamante. O ritmo e o rumo da economia vão ditar novos desafios ao sistema. “Os jovens pesquisadores precisam ser absorvidos pelo setor privado, que historicamente emprega poucos doutores. Há uma demanda pela reindustrialização do país, mas não no formato da indústria do século XX. Também vamos precisar de bons cientistas na gestão de políticas públicas.”

Para Renato Janine Ribeiro, presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a realização, até o primeiro semestre de 2024, de uma Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação pode ajudar a modular as ambições do sistema de pós-graduação e atrair investimentos para áreas prioritárias para o país. “A conferência deve sinalizar para os pesquisadores em que áreas o Brasil pretende ser protagonista e líder na produção de conhecimento, e que serão tratadas como prioridade para o desenvolvimento do país”, afirma. “Isso certamente vai valer para as áreas em que o destino nos aquinhou bem, como o meio

ambiente e a biodiversidade da Amazônia.” Para ele, segue sendo essencial destinar mais recursos públicos para a ciência. “Praticamente não existe no país carreira de pesquisador separada da de docente em universidade pública. Ela será atrativa se houver concursos, valorização salarial, perspectiva de boa aposentadoria e plano de carreira.”

Há consenso de que algumas estratégias de fixação precisam ser reforçadas, como ampliar as bolsas de pós-doutorado, fundamentais para manter um jovem pesquisador em atividade enquanto não ingressa em uma instituição em caráter permanente. “Em 2015, tínhamos 9 mil bolsas de pós-doutorado da Capes e do CNPq, hoje temos 4,3 mil. Considerando o aumento no número de doutores titulados nos últimos oito anos, teríamos que criar umas 7,5 mil bolsas para recuperar o terreno”, informa Dellagostin, do Confap.

Há outras frentes de discussão. No Brasil, a formação de pós-graduação é dividida em dois anos de mestrado e quatro de doutorado. Espera-se, nesse período, que os bolsistas se dediquem exclusivamente à atividade de pesquisa. Isso faz com que muitos obtenham o primeiro emprego formal tardiamente, depois dos 35 anos, quase 10 anos mais tarde do que o padrão de países desenvolvidos. Uma ideia que vem sendo amadurecida é incluir a contribuição ao INSS e a contagem do tempo de aposentadoria no período de pós-graduação. “Antigamente, isso não era necessário porque muitos ingressavam na docência ainda quando faziam o mestrado”, afirma Dellagostin. “Se esses alunos se formarem aos 38 anos e só então começarem a contribuir com o INSS, terão uma vida profissional muito diferente da que teriam em outras carreiras”, disse o diretor científico da FAPESP, Marcio de Castro (*ver entrevista na página 20*). Para ele, esse é o momento de discutir modelos diferentes dos que estão em vigor. “O mestrado virou um programa profissional. Só um terço dos mestres vai para o doutorado. Mas continuamos insistindo em exigir o mestrado na formação de um pesquisador. Não seria melhor reforçar o doutorado e o pós-doutorado?”, indaga.

O bioquímico Jorge Guimarães, que presidiu a Capes e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Empresarial (Embrapii), considera que há três iniciativas simples que o governo poderia tomar no curto prazo para melhorar as condições dos jovens cientistas. A primeira seria mudar o foco das bolsas de produtividade do CNPq, que hoje oferecem uma complementação à remuneração entre R\$ 1.200 e R\$ 1.560 a pesquisadores, como reconhecimento a sua produção e ao trabalho de orientar estudantes. “Essas bolsas foram instituídas pelo CNPq há muito tempo, quando ainda não

estava disseminado o regime de tempo integral nas universidades e os salários dos docentes eram baixos. Hoje, elas significam pouco para pesquisadores seniores que as recebem, mas fariam toda a diferença se fossem redirecionadas, e com valores atraentes, a jovens docentes de universidades federais e estaduais, que têm salários ainda pouco compensadores”, afirma.

Outra sugestão se relaciona ao repatriamento de pesquisadores. “Países como Argentina e China criaram programas para atrair de volta cientistas que foram ao exterior, oferecendo oportunidades de trabalho e financiamento específico dos respectivos projetos. Poderíamos lançar iniciativas de fomento a repatriados ou para que pesquisadores radicados no exterior passassem temporadas no Brasil e se conectassem com grupos daqui”, afirma. Uma terceira frente seria a criação de vagas dentro das universidades e em outras instituições de ciência e tecnologia, mas desvinculadas da docência. Guimarães propõe conceder recursos públicos a grupos já estabelecidos para contratar pesquisadores em regime de CLT [Consolidação das Leis do Trabalho] que atuem em seus projetos. “Várias instituições como Embrapa, CNPEM, Impa, têm seus pesquisadores e pessoal técnico contratados há vários anos pelo regime CLT. As 96 unidades da Embrapii contratam pesquisadores com carteira assinada. Isso é possível porque a Embrapii é uma organização social e não segue as regras das instituições públicas. Se grupos vinculados a programas de pós-graduação tivessem essa prerrogativa, poderiam incorporar a seus projetos um contingente de jovens talentos, ajudando a retê-los”, afirma.

Ricardo Galvão, do CNPq, conta que a agência planeja lançar um novo programa, com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), para repatriar doutores brasileiros em atividade no exterior. A iniciativa já tem nome, Ciência em Reconstrução, mas seu formato ainda está em análise na área jurídica do órgão. A ideia inicial é oferecer aos pesquisadores não bolsas, mas contratos de trabalho temporários, que podem chegar a quatro anos de duração. “A nova legislação trabalhista permite que o serviço público faça contratações temporárias, possivelmente por meio de fundações de apoio a universidades”, afirma. A meta é trazer os pesquisadores não só para atuar em instituições de ciência e tecnologia, mas também em empresas. “O objetivo é repatriar doutores vin-

O CNPq planeja repatriar pesquisadores, oferecendo contratos de trabalho temporário em vez de bolsas



culados principalmente a áreas em que temos falta de profissionais, como tecnologias digitais, e ajudar a impulsionar a inovação em empresas”, afirma o presidente do CNPq. Ainda não há previsão de quando a iniciativa deverá ser lançada.

Nos últimos anos, a saída de pesquisadores para o exterior alimentou a ideia de que o país passava por uma inédita fuga de cérebros, tangidos pela falta de investimento e de oportunidades. Um estudo recente do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) estimou que cerca de 3 mil pesquisadores foram trabalhar em instituições do exterior nos últimos anos. “O problema parece estar aumentando, mas o contingente é restrito quando comparado a ondas de evasão de talentos de outros países”, explica a socióloga Ana Maria Carneiro, pesquisadora do Núcleo de Estudos de Políticas Públicas da Unicamp, que está fazendo um levantamento para mapear a situação e as motivações de brasileiros altamente qualificados que atuam no exterior, em carreiras acadêmicas, órgãos governamentais, empresas e startups.

Dados preliminares de seu estudo serão apresentados em julho em Curitiba na reunião anual da SBPC. Eles dizem respeito a pouco mais de mil questionários respondidos por pesquisadores que trabalham no exterior, entre pós-doutorandos e docentes de universidades (cerca de 60%), estudantes (30%) e indivíduos que trabalham e estudam fora (por volta de 10%). A metade deles saiu depois de 2018 e 82% foram embora sem previsão de retorno. As razões alegadas para deixar o país foram variadas, como

ofertas de trabalho no exterior, melhores condições de financiamento e de infraestrutura, chances de progressão na carreira, qualidade de vida, entre outras. “A situação política conflagrada do Brasil também aparece como motivação, em especial dos que saíram nos últimos quatro anos”, informa.

A boa notícia é que parte dos que saíram cogita retornar. Cerca de 35% condicionam o retorno a oportunidades de emprego, enquanto 11% aceitariam ter um vínculo parcial, mantendo atividades dentro e fora do país. Quinze por cento planejam voltar só depois da aposentadoria. O questionário termina com uma pergunta aberta sobre quais políticas públicas deveriam ser criadas para que o país aproveite melhor o potencial desses recursos humanos qualificados que estão no exterior. “É possível identificar três grandes temas”, explica Ana Maria Carneiro. O primeiro abrange a ampliação do financiamento à ciência. O segundo é incentivar a internacionalização. “Há a percepção de que o ambiente de pesquisa no Brasil ainda é avesso a colaborações, com entraves burocráticos e falta apoio à mobilidade”, afirma a socióloga. Um terceiro conjunto de recomendações trata de contribuições que eles poderiam dar. “Alguns se propõem a fazer atividades como participar de comitês de avaliação de agências de fomento e julgamento de concursos. A maioria se mostrou disposta a receber estudantes e colegas brasileiros em suas instituições.” Segundo Carneiro, com a mudança de governo, criaram-se perspectivas melhores para repatriar talentos brasileiros. “Mas é preciso avançar no sentido de dar condições de fixação a jovens cientistas e de investir na infraestrutura de pesquisa, que em muitas instituições está sucateada”, explica. ■

EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL



Roedor criado em
biotério da USP:
diretrizes rígidas para
uso em pesquisas

**MANEJO
MAIS
PRECISO**

Guia de 1,1 mil páginas reúne orientações detalhadas sobre uso de animais de diferentes espécies em ensino e pesquisa e dá lastro a resoluções com força de lei

Fabrcio Marques

Fruto do esforço de mais de 120 pesquisadores ao longo de uma década, um manual de 1,1 mil páginas com orientações detalhadas sobre cuidados e manejo de animais em pesquisa e ensino foi lançado em maio pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e está disponível na internet em formato de e-book. O *Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica* reúne descrições minuciosas sobre como deve ser a estrutura, a organização e o funcionamento de biotérios e de outras instalações (do espaço mínimo reservado a cada espécie à existência de áreas exclusivas para quarentena e eutanásia), quais protocolos precisam ser adotados para garantir o bem-estar e reduzir a dor e o estresse dos bichos (do nível de ruído no ambiente ao tamanho das agulhas usadas em anestesia) ou que tipo de treinamento os profissionais que lidam com esse tipo de experimentação necessitam receber.

O guia é composto por uma introdução e 15 capítulos, cada um com informações específicas sobre um determinado grupo taxonômico, como roedores, coelhos, cães e gatos, primatas não humanos, ruminantes, peixes, entre outros. As principais obrigações e recomendações estabelecidas em cada capítulo, baseadas em evidências científicas e normas internacionais, deram origem a uma dezena de instruções normativas publicadas em maio pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea), instituição colegiada, vinculada ao MCTI, encarregada de criar normas para o uso ético de animais e zelar pelo seu cumprimento. Essas resoluções, que têm força de lei, fornecem um checklist para práticas de experimentação em cada grupo taxonômico. No caso dos cavalos, por exemplo, preveem que as baias e cavalariças precisam ter ventilação e iluminação natural e permitir que os animais tenham contato físico e visual com outros da mesma

espécie, a fim de garantir seu bem-estar – já em pastagens, recomenda-se que haja um sistema de drenagem para reduzir o acúmulo de lama e esterco. Nas normas sobre suínos, uma especificidade é a necessidade de separar fisicamente os alojamentos e manejo de porcos geneticamente modificados para prevenir cruzamentos com indivíduos não transgênicos. Só não houve ainda resoluções vinculadas aos capítulos de bichos mantidos fora de instalações de pesquisa, tais como répteis, serpentes e animais silvestres de vida livre. Por suas características, não é possível padronizar cuidados que abarquem toda a sua diversidade, então as resoluções deverão trazer o conteúdo dos capítulos, sem checklists.

As novas diretrizes serão usadas para iniciar o licenciamento das 2,1 mil instalações de 990 instituições do país que hoje criam e utilizam animais de laboratório. Até agora, elas precisavam apenas fornecer seus dados ao Concea para obter um credenciamento. “Sempre buscamos difundir as melhores práticas internacionais, mas faltava um conjunto de normas que padronizasse os cuidados com experimentação animal no país e permitisse uma fiscalização efetiva”, diz a médica-veterinária Luisa Maria Gomes de Macedo Braga, que coordenou a versão final do guia. Membro titular do Concea, ela foi até 2017 a coordenadora do Centro de Modelos Biológicos Experimentais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e presidiu a Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório. Na avaliação dela, o lançamento do guia simboliza a consolidação da Lei Arouca, de 2008, criada para disciplinar o uso de bichos em experimentos científicos no país. A legislação criou normas para o funcionamento do Concea, organizado em 2009 como um colegiado multidisciplinar composto por 14 membros titulares e 14 suplentes e incumbido de estabelecer regras para a instalação de biotérios, centros de criação e experimentação.



Zebrafish: entre as espécies mais utilizadas em experimentação

O médico-veterinário Helder Louvandini, pesquisador do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena-USP), em Piracicaba, participou da equipe de 15 pesquisadores que reuniu evidências científicas para produzir o capítulo sobre grandes ruminantes, como bovinos e búfalos. As normas estabelecem desde os cuidados na criação de bezerros até os parâmetros detalhados para sistemas de confinamento, como uso de pisos antiderrapantes e sistemas de ventilação. Louvandini conta que a sistematização de normas é vital. “Se o bem-estar dos animais não está garantido, a qualidade dos dados de pesquisa pode ficar comprometida. Estudos feitos de forma negligente com os animais podem gerar dados que depois não são replicados”, afirma. “Hoje, muitas revistas internacionais não aceitam publicar trabalhos científicos se não comprovarem que boas práticas de experimentação foram seguidas”, afirma. O pesquisador trabalha no Cena-USP com ovelhas, em pesquisas sobre a relação entre a nutrição com doenças parasitárias e reprodução. Quando se transferiu da Universidade de Brasília (UnB) para o Cena em 2010, trouxe 30 matrizes. “Houve uma mudança cultural muito grande nesse período. Imagine que, naquela época, se fazia castração de machos sem uso de anestesia. Hoje é impensável fazer qualquer intervenção em animais sem usá-la”, explica. A elaboração do guia enfrentou percalços que explicam a demora em ficar pronto. Cada capítulo foi coordenado por um conselheiro do Concea. Como os membros do colegiado têm mandato de dois anos, podendo ou não ser reconduzidos por igual período, aconteceu várias vezes de o trabalho de um coordenador ser interrompido pelo encerramento de seu mandato e o sucessor levar tempo para se inteirar da tarefa. A supervisão geral do guia esteve a cargo de quatro pesquisadores diferentes em uma década. O trabalho começou a ser concluído em 2015, com o lançamento de checklists dos dois bichos mais utilizados em

experimentos, os roedores e os coelhos. À medida que os capítulos eram escritos, passavam por um processo de 90 dias de consulta pública, que incorporou sugestões da comunidade científica. “A ideia de separar por grupos taxonômicos é uma novidade brasileira. O guia dos Estados Unidos, que é o mais utilizado no mundo, não faz a distinção em táxons”, diz Luísa Macedo Braga.

A expectativa é de que as diretrizes ajudem também a aperfeiçoar a formação dos profissionais que lidam com animais de laboratório. Em 2017, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) lançou um edital para financiar cursos e treinamento para docentes, técnicos, veterinários e estudantes que trabalham com experimentação animal. “Apresentamos um projeto e vencemos a chamada”, conta a bióloga

Pesquisa com equinos: normas para baías e cavalariças e preocupação com o bem-estar



Contagem imperfeita

Concea afirma não dispor de dados precisos sobre uso de animais de laboratório

Quantos animais de laboratório são usados no Brasil? Recorrendo à Lei de Acesso à Informação, o bioquímico Wagner Quintilio solicitou ao Concea esse dado, que não é fornecido pelo colegiado. A resposta foi que, em 2021, foi autorizado o uso de 4,07 milhões de animais no país. Quase a metade era de roedores, seguidos por 600 mil aves, 429 mil peixes, 413 mil equinos e 170 mil suínos. Já no rol dos menos utilizados, figuram os primatas não humanos (4.062 animais) e os répteis (3.684). O contingente de bichos com uso autorizado em 2021 ficou abaixo do patamar de 2020 (4,4 milhões) e 2019 (5,38 milhões), mas foi superior aos 3,09 milhões em 2018. “Esse tipo de levantamento é fornecido de forma transparente em outros países, mas aqui no Brasil não há acesso fácil”, diz Quintilio.

De acordo com o bioquímico, os países da União Europeia usaram 10,4 milhões de animais para pesquisa, educação e testes regulatórios em 2019. Já nos Estados Unidos contaram-se oficialmente 797 mil animais utilizados em 2018 – mas ratos e camundongos não entram nesse cálculo. Contando com eles, estima-se que o total

chegue a 23 milhões por ano. “Na comparação com outras nações, os números do Brasil são altos e sugerem que há espaço para reduzir o uso e substituir os animais”, afirma o bioquímico, que é pesquisador do Instituto Butantan e trabalha com métodos alternativos à experimentação animal. Ele publicou os dados fornecidos pelo Concea na plataforma SciELO Preprints.

O Concea observa, contudo, que os dados que forneceu não são exatos. De acordo com a coordenadora do colegiado, a fisiologista Kátia De Angelis, a informatização dos relatórios de atividades do Concea ocorreu recentemente, em 2019, e as tentativas de consolidar os dados fornecidos por centenas de comissões de ética de instituições espalhadas pelo país mostraram-se problemáticas. “Observamos que os relatórios são preenchidos pelos grupos de pesquisa de forma não padronizada e com muitos erros. Criamos há oito meses um grupo de trabalho composto por três conselheiros, com apoio da secretaria-executiva do Concea, para verificar as informações prestadas e esperamos em breve poder fornecer dados confiáveis”, afirma.

Entre os problemas, diz a coordenadora, constatou-se que há duplicação de dados sobre roedores – os mesmos ratos e camundongos são declarados duas vezes, uma pelos biotérios que criam e fornecem os animais, outra pelos pesquisadores que os utilizam. Já em relação às aves, há o lançamento irregular de dados sobre ovos recém-embrionados, que não precisariam de autorização do Concea, pois estão em um período de gestação em que não houve a formação do sistema nervoso.

Na avaliação de Kátia De Angelis, os dados disponíveis indicam que o Brasil segue tendência internacional de utilizar poucos bichos como cães, gatos e primatas não humanos e privilegiar o uso de roedores, aves e peixes. “Estimulamos ativamente a adoção de métodos alternativos, sempre buscando reduzir o uso.” Ela menciona uma resolução normativa do Concea de fevereiro que baniu o uso de animais em pesquisas e no controle da qualidade de produtos de higiene, cosméticos e perfumes cujos compostos já tiveram a segurança e a eficácia comprovadas.



Patrícia Gama, diretora do Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da USP e coordenadora da Rede USP de Biotérios. “Criamos um curso a distância de extensão de capacitação em princípios éticos e manejo, que atendeu mais de 8 mil profissionais.”

Como os módulos abordavam os animais de uso mais comum em experimentos, como roedores e coelhos, Gama recebia queixa de profissionais que lidavam com bichos sobre os quais não havia informação. Agora, com as informações compiladas pelo Concea, um novo curso coordenado pelo ICB e pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) está sendo ministrado, com a inclusão de informações sobre espécies como peixes, cavalos e bois. Com cerca de 20 horas de aulas gravadas, entrou no ar em abril. “No primeiro dia, já havia 1,2 mil inscritos”, afirma Gama. “Recebi mensagens de profissionais que trabalham, por exemplo, com ruminantes, que ficaram satisfeitos.” Cursos desse

tipo deverão ter procura. Após dois anos de sua publicação, entra em vigor em maio uma resolução normativa do Concea tornando obrigatória a comprovação da capacitação de todos os usuários de animais em experimentação. “Até então, bastava o profissional declarar que tinha treinamento e experiência. Agora, ele terá que comprovar às comissões de ética das instituições que foi capacitado”, explica a coordenadora do Concea, a fisiologista Kátia De Angelis, do Programa de Pós-graduação em Medicina Translacional da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho (Uninove).

Para Patrícia Gama, o impacto do guia não deve se limitar ao conjunto de orientações que compilou. “Ele também será importante para que a população leiga saiba que existe um conjunto detalhado de instruções para regular a experimentação animal. O guia vai ajudar a combater a ideia errônea de que o uso de animais de laboratório é feito de forma aleatória, quando na verdade não é.” ■

Fabrcio Marques



OPERAÇÃO DE MULTIPLICAR

Estudo avalia produção de cientistas da computação que publicam muitos artigos e identifica práticas anômalas

Um grupo de cientistas da computação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) criou uma metodologia capaz de identificar comportamentos atípicos e questionáveis em pesquisadores prolíficos, aqueles que publicam uma quantidade de artigos científicos bem maior do que a média dos colegas. Em um estudo divulgado em fevereiro na revista *Scientometrics*, a equipe analisou artigos publicados entre 2010 e 2020 armazenados em um repositório do campo da computação, o DBLP (Digital Bibliography & Library Project), e encontrou algumas centenas de autores que escreveram mais de 19 artigos por ano. Esse desempenho é muito superior à média: 99% dos pesquisadores com trabalhos no repositório DBLP produzem menos de uma dezena de artigos por ano.

Foram mapeados, então, os padrões de publicação dos prolíficos. Viu-se que, em geral, a produção científica deles teve crescimento gradual, distribuiu-se harmonicamente por vários periódicos e envolvia um conjunto circunscrito de colaboradores. Mas havia alguns casos discrepantes. Eram autores tremendamente produtivos – um deles chegou a publicar 127 artigos em 2020 – e com

certas características: repentinamente, duplicaram ou triplicaram sua produção em um período curto, de dois a cinco anos, concentravam muitos trabalhos em poucas revistas e/ou montaram redes de colaboradores muito extensas, alguns deles com quase mil coautores.

Os responsáveis pelo estudo reconhecem que não é possível, com base no que observaram até agora, afirmar que os comportamentos anômalos configuram má conduta – eles pretendem avaliar, em trabalhos futuros, se a integridade científica foi comprometida por esses autores. Mas destacam que as discrepâncias registradas são consideráveis e querem saber se as anomalias detectadas poderiam delimitar a fronteira entre cientistas que publicam mais do que a média de forma autêntica e outros que amplificam de maneira artificial a sua produção. “Obtivemos um conjunto de métricas que aferem um fenômeno e acreditamos que elas podem vir a ter aplicação em várias disciplinas”, afirma Edré Quintão Moreira, aluno de doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da UFMG e autor principal do estudo.

Uma das hipóteses levantadas pelo estudo é que alguns autores utilizem truques para inflar seu desempenho, como simular redes de colaboração que não existem de verdade. “Uma possibilidade é que possa haver algum nível de conluio entre os pesquisadores, com o acréscimo de colaboradores que não contribuíram de fato para seus manuscritos, a fim de ampliar a performance de todo o grupo”, diz Alberto Laender, docente aposentado do Departamento de Ciência da Computação (DCC) da UFMG e um dos autores do estudo. A concentração da publicação em determinados periódicos também acende um sinal amarelo. “Um dos altamente prolíficos publicou mais de 140 artigos em uma única revista. Uma pergunta que naturalmente surge é se esses autores estariam se beneficiando de políticas editoriais pouco rigorosas de alguns títulos e se contam com o encorajamento ou com a negligência dos editores para aumentar sua produtividade”, observa Laender. O interesse do grupo da UFMG pelo tema se explica. “Eu estava no comitê assessor de Ciência de Computação da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior] e surgiram casos de autores

hiperprolíficos que pareciam suspeitos e nós não conseguíamos avaliar se os dados que apresentavam eram robustos”, diz Wagner Meira Júnior, também do grupo do DCC que assina o estudo.

O comportamento de autores hiperprolíficos há tempos desafia a compreensão de pesquisadores. Em um estudo publicado em 2018, John Ioannidis, epidemiologista da Universidade Stanford, levantou no repositório Scopus nomes de autores que tinham publicado ao menos 72 artigos em algum ano do período entre 2010 e 2016. Chegou a 9 mil indivíduos que haviam assinado ao menos um artigo a cada cinco dias. Ioannidis encontrou evidências apenas anedóticas de má conduta, como o caso do cientista de materiais japonês Akihisa Inoue, ex-reitor da Universidade de Tohoku, que publicou 2.566 artigos – sete deles foram retratados porque tinham conteúdo duplicado. Em 86% dos casos, os prolíficos eram físicos que participavam de consórcios internacionais, cujos artigos são assinados por centenas de colaboradores, às vezes, milhares. Os exemplos vinculados a essas grandes redes foram descartados por Ioannidis, que enviou questionários para 269 nomes remanescentes, recebendo 85 respostas. Uma de suas constatações é que existem, sim, pesquisadores capazes de escrever uma profusão de artigos, sem incorrer em desvios éticos, embora não dê para garantir que essa produção tenha relevância. Ele observou, contudo, que em certos casos a produtividade estava associada à falta de rigor no padrão de atribuição de autoria em algumas disciplinas.

Para Sigmar de Mello Rode, pesquisador da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e presidente da Associação Brasileira de Editores Científicos (Abec-Brasil), ainda é comum em algumas áreas a pressão para incluir entre os autores de um artigo nomes que não se qualificam para assiná-lo, o que configura má conduta. “Acontece em todas as áreas do conhecimento de dois pesquisadores assinarem os artigos um do outro para ampliar a produção científica. O editor de um periódico não dispõe de muitas ferramentas para detectar esse tipo de conluio, menos ainda se ele ocorre em larga escala e envolve muitos pesquisadores”, afirma. No caso do estudo dos cientistas da computação, Rode suspeita também da chamada “produção salame”, em que

os resultados de um projeto de pesquisa são fatiados em diversos achados menores para dar origem a vários *papers*. “Esse tipo de truque é mais fácil de identificar, utilizando, por exemplo, softwares que buscam similaridades de textos”, afirma.

Na ciência da computação, a propagação dos autores altamente produtivos é fenômeno recente. De acordo com o estudo da *Scientometrics*, em 2010 somente 38 pesquisadores, o equivalente a 1% dos listados no DBLP, publicaram mais de 19 artigos. Já em 2020, esse desempenho foi observado em 540 autores, ou 6% dos cadastrados no repositório. Enquanto o cientista da computação mais prolífico de 2010 produziu 37 artigos no ano, o de 2020 conseguiu a proeza de publicar 127. “Foi por volta de 2016 e 2017 que houve um aumento repentino”, afirma Marcos André Gonçalves, docente do DCC, também responsável pelo estudo. “É muito estranho publicar dois artigos por semana. É um desempenho que em geral não condiz com uma produção de qualidade. Eu mal consigo ler dois artigos por semana.”

Embora tenha identificado parâmetros para definir comportamentos anômalos, o grupo da UFMG reconhece que outras dimensões do problema possam surgir. “Uma característica desse trabalho é que ele é vivo e dinâmico. Precisamos estar atentos a novos fatores que impulsionem esse fenômeno. Eu apostaria, por exemplo, que o advento do ChatGPT vai turbinar uma nova onda de autores hiperprolíficos”, diz Meira Junior, referindo-se ao famoso programa de inteligência artificial que também está sendo usado para auxiliar na escrita científica. Para o pesquisador, o risco é que essas práticas se tornem disseminadas. “Se isso acontecer, os jovens pesquisadores poderão entender que, em vez de seguir o caminho tradicional, baseado no trabalho e no esforço, é mais compensador adotar truques que turbinam o desempenho individual, mas corrompem o sistema.” ■ **Fabrcio Marques**

Artigo científico

MOREIRA, E. et al. The rise of hyperprolific authors in computer science: Characterization and implications. *Scientometrics*. v. 128(5), p. 2945-74. 15 mar. 2023.



BOAS PRÁTICAS

Mestres em disfarces

Para simular respeitabilidade, revistas predatórias publicam artigos falsos, atribuídos a pesquisadores de prestígio, e fraudam a composição de conselhos editoriais

As revistas científicas predatórias, que publicam artigos em troca de dinheiro sem fazer uma revisão por pares genuína, vêm explorando novas brechas para atrair autores desavisados. Tem se tornado mais comum, por exemplo, que esses periódicos embelezem seus conselhos editoriais, declarando falsamente a participação de pesquisadores de prestígio, e, em casos extremos, que publiquem artigos atribuídos de forma fraudulenta a autores de algum renome, também para simular respeitabilidade.

Um episódio recente envolveu o *African Journal of Political Science*, publicado pela editora International Scholars Journals (ISJ), e a pesquisadora Anca Turcu, da Escola de Política, Segurança e Assuntos Internacionais da Universidade da Flórida Central, nos Estados Unidos. Ao resgatar estatísticas de publicação para atualizar seu currículo, Turcu encontrou um artigo imputado a ela no *African Journal*, que jamais escreveu. O estudo, sobre reciclagem de resíduos, não tinha relação com seus interesses de pesquisa, que são diásporas e processos eleitorais. Ela foi investigar mais a fundo

e constatou que o *paper* era fraudulento não apenas na atribuição da autoria. Tratava-se, também, de um trabalho plagiado da revista *Energy Policy*, escrito por três pesquisadores chineses, divulgado em janeiro de 2022.

O episódio foi noticiado no site Retraction Watch, que interpelou o editor-chefe do título do ISJ por e-mail. Descobriu que a fraude era mais extensa. Jephias Mapuva, professor da Universidade Bindura de Educação Científica, no Zimbábue, respondeu que nunca teve nenhuma relação com o periódico. “Foi uma surpresa para mim estar listado como editor-chefe”, escreveu, anexando uma cópia de um e-mail enviado à ISJ exigindo que seu nome fosse removido do site. O Retraction Watch descobriu, ainda, que há dois diferentes periódicos chamados *African Journal of Political Science* que compartilham o mesmo Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas (ISSN), um código de oito dígitos usado como identificador único de periódicos. Um deles, mais antigo, pertence à Associação Africana de Ciência Política. Havia deixado de circular em 2004, mas voltou a receber artigos no ano passado.

O segundo periódico é o da ISJ, no qual o artigo fraudulento de Turcu foi publicado, e existe desde 2007. Que ele tem práticas predatórias já se sabia desde 2021, quando a psicóloga canadense Nadine Bekkouche divulgou um depoimento em seu perfil no LinkedIn contando sua má experiência com a revista. Ela havia publicado um artigo sobre saúde mental de estudantes no periódico *Performance Improvement Quarterly*, da editora Wiley, e recebeu um e-mail do *African Journal of Political Science* convidando-a a escrever um texto sobre o mesmo conteúdo, na forma de um comentário. Assim que o texto foi enviado, veio a cobrança: € 1.000. Ela disse que não pagaria e pediu que o artigo fosse retirado. As cobranças continuaram, por telefone e e-mail, e, a certa altura, o periódico exigiu dinheiro para remover o artigo, que a pesquisadora novamente se recusou a pagar. “Foi francamente abusivo”, disse ela, que escreveu o relato para alertar outros pesquisadores a não caírem na mesma armadilha.

Fundada em 2002, a ISJ publica 86 periódicos de campos diversos do conhecimento, das ciências sociais às médicas e agrárias. Em seu site, informa ter endereços postais em Nova York, Estados Unidos, e em Abuja, na Nigéria. Diz seguir as diretrizes do Committee on Publication Ethics (COPE), fórum internacional de editores para assuntos de integridade científica, mas o seu nome não figura entre os mais de 10 mil associados da entidade. A editora constava de uma famosa lista de mais de 8 mil empresas

e títulos com práticas predatórias que era feita pelo bibliotecário Jeffrey Beall, da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, que acabou removida da internet pelo autor ante as ameaças de processos judiciais.

A fraude praticada pelo *African Journal of Political Science* não é caso isolado no universo das revistas predatórias. No início do ano, a *Prime Scholars*, que publica 56 periódicos científicos, também foi acusada de usar de forma fraudulenta e sem autorização nomes de pesquisadores como editores ou relacioná-los como responsáveis por falsos artigos científicos. A empresa tem endereço em Londres, mas, aparentemente, opera na Índia.

Em um comentário publicado em 2021 na *Nature*, um grupo de pesquisadores da Universidade de Montreal, no Canadá, e do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos, mapeou diversos disfarces que as revistas predatórias utilizam para seguir atuando. A equipe criou um banco de dados, batizado de Lacuna, composto por 900 mil artigos de 2,3 mil periódicos não indexados em bases de dados internacionais, que incluem títulos predatórios e outros com práticas honestas mantidos por instituições ou pequenas editoras.

Um dos casos analisados no trabalho foram os periódicos da editora Omics International, sediada em Hyderabad, na Índia, condenada em 2019 em uma ação movida pela Comissão Federal de Comércio (FTC) dos Estados Unidos, sob a acusação de adotar políticas comerciais enganosas. A empresa convidava pesquisadores para submeter trabalhos ou fazer palestras em conferências que promovia. Assim que aceitavam e enviavam manuscritos, os autores eram surpreendidos com a publicação instantânea em anais de conferências, sem revisão por pares, e recebiam a cobrança de taxas que alcançavam milhares de dólares. O texto da *Nature* mostrou que, após a condenação em 2019, a Omics seguiu operando normalmente: rebatizou revistas classificadas como predatórias e as vinculou ao nome de empresas subsidiárias, como Hilaris, Longdom e iMEDPub. Mas as práticas suspeitas prosseguiram. Ao analisar o conteúdo do banco de dados Lacuna, os pesquisadores encontraram, por exemplo, nove artigos do *Journal of Bone Research and Reports*, da iMEDPub, que eram copiados de *papers* de um jornal da editora Elsevier chamado *Bone Reports*, com nomes de autores fictícios. Muitos textos eram levemente diferentes: palavras foram substituídas por sinônimos para tentar burlar a identificação de plágio. ■

Fabrcio Marques

Universidade de Oxford proíbe relacionamentos íntimos entre seus profissionais e alunos

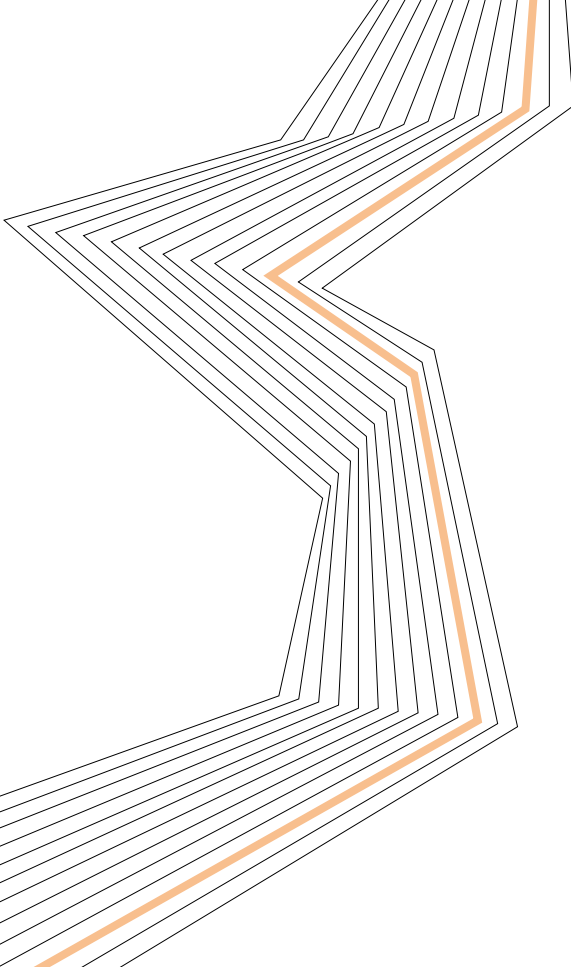
A Universidade de Oxford, no Reino Unido, proibiu docentes e funcionários de se envolverem em relações íntimas – ou qualquer outro tipo de relacionamento pessoal “que transgrida os limites da conduta profissional” – com alunos de graduação e pós-graduação. A medida entrou em vigor em 17 de abril e tem como alvo todo o estafe responsável por admitir, ensinar, orientar ou supervisionar os estudantes – além de servidores e professores, ela atinge todas as pessoas que prestam serviços à instituição, incluindo pesquisadores visitantes, colaboradores eventuais e alunos de pós-graduação que atuam como monitores.

Até então, essas relações eram desencorajadas, mas não proibidas – exigia-se, contudo, que fossem comunicadas aos superiores hierárquicos dos profissionais envolvidos. Os funcionários que descumprirem a determinação estarão

sujeitos a procedimentos disciplinares. Em casos de relações preexistentes, a universidade informou que buscará “evitar conflitos de interesse”, garantindo que o funcionário não tenha nenhum tipo de responsabilidade ou ascendência sobre o aluno com o qual esteja envolvido. No início do ano, a direção da universidade sofreu desgaste e críticas de estudantes, quando se revelou que servidores acusados de assédio sexual permaneciam trabalhando na instituição. Dados obtidos pelo jornal *The Oxford Student* mostram que, entre 2017 e 2021, 12 funcionários foram acusados de má conduta sexual – desse universo, cinco queixas foram consideradas procedentes, mas três funcionários receberam apenas advertências e só um dos acusados foi afastado e, posteriormente, demitido.

Oxford se une a várias outras instituições do Reino Unido que já proíbem namoros entre servidores e alunos, como

as universidades de York, Nottingham e College London. A medida é mais rigorosa do que a proposta submetida para consulta pública em maio pelo Office for Students (OfS), órgão independente que regula o ensino superior no Reino Unido. O texto sugeria que as universidades da Inglaterra criassem e mantivessem registros de professores e funcionários que se envolvessem com alunos, com o objetivo de desencorajar esses vínculos. Há algum tempo, instituições de ensino superior ao redor do mundo restringem esse tipo de comportamento. Em 2018, a Austrália lançou uma política nacional afirmando que relacionamentos sexuais ou românticos entre supervisores acadêmicos e alunos “nunca são apropriados”. Também desde 2020 universidades canadenses, incluindo a da Colúmbia Britânica, em Vancouver, proíbem relacionamentos próximos entre professores e funcionários.



Tribunal reconhece direito de anular títulos de alunos envolvidos em má conduta

A Suprema Corte do Texas, nos Estados Unidos, decidiu que as universidades do estado poderão anular diplomas de graduação e pós-graduação de seus ex-alunos caso se comprove que eles praticaram má conduta científica durante o período em que estiveram matriculados. A decisão se baseia em casos recentes envolvendo as universidades do Texas em Austin (UT) e Estadual do Texas (TXST), que brigavam na Justiça pelo direito de revogar os títulos de doutor de dois ex-estudantes. A UT tentava anular o diploma de Suvi Orr, após uma investigação concluir que ela falsificara dados em sua tese defendida em 2008. Orr afirma que cometeu um erro e interpretou mal os dados, e processou a UT na tentativa de manter seu título.

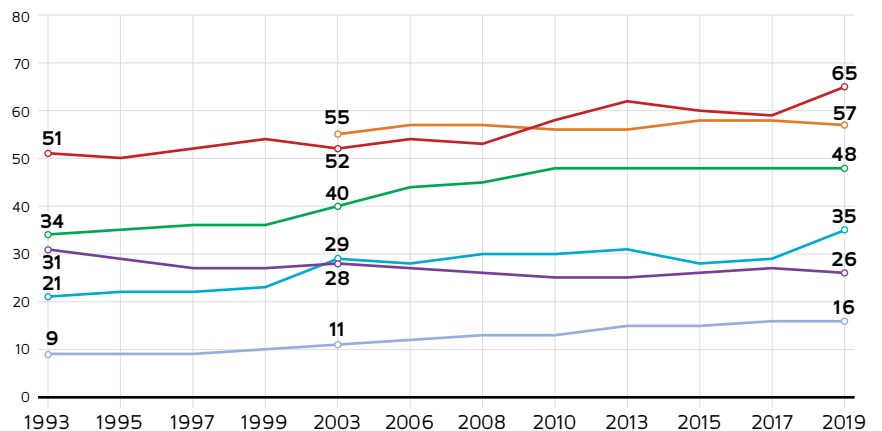
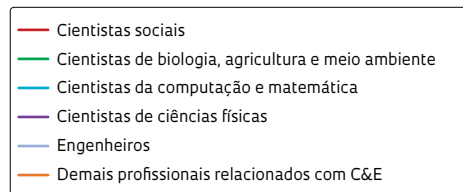
Na TXST, um ex-aluno identificado apenas como “K. E.” processou a universidade para reverter a anulação de seu diploma de doutorado em recursos aquáticos em setembro de 2016. Segundo a TXST, o estudante falsificou e fabricou dados em sua tese, defendida em 2011.

Os dois estudantes tiveram sucesso na 3ª Corte Distrital de Apelações, que acatou o argumento de seus advogados segundo o qual a lei estadual não dava às universidades autoridade para revogar diplomas concedidos a seus alunos. Mas os juízes da Suprema Corte tiveram um entendimento diferente. Segundo eles, as universidades podem revogar diplomas, desde que garantam o direito de defesa dos alunos e se comprove que a conduta que justificou a revogação do diploma ocorreu enquanto eles estavam matriculados.

- ▶ É crescente e generalizada a atenção sobre a presença de mulheres nas atividades de ciência e engenharia (C&E)¹. Nos Estados Unidos, a National Science Foundation (NSF) acompanha a inserção feminina nessas atividades desde 1993
- ▶ O gráfico abaixo mostra que, naquele país, as mulheres vêm ampliando sua presença na maior parte dos grupos ocupacionais associados a C&E²
- ▶ As duas áreas de atividades que apresentam maior participação feminina são as de ciências sociais e de ciências da vida e meio ambiente. Na primeira, a presença feminina passou de 51% para 65%, na segunda, de 34% para 48%
- ▶ Em contraste, entre os que atuam em ciência da computação e matemática, a participação feminina se retraiu, passando de 31% para 26%, no mesmo período. Nas ciências físicas (física, química, ciências da Terra), houve crescimento e o indicador atingiu 35% em 2019
- ▶ Nas engenharias, houve crescimento, mas a participação feminina estava em apenas 16% ao final do período, mantendo-se como a área de menor participação de mulheres nas áreas diretamente ligadas a C&E
- ▶ Nas áreas de atividade relacionadas a C&E, que incluem não pesquisadores (como médicos, professores etc.), com dados a partir de 2003, mostra-se a predominância feminina e ligeira tendência ascendente da inserção das mulheres nessas ocupações (de 55% para 57%, no período)

PERCENTUAL DE MULHERES COM DIPLOMA DE GRADUAÇÃO, MESTRADO OU DOUTORADO EM C&E E OCUPAÇÕES RELACIONADAS A C&E

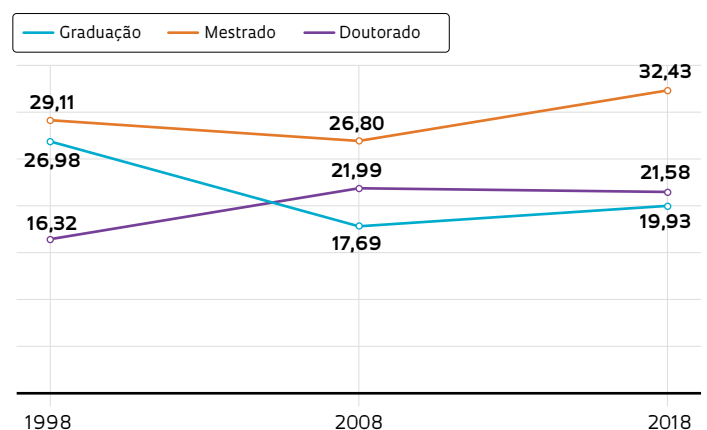
Estados Unidos, 1993-2019



- ▶ A menor presença das mulheres em ocupações associadas à ciência da computação e à matemática reflete-se também nas informações sobre sua formação em níveis de graduação e pós-graduação
- ▶ O gráfico ao lado mostra ser pequena a participação feminina entre os graduandos (pouco menos de 20%) e pós-graduandos norte-americanos, em 2018
- ▶ Ainda que a presença de mulheres venha se ampliando desde 1998, em especial entre os pós-graduandos, as informações mais recentes ilustram os desafios que ainda persistem para a atração de meninas e mulheres para essas áreas do conhecimento
- ▶ Esses conjuntos de indicadores, mesmo produzidos e utilizados ao longo de décadas na avaliação e formulação das políticas públicas norte-americanas, revelam que o progresso é lento e complexo e sugerem a importância de se construírem indicadores similares para o caso brasileiro

PERCENTUAL DE MULHERES TITULADAS EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO NA GRADUAÇÃO, MESTRADO E DOUTORADO

Estados Unidos, 1998, 2008, 2018



NOTAS (1) AS OCUPAÇÕES DE C&E CONSIDERADAS PELA NSF SÃO: ENGENHARIA, CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO E MATEMÁTICA, ÁREAS DE CIÊNCIAS DA VIDA (BIOLÓGICA, AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE), CIÊNCIAS FÍSICAS E RELACIONADAS (QUÍMICA E CIÊNCIAS DA TERRA) E CIÊNCIAS SOCIAIS E RELACIONADAS (ECONOMIA, CIÊNCIA POLÍTICA, PSICOLOGIA, ANTRPOLOGIA ETC.) (2) AS POSIÇÕES DE TRABALHO EM C&E ESTÃO DETALHADAS NA LEGENDA DO GRÁFICO 1. NAS SÉRIES QUE DISCRIMINAM AS CATEGORIAS OCUPACIONAIS SÃO CONSIDERADAS APENAS AS OCUPAÇÕES DE CIENTISTAS E ENGENHEIROS. NA LINHA VERDE, AS OCUPAÇÕES RELACIONADAS A C&E, MAS NÃO DE CIENTISTAS E ENGENHEIROS, COMO AS ASSOCIADAS AOS SERVIÇOS DE SAÚDE E DE EDUCAÇÃO, POR EXEMPLO.

FONTES NATIONAL CENTER FOR SCIENCE AND ENGINEERING STATISTICS, NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NCSES, NSF) – 2023. DIVERSITY AND STEM: WOMEN, MINORITIES, AND PERSONS WITH DISABILITIES. NATIONAL SCIENCE BOARD, NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSB, NSF) – 2021. THE STEM LABOR FORCE OF TODAY: SCIENTISTS, ENGINEERS AND SKILLED TECHNICAL WORKERS. SCIENCE AND ENGINEERING INDICATORS 2022. NSB-2021-2. ELABORAÇÃO FAPESP, DPCTA/GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES



OCEANOGRÁFIA

ENQUANTO HÁ TEMPO

O ambiente marinho e costeiro do Brasil sofre um intenso processo de degradação e demanda ações urgentes para amenizar os problemas que se acumulam

Carlos Fioravanti

Uma síntese do Diagnóstico Brasileiro Marinho-costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos a ser lançada na cidade de São Paulo durante a Marine Week, de 30 de agosto a 4 de setembro, trará notícias inquietantes e reforçará a necessidade de ações urgentes para restaurar e preservar os ambientes litorâneos.

A faixa costeira, com 8,5 mil quilômetros (km) de extensão ao longo de 17 estados, tem imenso valor tanto biológico quanto econômico: é daí que se retiram cerca de 85% do petróleo, 75% do gás natural e 45% do pescado produzido no país.

Coordenado pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), um resumo de 20 páginas, dirigido a gestores públicos, evidencia a perda de biodiversidade e a intensa degradação de manguezais, recifes de corais, praias e outros ambientes marinhos e costeiros. Entre as causas, destacam-se a poluição por esgoto, resíduos químicos e embalagens plásticas; as mudanças do clima; a urbanização desordenada; a falta de políticas públicas efetivas; e a entrada de espécies invasoras como o peixe-leão (*Pterois spp.*), que veio do mar Índico e já dizimou os filhotes de outras espécies no Caribe.

Para amenizar esses problemas, os autores do diagnóstico propõem estratégias de governança que reúnam todos os interessados – instituições de pesquisa, órgãos de governo, empresas e sociedade civil, incluindo comunidades tradicionais – e apoiem as decisões baseadas no melhor conhecimento possível, resultantes de estudos científicos ou da prática dos povos indígenas e comunidades tradicionais. Um exemplo é avaliação dos estoques pesqueiros, a partir dos quais se poderia planejar os limites do volume a ser pescado e diminuir o risco de extinção de espécies.

“Temos de aprender a ir para a mesa de negociação sem querer impor nossa verdade, porque cada um interpreta o mundo a seu modo”, ressalta uma das coordenadoras do diagnóstico, a bióloga Cristiana Simão Seixas, do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais da Universidade Estadual de Campinas (Nepam-Unicamp). “E ninguém pode sair se sentindo derrotado.”

Segundo Seixas, um participante fundamental das negociações é o Ministério Público, cuja função precípua é fiscalizar o Estado, responsável pela criação, implantação e monitoramento da legislação ambiental. Por enquanto, o diálogo é escasso. “Falta articulação entre os governos federal, estadual e municipal nas ações de proteção do ambiente marinho”, observa outro coordenador do diagnóstico, o biólogo Alexander Turra, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP) e da cátedra da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) para a Sustentabilidade do Oceano do Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP). A versão completa do estudo deve sair até o final deste ano.

A preocupação com os ambientes marinhos é mundial. Em março, a Organização das Nações Unidas (ONU) anunciou o Tratado do Mar, para definir 30% do oceano como áreas protegidas e garantir a conservação e o uso sustentável da biodiversidade marinha em águas internacionais. Em 2017, a ONU já havia lançado a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030) para fortalecer as pesquisas científicas e a gestão integrada dos oceanos e zonas costeiras.

As iniciativas internacionais reavivaram os planos nacionais de conservação do ambiente marinho, aproximaram grupos de pesquisa e motivaram novas diretrizes, como o Plano Nacional de Implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, lançado em dezembro de 2021 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Além de fazer diagnósticos, os pesquisadores contribuem para a resolução de problemas. Um caso que ilustra bem essa colaboração ocorreu ao longo da década de 2010 na vila de Trindade, em Paraty, no litoral do Rio de Janeiro. Os barqueiros sempre levavam turistas para uma piscina natural dentro da área do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Depois de vários conflitos, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) exigiu que os barqueiros fizessem cursos de capacitação antes de firmarem um acordo que lhes permitiria operar legalmente no parque. Pesquisadoras da equipe de Seixas, que trabalhavam na área com apoio

Mergulhador monitora a diversidade marinha em área de proteção ambiental no litoral sul do estado de Pernambuco

também da FAPESP, entre as quais Natália Bahia e Paula Chamy da Costa, elaboraram três dos cinco cursos exigidos e ajudaram a intermediar as conversas entre o ICMBio e a Associação de Barqueiros e Pescadores de Trindade (Abat). Os barqueiros atenderam às exigências do parque, fizeram cursos e em 2020 conseguiram a autorização para levar turistas. “Voltei lá em fevereiro e tudo funcionava direitinho. Os barqueiros estavam bem organizados, uniformizados e todos os barcos com itens de segurança”, atesta a bióloga.

Turra, por sua vez, coordena uma pesquisa, também apoiada pela FAPESP, que resultou em uma proposta de reorganização das formas de ocupação das praias do litoral norte paulista, considerando não apenas a função turística, mas a de produção de alimentos para as comunidades locais e de proteção contra a erosão.

No estado de São Paulo, os estudos sobre o mar são abrangentes. As pesquisas tratam desde a classificação científica de organismos marinhos, como as realizadas pela bióloga Cecília Amaral na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pelo também biólogo Paulo Sumida, do IO, a estratégias de conservação. Pesquisadores de instituições paulistas participaram da caracterização de ambientes até então desconhecidos, como a foz do rio Amazonas, as colinas de recife na costa do Espírito Santo e um banco de rodólitos (algas calcárias) com 5 quilômetros quadrados (km²) no litoral paulista. O navio oceanográfico Alpha Crucis, o barco Alpha Delphini e as bases do IO em Ubatuba, no litoral norte, e em Cananeia, na porção sul, atendem biólogos, oceanógrafos, geólogos, químicos e outros especialistas de universidades estaduais e federais e institutos de pesquisa.

Desde 1993, a FAPESP apoiou quase 1.100 projetos sobre pesquisa oceânica, geralmente ligados aos programas Biota ou Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais. “É um tópico de muita importância”, comenta Marco Antonio Zago, presidente do Conselho Superior da FAPESP. “Temos a convicção de que precisamos fazer mais pesquisas sobre o ambiente marinho, por causa de suas implicações sobre a biodiversidade, a ocupação humana, a exploração de petróleo e as mudanças climáticas.”

Praticamente toda a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), a faixa de até 370 km de extensão ao longo da costa, que forma uma área de 3,6 milhões de km², apresenta ao menos uma ameaça ao equilíbrio do ambiente marinho. As transformações mais pronunciadas ocorrem nas regiões portuárias do Nordeste, Sudeste e Sul e na foz do rio Amazonas, que nos últimos anos se tornou uma área de pesca intensiva.

As conclusões são de um estudo publicado em novembro de 2020 na *Diversity and Distributions*, coordenado pelo oceanógrafo Rafael Magris, do ICMBio. Ele examinou os efeitos da pressão de 24 ações humanas – incluindo a pesca industrial, o uso de fertilizantes agrícolas que chegam ao mar, a poluição dos portos e a extração de petróleo – sobre 161 amostras de habitats do litoral brasileiro, do Amapá ao Rio Grande do Sul, e 143 espécies de animais marinhos (incluindo invertebrados, peixes, mamíferos, répteis e aves) classificadas como criticamente ameaçadas, ameaçadas ou com algum risco de extinção.

Quase toda a área analisada (95%) apresentou mudanças atribuídas pelos pesquisadores ao aquecimento global; de 60% a 83% da área por tipos diferentes de redes usadas por grandes barcos pesqueiros; e 22% por fertilizantes e agrotóxicos consumidos em atividades agrícolas. Embora incipiente, a mineração oceânica – prin-



1 Barcos de pesca no litoral do Rio de Janeiro e manguezal seco de Jericoacora, no Ceará



principalmente de algas calcárias usadas para corrigir a acidez do solo – interfere em 63 das 161 amostras de habitats examinadas (ver quadro na página 46). Essas pressões aceleram a transformação dos ambientes costeiros, reduzem suas funções ecológicas (reprodução de peixes e crustáceos, por exemplo) e aumentam o risco de redução dos estoques de peixes e outros grupos de animais.

As informações desse trabalho fundamentaram uma proposta de novas áreas de conservação marinha na foz do rio Amazonas, ao sul do arquipélago de Abrolhos (sul da Bahia) e em bancos de corais do fundo do mar. Atualmente, apenas 2,5% da ZEE são de áreas de proteção marinha integral, nas quais a pesca é proibida. “Não criamos nenhuma área marinha de proteção integral regulamentada, como parques nacionais e reservas biológicas, há décadas”, observa o biólogo Ronaldo Francini-Filho, do Centro de Biologia Marinha (CEBIMar) da USP, que participou do estudo.

Em mergulhos de 2001 a 2008 na região de Abrolhos, litoral da Bahia, Francini-Filho verificou uma queda estimada em 50% da população de bodiões-azuis (*Scarus trispinosus*), com corpo de até 90 centímetros (cm) de comprimento, que entraram para a lista de espécies ameaçadas em 2014.

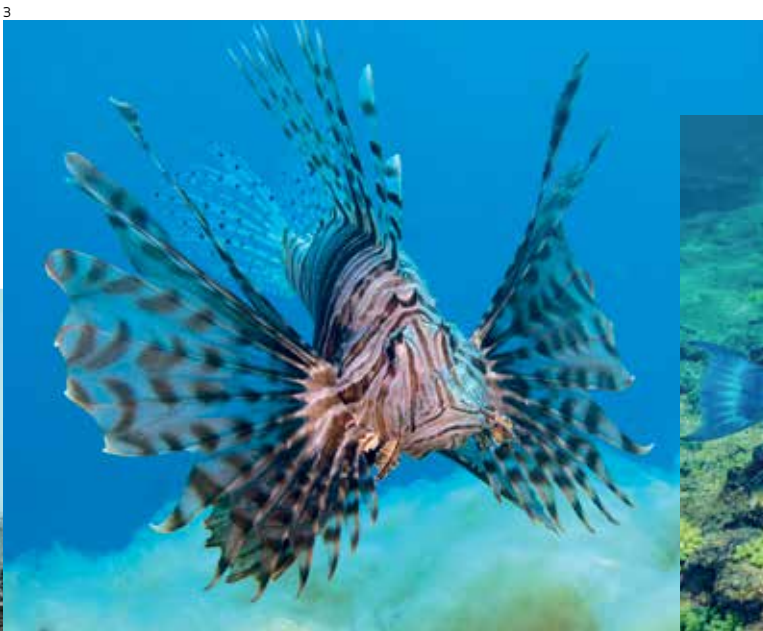
“As mudanças climáticas tornam tudo mais complicado”, afirmou a oceanógrafa Vanessa Hatje, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), no Diálogos da Cultura Oceânica, congresso realizado em outubro de 2022 em Santos (SP) pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). A elevação da temperatura média anual dos oceanos pode intensificar a acidificação, reduzir os níveis de oxigênio da água e contribuir para a elevação do nível do mar, além de alterar a ação dos po-

luentes no ambiente marinho global, de acordo com um estudo que ela coordenou com colegas da Índia, Alemanha, Chile e Reino Unido, publicado em julho de 2022 na *Frontiers in Marine Science*.

A costa brasileira já pode estar exibindo efeitos das mudanças do clima. “Depois de uma acentuada elevação da temperatura média em 2019, a mais intensa desde 1985, vimos o branqueamento [perda de cor] e uma alta mortalidade de corais”, observou a bióloga Bárbara Pinheiro, do Projeto Ecológico de Longa Duração (Peld) Costa dos Corais, com base em levantamentos feitos em 2018, 2019 e 2020 ao longo de 120 km de uma área de proteção ambiental entre Pernambuco e Alagoas. Conforme estudo publicado em maio de 2022 na *Frontiers in Marine Science*, a população de coral-de-fogo (*Millepora braziliensis*) sofreu uma redução de 50% e a de coral-couve-flor (*Mussismilia harttii*), que ajuda a formar outros corais, de 32%.

“O risco de invasão de áreas urbanas pelo mar será maior se destruímos ou perdermos os recifes, porque eles formam barreiras que ajudam a reduzir a força das ondas”, diz a bióloga June Ferraz Dias, do IO-USP. Com apoio da FAPESP, ela estuda a distribuição das comunidades de peixes das águas que cercam a ilha Anchieta, uma área de proteção ambiental no litoral norte de São Paulo. Na primeira viagem, em maio, a rede de arrasto que percorreu o fundo do mar saiu com cerca de 15 kg de lixo plástico. “Foi assustador”, ela definiu.

Na baía de Guanabara, na Região Metropolitana da capital fluminense, os problemas são outros: aumentou o número de espécies exóticas e mudou a distribuição das áreas ocupadas por grupos de animais marinhos, de acordo com pesquisas da

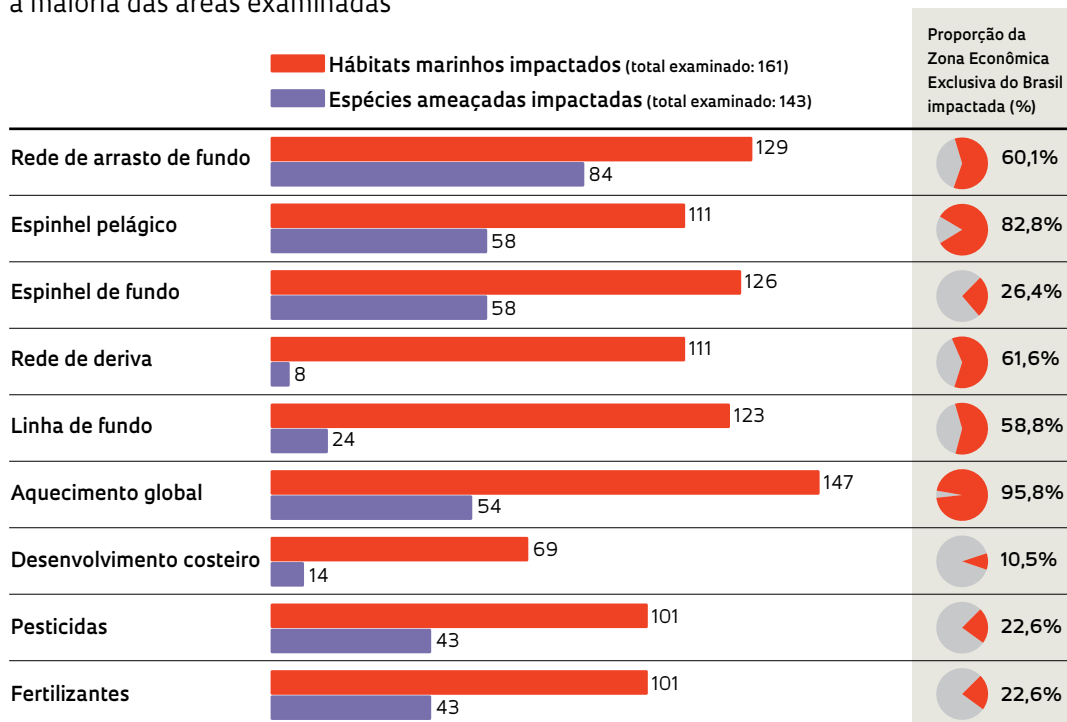


Peixe-leão (acima), espécie invasora, e bodião-azul, ameaçada



AMEAÇAS EM AMBIENTES E ANIMAIS MARINHOS

Pesca industrial, aquecimento global e pesticidas transformam a maioria das áreas examinadas



FONTES: MAGRIS, R. ET AL. DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS. 2021

Veja a tabela completa na versão on-line desta reportagem

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Tanto ali quanto na baía de Todos os Santos, na Bahia, proliferaram as populações de uma ostra do oceano Indo-Pacífico (*Saccostrea cucullata*) e diminuíram as de uma espécie nativa (*Crassostrea rhizophorae*), “mas não no mesmo espaço, o que indica que não se trata de competição, mas de um efeito do aumento da temperatura média das águas”, diz o biólogo Paulo Cesar de Paiva, da UFRJ. “A espécie nativa tem uma resistência menor que a outra a temperaturas mais altas.”

Não é o único problema na baía de Guanabara. Resíduos de metais pesados, petróleo e óleo que vazam dos navios poluem tanto a água quanto os manguezais, que, se preservados, poderiam ajudar a aplacar os efeitos do aquecimento global, já que o fundo lodoso acumula material orgânico. “O melhor que devemos fazer é não mexer nos manguezais, para não liberar os estoques de carbono para a atmosfera e agravar os efeitos das mudanças climáticas”, recomendou Hatje (veja no site a reportagem “Planícies associadas às florestas de mangue retiram carbono da atmosfera”).

Já o litoral cearense registra a expansão dos manguezais, em razão do avanço da água do mar e

do aumento da salinidade. “As barragens dos rios, para formar açudes, diminuem ainda mais a água doce dos estuários e facilitam a entrada do mar”, explica a bióloga da Universidade Federal do Ceará (UFC) Hortência de Sousa Barroso, integrante de outro projeto da rede de 11 Peld marinho-costeiros apoiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Na baía de Paranaguá, no litoral paranaense, o químico César de Castro Martins, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), encontrou o que chama de “contaminantes emergentes”: resquícios de perfumes e protetores solares usados pelos moradores e por turistas de cidades próximas ao litoral. Pesquisadores do Pontal do Paraná, de Salvador e de São Paulo detectaram níveis mais altos dos produtos de cuidado pessoal em amostras de sedimentos de áreas de Mata Atlântica mais bem preservadas – um resultado aparentemente paradoxal, mas explicado pela circulação das águas e expansão do turismo. Por outro lado, “os melhores indicadores ambientais estão em áreas com os mais baixos indicadores socioeconômicos”, diz, diante de uma situação que impõe um desafio: “Temos de melhorar a qualidade de vida da população mantendo o ambiente saudável”. ■

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

PARA VALORIZAR O AMBIENTE MARINHO

Cientistas e gestores públicos avaliam o melhor modo de aplicar os resultados de pesquisas

Em 1993, a bióloga Beatrice Padovani Ferreira e o oceanógrafo Mauro Maida, ambos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), com o Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (Cepene) do ICM-Bio, e outros pesquisadores, começaram a monitorar os ambientes e populações de corais, peixes e outras comunidades de organismos marinhos do litoral próximo de Recife. A necessidade de criar áreas protegidas se impôs diante da redução do estoque de peixes.

Vários estudos e consultas a moradores locais fundamentaram a criação, em 1997, da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Apacc), com 2,95 km² em Tamandaré, no litoral sul do estado. É a maior unidade de conservação costeiro-marinha do Brasil, que serviu de base legal para o ordenamento do uso e conservação dos recifes da região.

Essa região funciona como um refúgio para a manutenção de populações de espécies de peixe de valor comercial, que também migram para áreas vizinhas, de acordo com um estudo do grupo publicado em abril 2022 na *Marine Ecology Progress Series*. Outras pesquisas acentuaram a importância da conectividade entre os ambientes e indicaram que proteger apenas um tipo de espaço pode não ser suficiente.

“As formas juvenis de dentões [*Lutjanus jocu*] e ciobas [*Lutjanus analis*], de grande interesse para os pescadores, ocupam áreas rasas, mas migram ao longo da vida e formam grupos com centenas de peixes em áreas profundas para se reproduzir”, diz Ferreira. “O ICMBio está considerando a expansão da Apacc, já que as regiões mais profundas estavam fora de seus limites.”

Os pesquisadores vêm dialogando com promotores públicos, prefeitos e outros representantes de órgãos oficiais para que seus trabalhos ajudem na recuperação ambiental. E, à medida que o trabalho deles se torna mais conhecido, são chamados pelas equipes desses órgãos e participam do planejamento de unidades de conservação.

Em julho de 2022, um grupo da UFRJ, com apoio da prefeitura de Macaé (RJ), chamou estudantes, professores e outros voluntários para plantar espécies nativas, cercar as áreas de preservação e instalar placas de onde foram retiradas espécies invasoras, para garantir o retorno da restinga, formada por árvores espigadas e baixas, entre as quais correm riachos de água acobreada. Os pesquisadores, que acompanham as mudanças na região há 22 anos, notaram que, principalmente a partir de 2016, aumentou em 30% o número de espécies invasoras de mamíferos e de capins e em 20% o de peixes de água doce, em consequência da redução das áreas de matas, causada pelas construções de casas à beira-mar.

Em dezembro, o geólogo Rodolfo José Angulo, com sua equipe da UFPR, conversou com gestores municipais e moradores da Ilha do Mel, o segundo maior polo turístico paranaense após Foz do Iguaçu, para apresentar os resultados dos estudos da equipe na região e promover ações de recuperação ambiental. Em 2022, depois de examinar a circulação de resíduos domésticos na baía de Paranaguá, os pesquisadores construíram dois sistemas de tratamento de esgotos, com biodigestores e filtragem dos resíduos por raízes, pedras e areia, nas duas escolas da ilha. Segundo Angulo, quando chovia, as fossas enchiam e o esgoto vazava para dentro das salas de aula. ■

Mais informações sobre os projetos apoiados pela FAPESP na versão on-line desta reportagem e no link <https://bit.ly/BVOceanosMar>.



Colônia de corais e vista aérea da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais





MAIS PERTO DA SOLUÇÃO



Algoritmo reduz limite de incerteza na resolução do teorema de Ramsey, maior avanço em 88 anos no estudo desse problema

Marcos Pivetta | ILUSTRAÇÃO Vitória do Couto

Em 16 de março passado, três seminários foram ministrados de forma coordenada e quase simultânea sobre o mesmo problema matemático em três centros de estudo. Com doutorado obtido havia menos de uma semana no Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), no Rio de Janeiro, o paulista Marcelo Campos falou para uma plateia de cerca de 20 pessoas no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP). O britânico Simon Griffiths, professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), fez uma apresentação no Impa e o canadense Julian Sahasrabudhe discorreu sobre o tema na Faculdade de Matemática da Universidade de Cambridge, no Reino Unido.

Ainda naquele dia, terminados os seminários, a trinca de matemáticos, mais o colega britânico Rob Morris, pesquisador do Impa, subiu um artigo científico a oito mãos no arXiv, um repositório de *preprints*, estudos ainda não revisados por pares. A essa altura, parte da comunidade de pesquisadores da área de combinatória, ramo da matemática que estuda as propriedades extremas, típicas e estruturais de objetos finitos, já tinha tomado contato com o trabalho. “Basicamente, todos os especialistas em combinatória se esforçaram muito para responder a essa pergunta – inclusive eu – e acho que é justo dizer que é um dos dois ou três principais problemas em aberto na combinatória extrema, ou talvez até mesmo o principal”, tuitou o britânico Timothy Gowers, ganhador da medalha Fields, um dos maiores prêmios da matemática, um dia depois de ter visto, maravilhado, o seminário em Cambridge.

Conforme seu título anunciava, o trabalho do quarteto trazia “um avanço exponencial” sobre o teorema de Ramsey, representado pela notação $R(k)$. Trata-se de um problema de enunciado muito simples, mas que, desde 1935, não era alvo de nenhum progresso realmente significativo no caminho de sua elucidação. “Não resolvemos

o teorema”, explica Campos. “O que fizemos foi criar um algoritmo que reduziu o valor do limite superior da resposta do teorema.”

Parece pouco para quem não é da área, mas o resultado foi saudado mundo afora como um feito e o artigo foi alvo de reportagens em meios de comunicação especializados em ciência e na imprensa em geral. “Fiquei chocado”, comentou o matemático Yuval Wigderson, da Universidade de Tel Aviv, em entrevista à *Quanta Magazine*, ao tomar conhecimento do trabalho. “Fiquei literalmente tremendo de meia a uma hora.” O pesquisador Guilherme Mota, do IME-USP, que organizou o seminário dado por Campos na universidade paulista, também se surpreendeu com a contribuição de seus colegas. “Todo mundo da área de combinatória já se debruçou em algum momento sobre esse teorema”, diz Mota, que atua nesse campo e tem trabalhos com dois dos quatro autores do novo artigo. “Depois de tanto tempo sem grandes avanços, ninguém esperava por essa notícia.”

Formulado em 1930 pelo matemático britânico Frank Plumpton Ramsey (1903-1930), o teorema que leva seu nome é tão simples de entender como difícil de resolver à medida que aumenta o valor do número inteiro envolvido em sua formulação. Uma popular adaptação de seu enunciado formal coloca a questão em termos do cotidiano. Qual é a quantidade mínima de convidados que uma festa deve ter para que sempre, inexoravelmente, exista um certo número de pessoas que se conheçam mutuamente ou que esse mesmo número de pessoas não se conheçam mutuamente? Não é necessário obedecer às duas condições, apenas uma delas basta. Esse misterioso número de convidados é representado genericamente pela letra k , aquela usada no enunciado do teorema de Ramsey, o tal $R(k)$. Nesse exemplo, parte-se do pressuposto de que a relação de conhecimento ou desconhecimento é recíproca: se uma pessoa é amiga da outra, esta, por conseguinte, também é amiga daquela.

O que é o teorema de Ramsey

O PROBLEMA

Qual deve ser a *menor quantidade de convidados* de uma festa para que ao menos uma dessas duas condições seja sempre respeitada? *Exista um número determinado de pessoas que se conheçam mutuamente ou exista esse mesmo número de pessoas que não se conheçam*

A SOLUÇÃO

Se a quantidade de pessoas que devem ser conhecidas ou desconhecidas for, por exemplo, três, precisam ser convocados ao menos seis indivíduos para o evento. Esse é um dos poucos casos em que o teorema é resolvido e pode ser facilmente demonstrado. O teorema ainda não tem solução se aumentar o número de convidados que devem ser conhecidos ou estranhos por completo

A DEMONSTRAÇÃO PARA UMA FESTA COM SEIS PESSOAS

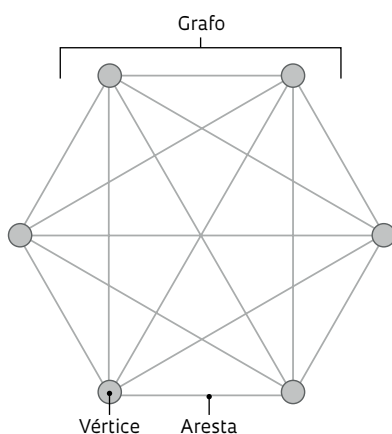
Os convidados são representados por **bolinhas** ●
Na teoria dos grafos, a matemática chama essas bolinhas de **vértices** ou **nós**

A relação entre cada dupla de convidados é representada por um **traço** —

Essa conexão entre as bolinhas (vértices) é denominada tecnicamente de **arestas**

Quando duas pessoas **se conhecem**, um traço azul as conecta

Quando duas pessoas **não se conhecem**, um traço vermelho as liga

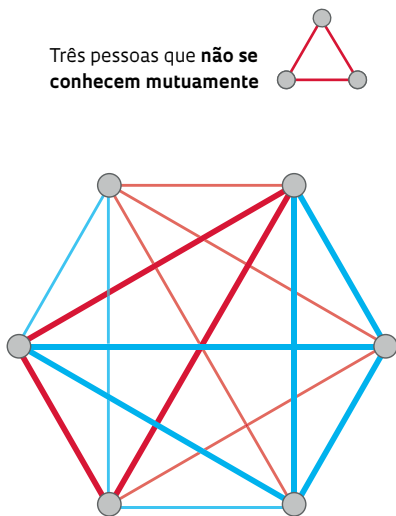


Para que a solução do teorema seja alcançada, é preciso que em qualquer conjunto de seis pessoas, independentemente de já terem se encontrado ou não, sempre haja três que se conheçam ou três que não se conheçam. Se o hexágono gerar dentro dele um triângulo azul ou um vermelho, o teorema está demonstrado

Três pessoas que **se conhecem mutuamente**

Três pessoas que **não se conhecem mutuamente**

Leitores **podem comprovar a validade do teorema** para essa configuração específica. Verão que não importa a cor escolhida para pintar cada traço que denota uma relação entre duas pessoas, sempre surgirá ao menos um triângulo de uma mesma cor, como no exemplo ao lado. Ou seja, numa festa com seis convidados, sempre haverá três que se conhecem mutuamente ou três que não se conhecem



Enquanto k for um número baixo, o teorema é fácil de se resolver. Se k for 2, a resposta do problema também é 2. Numa festa com um par de participantes, os dois convidados são, forçosamente, amigos ou estranhos. Não há uma terceira possibilidade. Se k for 3, o teorema também pode ser equacionado. A resposta é 6. Dá um pouco mais de trabalho, mas até um leigo consegue entender e demonstrar que, com meia dúzia de participantes, sempre haverá três que se conhecem ou três que não se conhecem (*ver quadro ao lado*). Para k equivalente a 4, são necessárias 18 pessoas.

A partir de k igual a 5, os matemáticos não têm uma resposta fechada para o teorema. Conseguem dizer apenas que, nesse caso, o número mínimo de convidados se situa dentro de um intervalo entre 43 e 48 pessoas. Por isso, conforme aumenta o valor de k , tudo o que os especialistas em combinatória são capazes de afirmar é que a resposta do problema se encontra entre um limite inferior (no exemplo anterior, o número 43) e um superior (o 48).

Existem duas fórmulas para calcular cada limite da resposta parcial do teorema, o inferior e o superior. Ambas, no entanto, ainda estão longe de ser precisas e podem ser otimizadas. Em outras palavras, a equação do limite inferior dá um resultado muito menor e a do superior muito maior do que a desconhecida resposta exata do problema. O quarteto Campos, Morris, Griffiths e Sahasrabudhe criou um algoritmo que melhorou substancialmente a fórmula empregada para calcular o limite superior. Em vez de ser 4 elevado a k (4^k), o novo trabalho mostrou que a equação pode ser reduzida a 3,995 elevado a k ($3,995^k$). A mudança parece sutil, mas desde 1935, quando os matemáticos húngaros Paul Erdős (1913-1996) e George Szekeres (1911-2005) chegaram à fórmula 4^k , nenhuma reforma significativa havia sido implementada na equação.

“ Fizemos uma gambiarra matemática e tivemos sorte”, diz Griffiths, com bom humor, sobre a abordagem usada pelo quarteto para aprimorar a fórmula historicamente empregada para chegar no limite superior do teorema. “Nesse primeiro artigo, que devemos publicar em uma revista científica, não levamos nosso método à exaustão. Acreditamos que ainda é possível reduzir um pouco mais o valor de 3,995 que propusemos na nossa equação.”

A ideia de trabalhar como o teorema de Ramsey ganhou corpo em 2018, quando o canadense Sahasrabudhe, hoje professor na Universidade de Cambridge, estava no fim de seu pós-doutorado no Impa. “Estamos sempre em busca de proble-

mas interessantes e difíceis”, conta Morris, do Impa. “Nossa estratégia habitual é passar alguns dias discutindo um novo problema em frente do quadro-negro, gerando ideias e tentando entender seus principais obstáculos. Depois, decidimos se temos uma abordagem que vale a pena perseguir mais adiante.” A maior parte dos encontros do grupo ocorreu no Rio, durante o verão, quando Sahasrabudhe podia deixar o Reino Unido e se juntar *in loco* aos colegas. Durante a pandemia, os encontros pessoais foram transferidos para o meio virtual.

A pesar de estarem há cinco anos estudando possíveis avanços na resolução do teorema, a contribuição que fez toda a diferença ocorreu apenas em janeiro de 2023, quando mudaram a estratégia para encarar a questão. Achado o caminho mais promissor, chegaram ao resultado em dias e logo escreveram o artigo com a descoberta. “Optamos por um método probabilístico, baseado nos trabalhos de Erdős, que tenta resolver problemas não aleatórios”, diz Campos, que se juntou ao grupo apenas em 2021.

Um prodígio de Cambridge

Matemático britânico formulou teorema com 26 anos, pouco antes de morrer



O teorema de Ramsey é possivelmente a contribuição científica mais conhecida do britânico Frank Plumpton Ramsey (1903-1930), considerado um gênio por seus pares. Seus trabalhos se inserem nas áreas de matemática, filosofia e economia. Nascido em Cambridge, filho de uma sufragista e de um professor de matemática do Magdalene College, uma das faculdades da prestigiosa universidade local, iniciou seus estudos superiores aos 17 anos. Entrou em 1920 no Trinity College, outra faculdade de Cambridge, e se formou em 1923 como o melhor aluno de sua turma em matemática.

Fluente em alemão, ainda no segundo ano da faculdade, iniciou a tradução para o inglês do livro *Tractatus logico-philosophicus*, do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein (1889-1951), um dos membros do chamado Círculo de Viena. Esse grupo era formado por filósofos, matemáticos e pensadores que se reuniam regularmente na capital austríaca nos anos 1920 para discutir a linguagem e a metodologia científica. Ramsey esteve em Viena em 1923 e, no ano seguinte, passou ali seis meses, tendo se encontrado com Wittgenstein e outros membros do círculo.

As ideias que embasam seu teorema (e a teoria dos grafos) foram publicadas em 1930, ano em que o matemático morreu, pouco antes de completar 27 anos. Ramsey veio a óbito de causa misteriosa, após uma cirurgia de emergência, talvez em razão de possíveis problemas renais, icterícia ou leptospirose.

O teorema de Ramsey não tem aplicabilidade na vida cotidiana, mas seu estudo teve, e tem, grande impacto na matemática e em áreas correlatas. Ele é visto como uma das questões centrais da combinatória, com implicações em disciplinas como computação, lógica e física estatística. A chamada teoria dos grafos, um dos componentes centrais da combinatória, está intimamente relacionada ao teorema.

Um grafo é uma representação abstrata de um conjunto de elementos e das relações entre cada subconjunto dessa estrutura formado por dois desses objetos. Os elementos são denominados vértices ou nós. As relações são associadas a arestas, que estabelecem uma conexão entre os pares de objetos. Na analogia social usada para explicar o teorema de Ramsey, o grafo da festa é formado por vértices (cada pessoa é um deles) e arestas (a relação entre cada par de convidados, se se conhecem ou se são completos estranhos). As arestas que ligam dois amigos são pintadas de uma cor, por convenção, geralmente azul. As que combinam dois estranhos costumam ser coloridas de vermelho. Assim é possível diferenciar o tipo ou qualidade da relação.

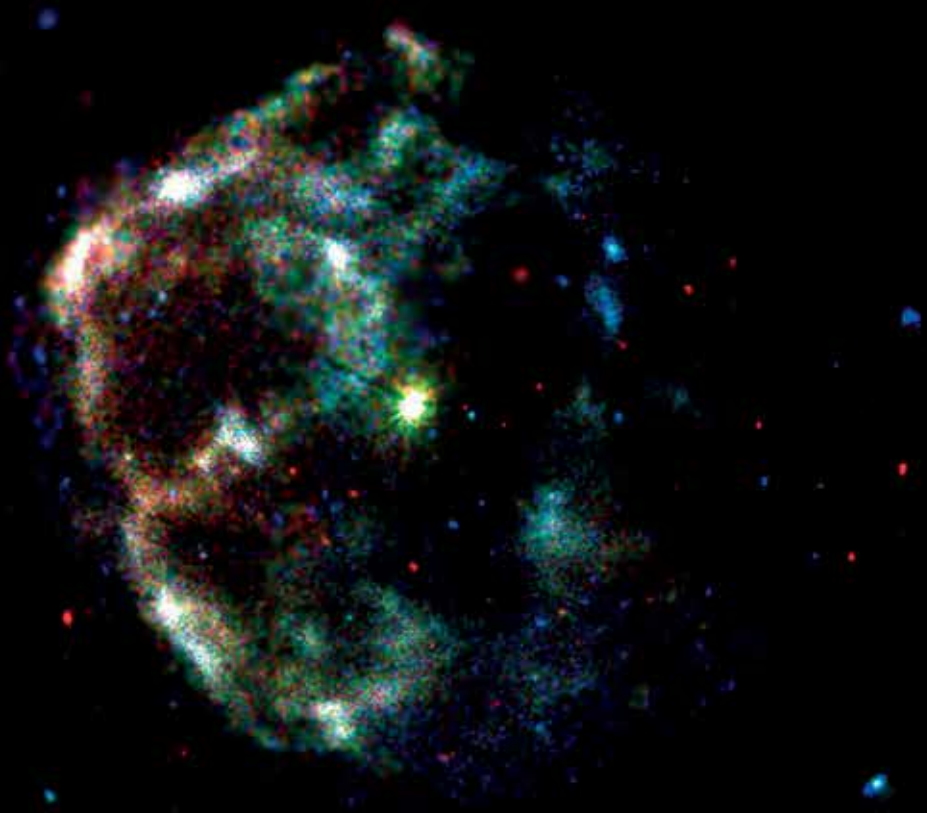
A ideia de fundo do teorema de Ramsey é mostrar que em qualquer estrutura formada por um conjunto de elementos, mesmo nas maiores e mais aleatórias, sempre há um subconjunto desses elementos, uma estrutura menor, que apresenta certo ordenamento. “Até dentro do caos, há uma parcela de organização”, explica Mota. No fundo, a resposta do problema indica qual é o tamanho mínimo que essa estrutura caótica deve ter para que sempre exista, dentro dela, uma subestrutura com algum tipo de padrão.

Vale a pena retomar mais uma vez o exemplo da festa para não deixar dúvidas sobre esse ponto central. Quantas pessoas, conhecidas ou não, devem constituir o conjunto de convidados da festa – uma estrutura, portanto, caótica – para que sempre exista um número k de indivíduos conhecidos entre si ou um número k de desconhecidos. Em ambos os casos, trata-se de uma subestrutura com ordenamento.

“A importância de estudar o teorema de Ramsey é que não sabemos o quanto de organização pode se ‘esconder’ dentro de uma estrutura, que, sob outros aspectos, parece ser aleatória”, diz Morris. “Essa é uma questão central no estudo dos objetos finitos grandes. A esperança é que, ao estudar o teorema de Ramsey, seremos levados a desenvolver ferramentas que possam ser aplicadas em muitos outros contextos.” ■

Artigo científico

CAMPOS, M. *et al.* An exponential improvement for diagonal Ramsey. arXiv. 16 mar. 2023.



UMA ESTRELA ESTRANHA?

Objeto celeste denso e extremamente compacto pode ser feito de quarks, um dos constituintes elementares da matéria

Estrelas com massa superior a aproximadamente oito vezes a do Sol terminam sua existência de algumas dezenas de milhões de anos com uma potente e luminosa explosão denominada supernova. Nesse evento, que marca o fim do processo de geração de energia por fusão nuclear, a estrela moribunda expõe suas camadas mais externas e a matéria restante pode seguir dois caminhos. Se a massa total inicial da estrela for maior que a de 25 sóis, o núcleo inerte continua colapsando e vira um buraco negro. Se tiver entre 10 e 25 massas solares, o núcleo central sobrevive à explosão e forma um objeto composto apenas por um tipo de partícula: uma estrela de nêutrons.

Novos estudos sugerem que uma estrela de nêutrons de pequena massa pode ser um objeto ainda mais exótico, previsto na teoria, mas nunca obser-

O objeto compacto
XMMU J173203.3-344518
(em amarelo, no centro)
pode ser uma estrela
estranha, feita de quarks

vado de forma inequívoca: uma estrela composta de quarks soltos, um tipo de partícula elementar, indivisível, que é um constituinte fundamental da matéria. Artigo publicado por astrofísicos da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do ABC (UFABC), na edição de abril da revista científica *Astronomy & Astrophysics*, aponta que a massa, o raio e a temperatura superficial do objeto compacto XMMU J173203.3-344518, o nome oficial da estrela, batem com os modelos teóricos que preveem a existência dessa classe de corpo celeste. Esses modelos usam a relatividade geral para inferir a gravitação e trabalham com diferentes cenários de resfriamento do núcleo das supernovas.

“Não afirmamos que se trata de uma estrela estranha, mas que seus parâmetros são compatíveis com essa categoria de objeto”, comenta o astrônomo Jorge Horvath, da USP, coordenador do grupo que fez o estudo. Estrela estranha é o nome técnico dado a um objeto remanescente de uma supernova formado por matéria estranha, que contém quarks, sobretudo os do tipo *strange*, não confinados no interior de partículas ordinárias. Todas as partículas classificadas como hádrons, das quais as mais estáveis são os prótons e os nêutrons, são compostas por pelo menos dois ou mais quarks mantidos unidos pela força nuclear forte. Há seis tipos ou sabores de quarks, cada um com carga elétrica e massa específica: *up*, *down*, *strange*, *charm*, *bottom* e *top*. Como as estrelas de nêutrons, as estranhas não emitem luz visível. A principal pista de sua existência são fortes emissões nas frequências de raios X, resquícios da atividade das supernovas que as originaram.

Na natureza, os quarks não devem existir soltos, estão aprisionados nas entranhas de prótons e nêutrons. Nos

hipotéticos objetos celestes ainda menores e mais densos do que as estrelas de nêutrons, os quarks, sobretudo os do tipo *strange*, poderiam, no entanto, existir de forma isolada. “Em uma estrela estranha, os nêutrons teriam se dissolvido e gerado uma sopa de quarks”, explica Horvath. O principal argumento a favor da ideia de que o objeto compacto XMMU J173203.3-344518 pode ser constituído de matéria estranha é o valor revisado de sua massa, que, em um estudo publicado no final de 2022 no periódico *Nature Astronomy*, foi reduzido de 1,4 para 0,77 massa solar.

A pesar de esse cálculo incluir uma margem de erro estimada de cerca de 20%, uma massa de valor tão baixo é considerada incompatível com a formação de uma estrela de nêutrons. Segundo a teoria em vigor, corroborada por dados observacionais, esse tipo de astro não pode ter menos de 1,1 massa solar. “Um objeto com quase 0,8 massa solar pode ser uma estrela estranha ou até uma estrela de nêutrons. Mas, nesse segundo caso, seria uma estrela de nêutrons excepcionalmente leve, o que também seria algo muito interessante”, diz, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*, o astrônomo russo Victor Doroshenko, da Universidade de Tübingen, na Alemanha, principal autor do estudo que recalculou a massa da estrela no ano passado. No trabalho, também o raio do objeto celeste foi revisado para apenas 10,4 quilômetros (km). O valor corrigido é bastante próximo do limite inferior desse parâmetro em estrelas de nêutrons, cujo raio varia de 10 a 20 km.

A atualização da massa e do raio da intrigante estrela deriva da retificação de sua distância da Terra. Com dados

do Global Astrometric Interferometer for Astrophysics (Gaia), observatório espacial europeu que tem como objetivo criar o mais preciso mapa tridimensional da Via Láctea por meio da medição do brilho e da posição de 1 bilhão de estrelas, Doroshenko e seus colegas de Tübingen concluíram que a estrela está a 8.150 anos-luz da Terra, cerca de 20% mais perto do que cálculos anteriores indicavam. A correção da distância de um astro leva à revisão de outros parâmetros, como sua massa e raio. Depois do Sol, a estrela mais vizinha ao nosso planeta é Proxima Centauri, distante 4,2 anos-luz, cerca de 1.900 vezes mais perto do que a candidata a estrela estranha.

Segundo o físico nuclear Manuel Malheiro, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), uma das dificuldades para defender a eventual existência de estrelas de quarks é explicar o mecanismo de esfriamento de sua matéria. Quando explode, uma supernova atinge temperaturas da ordem de bilhões de kelvin (K). Nas estrelas de nêutrons, a temperatura superficial é de cerca de 1 milhão de K. Os modelos preveem que uma estrela estranha deveria ser muito mais fria do que isso. Mas, de acordo com as estimativas atuais, a XMMU J173203.3-344518 tem temperaturas de mais de 1 milhão de K. “Não sabemos explicar por que essa estrela, que teria entre 2 mil e 6 mil anos de vida, não se resfriou tão rapidamente como prevê a teoria”, comenta Malheiro. Os pesquisadores são unânimes em dizer que as dúvidas a respeito da existência de estrelas estranhas ou de quarks, que seriam ainda mais densas e estáveis que as de nêutrons, só serão dirimidas quando houver dados ainda mais precisos sobre o valor de sua massa e raio. ■

Marcos Pivetta

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

MAMÍFEROS EM REVISTA



Tamanduá-bandeira:
especialização
extrema para dieta
de formigas e cupins



Boto-cor-de-rosa,
de rios amazônicos:
estrutura para
vida na água

Projeto Zoonomia compara genomas em busca de respostas sobre evolução e saúde

Gilberto Stam

Comparar o genoma do ser humano com o de mamíferos ancestrais hipotéticos que viveram há 100 milhões de anos pode ser a chave para descobrir trechos do DNA que contribuem para o desenvolvimento de doenças como o câncer e a esquizofrenia, difíceis de detectar pelas técnicas atuais. Essa é uma das promessas do Zoonomia, um projeto que envolve mais de 30 laboratórios de diferentes instituições e países, liderados por pesquisadores da Universidade de Uppsala, na Suécia, e do Instituto Broad, nos Estados Unidos. Os primeiros resultados foram publicados quinta-feira, 27/4, em uma edição especial da revista *Science*, que inclui 11 artigos, todos baseados na evolução dos mamíferos placentários – o que deixa de fora animais como o ornitorrinco e o canguru.

O grupo apoia-se em dados inéditos extraídos de 241 espécies, que abarcam quase todas as famílias de mamíferos, para recontar a história evolutiva do grupo, ao mesmo tempo que obtém pistas para desenvolver possíveis formas de tratamento e diagnóstico de doenças. A abordagem promete ainda revelar alguns dos mecanismos genéticos que diferenciam espécies e identificar aquelas mais ameaçadas de extinção, ajudando a estabelecer prioridades de conservação.

“Analisando a transformação dos genomas ao longo do tempo, conseguimos identificar trechos que ficaram iguais e outros que mudaram”, explicou a *Pesquisa FAPESP* a bioinformata Elinor Karlsson, do Instituto Broad e da Universidade de Massachusetts, uma das coordenadoras do projeto. O nome escolhido é uma homenagem a Erasmus Darwin (1731-1803), avô de Charles Darwin e autor do livro *Zoonomia: As leis da vida orgânica*, de 1794.

Karlsson afirma que geralmente são os genes – a parte mais estudada e conhecida e que representa 1% do genoma – que sofrem mutações, mais facilmente interpretadas pelos efeitos funcionais que provocam. Essas alterações no DNA causam mudanças pontuais em proteínas, que podem ser prejudiciais ou contribuir para aumentar a diversidade genética nas populações, quem sabe até dando origem a novas espécies.

“Os trechos que não mudam tanto regulam os genes, fazendo com que eles produzam mais ou menos proteínas”, diz Karlsson. “Se um ponto do genoma foi preservado por 100 milhões de anos, deve ter uma função importante nos mamíferos.” Essas mutações também podem estar relacionadas a doenças. Os pesquisadores revelaram que 9% do genoma tem funções regulatórias – resta ainda 90% com funções desconhecidas.

Segundo a pesquisadora, a regulação gênica tem papel importante em doenças complexas,

como a esquizofrenia, impossíveis de diagnosticar pela presença de um gene causador e que podem demorar a se manifestar na vida de uma pessoa. “Nessas doenças, é a regulação do genoma que muda ao longo do desenvolvimento, modificando a quantidade de proteínas produzidas e dando origem ao transtorno.” Os pesquisadores supõem que parte dessa regulação pode influenciar fenômenos pouco estudados, como o desenvolvimento do embrião e do cérebro.

Hoje, a forma mais comum de se estudar doenças complexas é comparar o genoma de pessoas com e sem o problema e identificar regiões presentes apenas nos doentes. Segundo Karlsson, o problema é que essa abordagem aponta para trechos muito grandes de DNA, que incluem tanto genes quanto regiões reguladoras.

“O genoma abriga uma quantidade gigantesca de informações, então é caro e trabalhoso estudar cada um desses trechos, com o risco de não serem importantes”, ressalta. Assim, a abordagem evolutiva poderia mostrar um caminho – ou atalho – para indicar os trechos relevantes do DNA para a saúde.

No mês passado, Karlsson e colegas optaram por realizar o quinto congresso de Zoonomia, previsto para ocorrer no Brasil, em Manaus. O cenário foi a Amazônia, em vez de uma cidade com praia, como de costume. “Pela primeira vez

conheci pessoalmente bichos como preguiças, macacos e botos, que só vejo na tela do computador em forma de letras de DNA.”

Um dos artigos publicados no especial da *Science* se debruçou sobre a evolução dos mamíferos placentários e concluiu que a diversificação do grupo começou bem antes da extinção dos dinossauros. “Os mamíferos placentários surgiram há mais de 100 milhões de anos, quando os continentes ainda estavam conectados entre si”, conta o biólogo Eduardo Eizirik, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), um dos autores do artigo.

Animais pequenos e parecidos com ratos circulavam livremente até serem isolados pelo gradual afastamento da América do Norte e da Eurásia, no hemisfério Norte, e da América do Sul em relação à África e Índia, no hemisfério Sul. “Uma vez separadas, as populações teriam seguido seu próprio rumo evolutivo e dado origem aos grandes grupos que existem hoje, como primatas, roedores, carnívoros, morcegos, entre outros”, sugere Eizirik.

Cerca de 20 milhões de anos depois, uma grande inundação dos continentes, que resultou do aquecimento global e de um grande aumento do nível do mar, teria acentuado ainda mais esse processo, ao dividir a África em duas partes e transformar em ilhas grandes extensões de terra das Américas.

Para comparar os genomas, os pesquisadores alinharam o DNA de todas as 241 espécies, comparando cada letra – cada base, em linguagem técnica – e anotando as diferenças. “É como fazer uma grande tabela com 2,3 bilhões de colunas e 240 linhas, e em cada posição se coloca a letra que aparece no genoma das espécies estudadas”, relata Eizirik.

A tarefa foi especialmente desafiadora porque o genoma das espécies pode sofrer mudanças estruturais ao longo do tempo. Por isso, foi preciso primeiro picotar todo o genoma e identificar as regiões equivalentes de cada espécie.



Capivara: o maior roedor do mundo tem hábitos anfíbios



Morcego, bicho-preguiça e mico-de-cheiro: adaptações para voar e vida nas árvores





4



5



6

Predador e presa:
gato-maracajá
e pequeno roedor,
reminiscente
dos animais que
sobreviveram
aos dinossauros

Como a taxa de mutação do DNA ao longo do tempo pode ser estimada, essas árvores evolutivas também fornecem informações sobre a época em que os ancestrais existiram. Os dados foram cruzados com as idades conhecidas de 37 fósseis de mamíferos, para realizar a datação molecular e fazer os ajustes necessários.

Há 66 milhões de anos, livres da predação e competição com dinossauros, os principais grupos de mamíferos, já separados, sofreram novas rodadas de diversificação e se adaptaram a ambientes variados, dando origem a grupos como morcegos, elefantes e baleias. “A diversificação foi rápida, ao longo de poucos milhões de anos, especialmente em grupos como morcegos e roedores”, diz Eizirik. Cada um dos grupos originais se diversificou, ocupando o espaço deixado pelos grandes répteis.

O conhecimento dos genomas também pode ajudar a identificar espécies ameaçadas de extinção, auxiliando nos esforços de conservação. O genoma contém informações que permitem detectar, indiretamente, o tamanho das populações da espécie ao longo do tempo.

Quanto menores as populações, a variabilidade genética tende a ser menor, dificultando a capacidade da espécie de se adaptar a mudanças no ambiente. Entre os felinos brasileiros, por exemplo, os gatos-maracajá tiveram populações menores no passado do que a jaguatirica, levando a níveis menores de diversidade genética atual, um aspecto que é levado em consideração em análises de vulnerabilidade à extinção.

“O desafio de reconstituir a evolução dos seres vivos por meio do genoma é que, além de ser enorme, nem todos os pedaços contam a mesma história”, comenta a bióloga Cristina Miyaki, da Universidade de São Paulo, que não participou do trabalho. Ela explica que segmentos conservados e segmentos que mudaram ao longo da evolução podem contar histórias diferentes, embora pertençam ao mesmo genoma. “Os autores contornaram esse problema não só usando grande quantidade de dados, mas fazendo diversas análises para testar se as árvores filogenéticas propostas [diagramas que representam as relações evolutivas] refletiam esses dados”, diz ela.

Os estudos de Zoonomia publicados na *Science* só foram possíveis graças aos avanços que, em 20 anos, reduziram de 15 anos para algumas horas o tempo que as máquinas sequenciadoras levam para fazer a leitura de um genoma, e as técnicas computacionais mais sofisticadas de análise de padrões evolutivos.

Com o estudo sobre evolução de mamíferos, Eizirik e colegas corroboram uma tese que defendem desde 2001, quando mostraram em artigo publicado na revista *Nature* que os mamíferos placentários começaram a se diversificar antes da extinção dos dinossauros. Com o aumento vertiginoso na extração de dados e os avanços na análise computacional, o grupo testou sua teoria inicial e ela resistiu. “Mas dessa vez a quantidade de informação que embasa a teoria é centenas de milhares de vezes maior.” ■

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

COVID-19



Fábrica da AstraZeneca na Suécia dedicada à produção de novos remédios, como o Evusheld, à base de anticorpos monoclonais

OS PERCALÇOS DOS MEDICAMENTOS CONTRA O CORONAVÍRUS

Agências sanitárias suspendem o uso de fármacos que perderam eficácia contra as variantes em circulação do Sars-CoV-2

Renata Fontanetto

Depois de três anos e quatro meses, a Organização Mundial da Saúde (OMS) decretou, em 5 de maio, o fim do estado de emergência internacional em decorrência da pandemia. Nesse período, a Covid-19 infectou 765 milhões de pessoas e, segundo dados oficiais, provocou 7 milhões de mortes, mais de 700 mil só no Brasil (estimativas extraoficiais apontam até 20 milhões de óbitos em razão da doença). As vacinas foram, e ainda são, fundamentais para controlar a pandemia. Já a busca por medicamentos capazes de debelar o coronavírus e tratar a Covid-19 tem sido repleta de percalços e insucessos, alguns deles recentes.

Em 7 de março, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), responsável pelo controle de medicamentos no Brasil, derrubou temporariamente a autorização para o uso emergencial do Evusheld. Composto por dois anticorpos monoclonais, o tixagevimabe e o cilgavimabe, o fármaco era indicado como profilaxia pré-exposição ao Sars-CoV-2

para adolescentes e adultos com o sistema imunológico debilitado. Anticorpos monoclonais são versões sintéticas de anticorpos de origem humana. Eles aderem a regiões específicas da superfície do vírus e o impedem de entrar nas células e se multiplicar.

A decisão de suspender o uso do Evusheld no Brasil para essa finalidade ocorreu pouco depois de a Food and Drug Administration (FDA), agência norte-americana similar à Anvisa, tomar a mesma atitude no fim de janeiro. A justificativa em ambos os casos é que o medicamento, produzido pela farmacêutica AstraZeneca, apresentava perda de eficácia contra as variantes do coronavírus então em circulação.

Outro anticorpo monoclonal liberado pela Anvisa, o sotrovimabe, produzido pela GlaxoSmithKline (GSK) e comercializado com o nome de Xevudy, tem aplicação diferente. Ele é recomendado para o tratamento de casos leves e moderados de Covid-19 em pessoas com características que favoreçam a evolução para formas graves da doença. Seu uso contra a infecção pelo Sars-CoV-2 foi

suspensão nos Estados Unidos em abril de 2022. Apesar de mostrar uma perda da capacidade de neutralização das variantes mais recentes, continua a ser adotado em países como o Reino Unido e o Brasil.

Tanto o Evusheld quanto o sotrovimabe atuam em uma região específica da proteína da espícula (*spike*), que permite ao vírus invadir as células. Chamada de domínio de ligação ao receptor (RDB), essa região se encontra em constante evolução. Por essa razão, a expectativa do infectologista Álvaro Furtado, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), é que o sotrovimabe deixe de funcionar contra o vírus em breve. “Esses medicamentos foram testados em um momento da pandemia muito diferente do atual, com variantes mais antigas e pessoas com *status* vacinal mais defasado. Não temos expectativa de que novos anticorpos monoclonais contra o coronavírus sejam aprovados no Brasil”, afirma Furtado.

O cenário também não é favorável para outra classe de medicamentos, os antivirais. Eles atuam de modo distinto dos anticorpos. Enquanto estes tentam impedir a entrada do vírus nas células, os antivirais buscam evitar que, uma vez dentro delas, o Sars-CoV-2 se multiplique. Ao menos três antivirais contra o coronavírus estão disponíveis no Brasil: o remdesivir, da biofarmacêutica Gilead Sciences, vendido com o nome de Veklury; a combinação de nirmatrelvir e ritonavir, da Pfizer, comercialmente chamado de Paxlovid; e o molnupiravir, da Merck Sharp & Dome (MSD), que tem o nome fantasia de Lagevrio. Eles são medicamentos caros e nem sempre disponíveis no Sistema Único de Saúde

(SUS). Além disso, devem ser prescritos para períodos muito específicos da infecção, em geral nos primeiros cinco dias a partir do início dos sintomas.

O remdesivir, por exemplo, só está disponível em hospitais particulares e deve ser empregado nos casos leves e moderados de pneumonia, nos quais é necessária a administração de oxigênio, mas sem ventilação artificial (intubação). Encontrados em farmácias por preços que variam de R\$ 1,5 mil a quase R\$ 5 mil cada caixa, que cobre todo o período de tratamento, o molnupiravir e a combinação de nirmatrelvir e ritonavir (Paxlovid) reduzem, respectivamente, em 30% e em 88% o risco de desfechos graves (hospitalização e morte), segundo estudo publicado em agosto de 2022 na revista *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. De acordo com Furtado, da USP, o Paxlovid pode ser indicado para pessoas com sintomas leves e moderados de Covid-19, mas com risco de progressão para um quadro severo. Para casos graves, com comprometimento extenso do pulmão, o Veklury pode oferecer alguma efetividade, embora os corticoides ainda sejam a opção mais barata e eficaz para tratar o quadro inflamatório.

Alguns dos antivirais, como o remdesivir e o molnupiravir, também podem levar ao surgimento de variedades do vírus resistentes a essas medicações. Eles causam alterações no material genético do Sars-CoV-2 que impedem a replicação viral. “É possível, no entanto, que algumas mutações não letais para o vírus ocorram e favoreçam a sua replicação”, conta a farmacêutica e microbiologista Jordana dos Reis, chefe do Laboratório de Virologia Básica e Aplicada da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Uma esperança é que se identifiquem compostos mais eficazes e com menos efeitos colaterais a partir dos antivirais já aprovados. “Um derivado do Paxlovid ou molnupiravir seria bem-vindo, principalmente em um cenário com mais pessoas vacinadas”, observa Luciano de Azevedo, médico intensivista e pesquisador do Hospital Israelita Albert Einstein e integrante da Coalizão Covid-19 Brasil, que conduziu estudos de medicamentos contra a doença no país. Ele explica, no entanto, que o ritmo de evolução do vírus torna a tarefa difícil.

Um antiviral apontado como promissor é o ensitrelvir, fabricado pela farmacêutica japonesa Shionogi com o nome comercial de Xocova, por ora liberado para uso emergencial apenas no Japão. Dados de um ensaio clínico de fase 3 (para avaliar a eficácia) realizado no Japão, Vietnã e na Coreia do Sul foram apresentados em uma conferência internacional no fim de fevereiro. Eles sugerem que o composto reduz o tempo de recuperação de pacientes com casos leves a moderados e, entre os tratados, diminui em 45% a proporção dos que desenvolveram a chamada Covid longa, em comparação com os integrantes do grupo que recebeu placebo.

Além dos antivirais, Reis aposta nos anti-inflamatórios para auxiliar no tratamento dos quadros graves da doença. “Os antivirais disponíveis costumam falhar na resposta a esses quadros porque, nesse estágio, o pico de atividade viral mais intensa já passou e o que predomina é a inflamação com lesão tecidual”, explica. Com colaboradores da Universidade de New South Wales, na Austrália, ela testa uma combinação administrada por nebulização nasal de dois compostos que dissolvem o muco – a bromelina e a n-acetilcisteína –, patenteada com o nome de BromAc. Segundo resultados publicados em 2022 na revista científica *Biomedicine and Pharmacotherapy*, a combinação se mostrou eficaz em testes de laboratório para dissolver a *spike*, liquefazer o muco e reduzir a resposta inflamatória aguda grave. Atualmente, a formulação está sendo avaliada em seres humanos. ■

Dois antivirais disponíveis contra a Covid-19: o molnupiravir (cápsulas vermelhas) e o remdesivir (Veklury)



A EQUAÇÃO DO KETCHUP

Ingredientes que predominam no ketchup: vinagre, açúcar e tomate



Polpa do tomate responde, em média, por apenas um quarto da composição do molho, segundo estudo que analisou 25 marcas do produto

Guilherme Eler

Tomate, açúcar e vinagre são os ingredientes básicos de qualquer ketchup disponível nas prateleiras dos mercados pelo Brasil. Como não existe uma fórmula-base determinada por lei, a proporção de cada matéria-prima pode variar bastante dependendo da marca. Isso permite que receitas bem diferentes do molho sejam vendidas com o mesmo nome. Um estudo feito por pesquisadores do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena-USP), *campus* de Piracicaba, investigou 25 marcas de ketchup encontradas em mercados dessa cidade do interior paulista e produziu evidências de que o tomate representaria, em média, apenas 25% da composição do produto.

No rótulo de cerca de dois terços dos ketchups analisados, o fruto ou sua polpa aparecia como o primeiro ingrediente listado na fabricação do molho. Segundo a legislação brasileira, os ingredientes de alimentos devem ser elencados em ordem decrescente de participação em sua composição, do mais ao menos abundante. “A imagem do ketchup está sempre associada ao tomate, seja nas propagandas ou nas ilustrações em suas embalagens”, comenta o agrônomo Plínio Barbosa de Camargo, do Laboratório de Ecologia Isotópica do Cena, coordenador do estudo, publicado em março no *Journal of Food Composition and Analysis*.

Para cada amostra de ketchup, o trabalho determinou o valor de uma razão isotópica denominada delta carbono 13. Esse parâmetro reflete a proporção existente no produto de duas formas distintas (isótopos) do átomo de carbono, o raro e pesado ^{13}C e o leve e abundante ^{12}C , provenientes da matéria-prima de origem vegetal. Qualquer planta produz esses dois tipos de carbono por meio da

fotossíntese em quantidades distintas e esses isótopos permanecem em seu tecido. No entanto, o mecanismo usado para fixar o carbono na maioria dos vegetais pode ser dividido em dois tipos principais: o mais comum, denominado ciclo fotossintético C_3 , e o menos frequente, conhecido como C_4 .

O delta carbono 13 de plantas C_3 é diferente do C_4 . Por isso, segundo o grupo do Cena, ao se determinar o valor dessa assinatura isotópica para um produto de origem vegetal, é possível inferir, com um bom grau de segurança, quanto de seu carbono veio de plantas C_3 e C_4 . O tomate faz fotossíntese pelo ciclo C_3 , o mesmo de outras plantas arbustivas ou arbóreas. Já o milho e a cana-de-açúcar, a exemplo de outras gramíneas, são C_4 . Essa abordagem isotópica tem sido usada por pesquisadores do Cena em trabalhos com alimentos e bebidas desde a década de 1990. O grupo já conduziu estudos em itens como vinho, cerveja, shoyu e alimentos para cães e gatos (*ver Pesquisa FAPESP n^{os} 94 e 278*).

No estudo com os ketchups, os resultados indicaram que, em média, 75% das fontes de carbono dos molhos vinham de plantas C_4 – o grupo da cana-de-açúcar, da qual são extraídos o açúcar e o álcool para o vinagre dos ketchups, e do milho, cujo amido também pode ser empregado nos produtos. Em uma das marcas, esse percentual foi de 92%, enquanto a que possuía menos C_4 teve 58,2%. As plantas C_3 – grupo do tomate e de temperos característicos do ketchup (cebola e pimenta) e de espessantes usados na receita, como amido de mandioca – cederam, em média, 25% do carbono encontrado nos produtos.

Segundo a botânica Karina Gonçalves, doutoranda do Laboratório de Ecologia Isotópica do Cena-USP e primeira autora do estudo, a expectativa era de que o percentual de isótopos vindos do grupo

do tomate nos ketchups fosse maior. “A quantidade bastante elevada de plantas C_4 foi uma surpresa”, diz Gonçalves. “Embalagens de ketchup costumam ser vermelhas, e todas trazem no rótulo imagens de tomate. Além disso, o fato de aparecer frequentemente no topo da lista de ingredientes leva a acreditar que tem muito tomate nos produtos.”

Quase 67% das marcas de ketchup apresentam tomate ou polpa de tomate como primeiro ingrediente. O açúcar vem em segundo lugar na lista em 62% dos casos. O vinagre aparece como o terceiro item em 57% das amostras. No produto de oito marcas, a água figura como primeiro ingrediente. Em outros 14, a água nem faz parte do rol de constituintes do molho. Algumas marcas usam espessantes, como o amido de milho, para garantir a consistência característica do produto.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) define o ketchup como um produto feito da polpa de tomates maduros (*Lycopersicon esculentum*). Segundo a resolução da Anvisa n^o 727, de 2022, podem também ser adicionados outros ingredientes, como especiarias, condimentos, amidos e conservantes, desde que sua presença “não descaracterize o produto”. Não existe uma determinação que exija uma quantidade mínima de tomate ou mesmo quais devem ser as proporções dos ingredientes.

A reportagem de *Pesquisa FAPESP* entrou em contato, várias vezes, com a assessoria de imprensa da Associação Brasileira dos Processadores e Utilizadores de Tomate Industrial (Tomate BR) para comentar os resultados do estudo, mas nenhum representante da entidade se manifestou sobre o trabalho. ■

Artigo científico

SILVA, K. G. *et al.* Isotopic characterization of Brazilian ketchup: Is tomato its main ingredient? *Journal of Food Composition and Analysis*. 11 mar. 2023.



AMBIENTE

RASTREAR É PRECISO

Para tentar frear o desmatamento na Amazônia, órgãos ambientais, universidades e ONG desenvolvem tecnologias para localizar a origem da madeira

Tiago Jokura

A floresta amazônica perdeu em 2022 uma área equivalente a quase 1,6 milhão de campos de futebol, o maior desmatamento dos últimos 15 anos. Os 11,5 mil quilômetros quadrados (km²) de matas derrubadas representaram o quinto recorde anual consecutivo no devastamento da região, segundo dados do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon). Considerando o acumulado entre 2019 e 2022, o desflorestamento sobe para 35.193 km², um crescimento de 150% em relação ao quadriênio anterior (2015-2018). Tudo isso em um contexto em que o Brasil está comprometido a zerar seu desmatamento até 2030 e a União Europeia proibiu, desde 1º de janeiro, a entrada no continente de *commodities* produzidas em áreas desmatadas da Amazônia.

Na tentativa de reverter esse cenário e garantir o monitoramento e a preservação das áreas florestais nacionais, sobretudo na região amazô-



Legalmente identificadas, árvores com etiquetas que têm o código do sistema DOF+ Rastreabilidade, do Ibama

nica, diversas iniciativas têm sido adotadas por órgãos públicos, universidades e organizações da sociedade civil. Uma das frentes de combate mais ativas é o desenvolvimento de sistemas e tecnologias para rastreio de madeira, uma vez que a extração ilegal degrada a floresta e é um dos principais incentivadores do desmatamento. Estima-se que cerca de 40% da madeira extraída na Amazônia não é autorizada.

Exemplo desse esforço foi o lançamento, no fim de 2022, de nova versão do Documento de Origem Florestal (DOF), batizado de DOF+ Rastreabilidade, uma atualização do sistema que controla o transporte, a industrialização, o armazenamento e o consumo dos produtos florestais de origem nativa no Brasil.

À semelhança do DOF, implementado em 2006 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o novo sistema exige a emissão das licenças obrigatórias para o transporte de produtos florestais, bem

como o registro das etapas de industrialização e de consumo desses produtos. O diferencial é permitir também a rastreabilidade dos produtos madeireiros.

A partir de 2020, o órgão federal estabeleceu a obrigatoriedade de controle individual das toras exploradas por meio de uma evolução no Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (Sinaflor). “O controle individual das toras é a base da rastreabilidade”, explica Fernanda Simões, analista ambiental e coordenadora de monitoramento do uso da flora do Ibama. No entanto, só no ano passado o órgão disponibilizou a funcionalidade que permite que a rastreabilidade se estenda às demais etapas da cadeia produtiva, que inclui serrarias, comércios e consumidores de produtos florestais.

Agora, cada árvore derrubada legalmente recebe um número identificador sequencial e único, grafado fisicamente em meio que garanta a permanência das informações, inclusive nas toras armazenadas em pátios das madeireiras antes de seu desdobramento. Essa gravação pode ser feita por meio da fixação nas toras de plaquetas com códigos de barra ou QR code.

“No DOF+ Rastreabilidade, cada produto florestal é identificado por um código definido pelo número da autorização originado no Sinaflor e em sistemas estaduais integrados. No caso das toras, o código de rastreio inclui também o número da árvore. Esse código acompanha o produto da origem à destinação final”, diz Simões.

Antes do sistema, uma fraude recorrente era o chamado esquentamento da madeira. Madeireiros ilegais usavam documentos de origem florestal falsos para conferir aspecto de legalidade à madeira retirada de áreas não autorizadas, como terras indígenas, unidades de conservação e áreas da União.

O DOF+ Rastreabilidade, de acordo com a coordenadora do Ibama, também pode levar a uma mudança de paradigma por parte dos compradores de madeira. “O novo sistema dá aos adquirentes a liberdade de escolher de qual região obter o produto florestal. Eles podem optar por madeira proveniente de manejo florestal sustentável e conhecer a reputação da empresa que fornece o produto”, diz Simões.

INICIATIVA PROMISSORA

Além da nova funcionalidade do sistema DOF do Ibama, outras ferramentas e tecnologias para rastreio de madeira estão sendo desenvolvidas, implementadas ou em fase de testes no Brasil. Essas iniciativas incluem sistemas de checagem de origem da madeira por métodos físicos, químicos e biológicos.

“São propostas em diferentes fases de teste e de validação. A aplicação delas em larga escala,

contudo, ainda não é viável, principalmente pela carência de bancos de dados sobre as espécies de árvores comerciais da Amazônia”, diz o engenheiro florestal Marco Lentini, do Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), organização não governamental (ONG) com sede em Piracicaba (SP).

Uma das tecnologias está sendo desenvolvida no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), pertencente à Universidade de São Paulo (USP) e sediado em Piracicaba. É lá que o engenheiro-agrônomo Luiz Antônio Martinelli coordena um grupo de 10 pesquisadores em um projeto de rastreamento de madeira por meio de análise de isótopos estáveis. A iniciativa é feita em parceria com as universidades de Brasília (UnB) e Federal Rural da Amazônia (UFRA) e a organização não governamental The Nature Conservancy (TNC).

O método de rastreio pela análise de isótopos estáveis funciona assim: a massa do núcleo dos átomos de determinado elemento químico é composta pela soma de prótons e nêutrons. O número de prótons é característico de cada elemento – o carbono, por exemplo, é o elemento cujo núcleo tem seis prótons. Já a quantidade de nêutrons varia – o carbono tem formas contendo seis, sete ou oito nêutrons no núcleo. A essas diferentes formas do mesmo elemento se dá o nome de isótopos.

Conforme os isótopos são transferidos entre reservatórios naturais, como atmosfera, solo e plantas, a proporção entre os isótopos do mesmo elemento varia. Essa variação depende de condições climáticas e ambientais características de uma região geográfica específica. Portanto, uma determinada proporção entre isótopos de uma planta está ligada a certas características ambientais do local em que a planta se desenvolveu, gerando, assim, uma espécie de impressão digital isotópica daquele ambiente.

“A composição isotópica do carbono, nitrogênio e oxigênio depende de parâmetros característicos de determinada região. Uma madeira do Acre tem uma composição isotópica distinta de

outra extraída do Pará. O pulo do gato é utilizar a composição isotópica da madeira e fazer o caminho inverso. Ou seja, a partir de sua composição isotópica, empregando modelos matemáticos, é possível determinar as coordenadas geográficas da árvore explorada”, explica Martinelli.

O principal desafio do método é conseguir uma amostragem representativa de árvores em uma área tão vasta e de difícil acesso como a Amazônia. “Até agora temos coletas em cerca de 250 árvores oriundas de 20 localidades, mas gostaríamos de ter pelo menos 50 sítios amostrais. Por outro lado, já delineamos uma metodologia com coleta do material no campo, preparo das amostras e análise e interpretação de resultados por meio de modelos matemáticos de atribuição de origem”, detalha.

Para Martinelli, monitorar um sistema tão complexo quanto a Amazônia requer a combinação de diferentes ferramentas e metodologias. “A metodologia isotópica tem a vantagem de ser antifraude e complementa sistemas como o DOF”, diz.

Otra iniciativa para o rastreio de madeira é desenvolvida pela startup GenomaA Biotech, instalada no Parque Tecnológico de Piracicaba. O princípio dessa tecnologia é a identificação madeireira por meio do código genético das árvores. A empresa desenvolve ferramentas para investigar e atestar a origem legal de toras provenientes de áreas de manejo sustentável autorizado, garantindo confiabilidade a importadores e exportadores de produtos florestais.

“A partir de uma pequena amostra, é possível associar o perfil genético de cada indivíduo da floresta e dos produtos que deles derivam à sua população de origem, como se realizássemos um teste de paternidade daquela madeira”, explica a engenheira florestal Fernanda Bortolanza Pereira, líder da área de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa, fundada em 2020. “A viabilidade econômica das análises é um dos desafios para tornar factível a execução da rastreabilidade via DNA.”

Da esquerda para a direita: colheita mecanizada de eucalipto, toras armazenadas na floresta e lotes de madeira prontos para exportação





Clareira aberta na Amazônia por exploradores ilegais de madeira

4

Lentini, da ONG Imaflora, reconhece o esforço feito no país para garantir a rastreabilidade de produtos florestais, mas observa que a maioria dos métodos existentes viabiliza o rastreamento de determinado produto de madeira até o talhão florestal de sua origem, sem necessariamente estabelecer uma conexão com a árvore específica que gerou aquele produto. “Na maioria dos sistemas, a rastreabilidade até a árvore é quebrada nas serrarias, uma vez que a madeira que chega é processada em lotes”, diz Lentini.

O engenheiro florestal ressalta ainda que é preciso reconhecer a possibilidade de o DOF+ Rastreabilidade, bem como de outras ferramentas, não garantir plenamente o rastreio, uma vez que ainda há empresas e operadores do sistema que geram fraudes documentais. “Um comprador de determinado produto de madeira nativa da Amazônia não tem hoje total segurança de que ele veio da área florestal declarada em papel”, sustenta Lentini, destacando ainda que a gravação do número sequencial nas toras pode ser falsificada.

O especialista afirma que algumas práticas dos exploradores ilegais de madeira da Amazônia foram integradas às rotinas requeridas pelos sistemas de controle. “Não é possível garantir a legalidade de um produto de madeira apenas pelo fato de ele estar acompanhado de documentação oficial. Uma das práticas comuns para burlar a fiscalização é o ‘inflacionamento dos créditos’ de madeira”, conta. “Agentes fraudadores conseguem autorização para explorar áreas em que o volume de uma ou mais espécies foi artificialmente inflacionado. Com os créditos artificiais, é possível explorar madeira de uma terra indígena e dar a seus produtos um documento oficial.”

Nas serrarias, a manipulação dos coeficientes de conversão, gerados a partir do momento em que toras se convertem em produtos de madeira, possibilita que produtos sem origem legal, provenientes de uma reserva florestal, sejam misturados – e legitimados – com materiais oriundos de florestas licenciadas. “Mesmo as técnicas mais avançadas de rastreamento podem permitir a passagem de madeira de origem ilegal. Esse é um problema de difícil solução, e a tecnologia isoladamente não vai resolvê-lo. Os procedimentos ligados à rastreabilidade, os processos e a transparência deles é que podem fazer a diferença”, destaca o especialista.

PLANTIO DE ESPÉCIES NATIVAS

O biólogo Ricardo Ribeiro Rodrigues, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP, em Piracicaba, destaca que as iniciativas de rastreabilidade do extrativismo de madeira são importantes, mas faz uma ressalva. “Deveríamos investir em uma política pública que incentivasse o plantio comercial de espécies nativas madeireiras, principalmente sobre pastagens degradadas, o que é definido como silvicultura de nativas”, afirma. “Isso já foi feito com o plantio de espécies madeireiras exóticas, como pinus e eucalipto.”

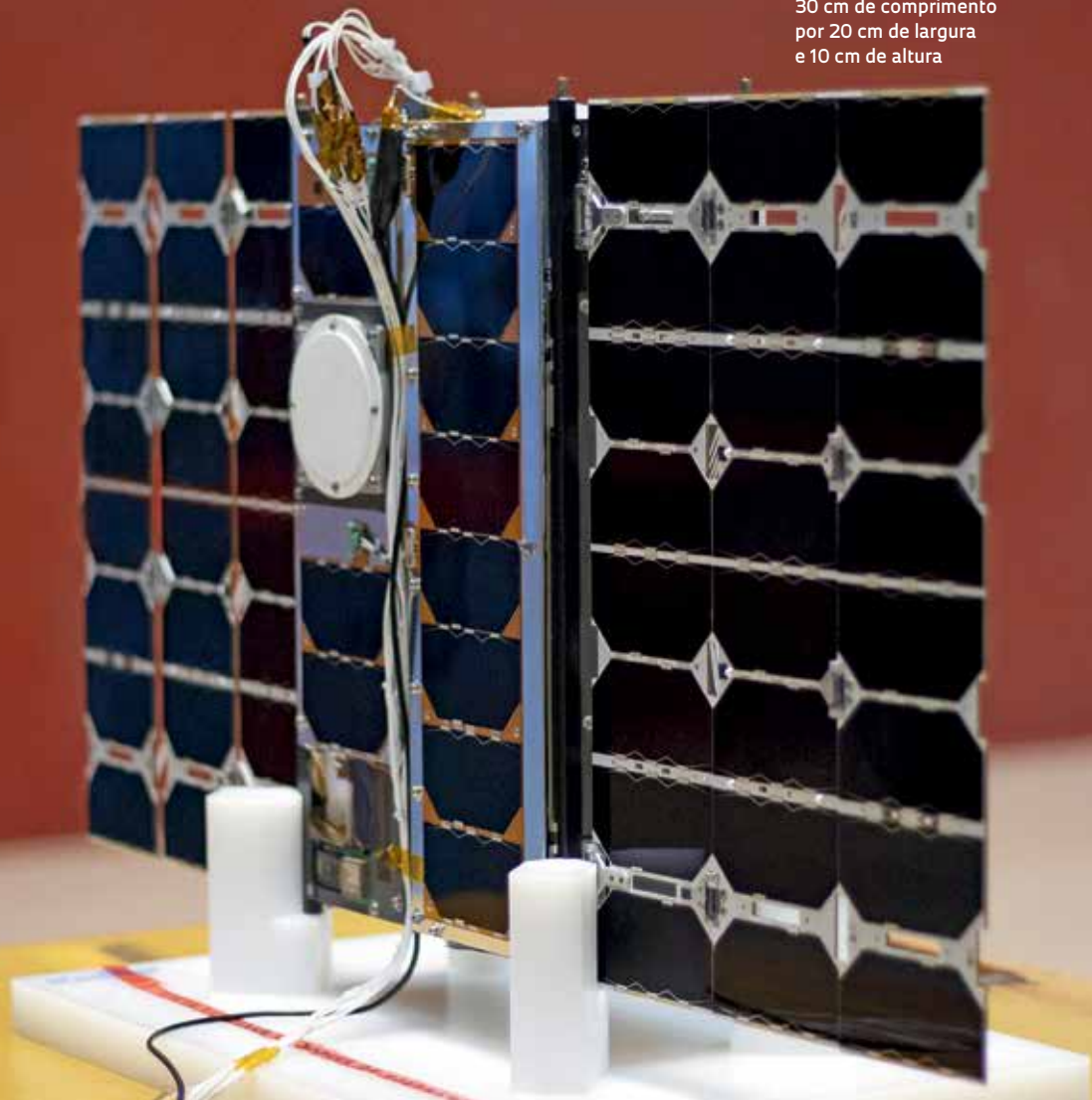
A silvicultura de espécies nativas, diz o especialista, oferece diversas vantagens. “Além dos benefícios para amenização das mudanças climáticas, pelo maior acúmulo de carbono do que uma pastagem degradada, da geração de empregos verdes e da agregação de valor nos produtos madeireiros, ainda evita a degradação de florestas remanescentes pelo extrativismo, que é a causa principal do desmatamento.” ■

NOVAS VIAS PARA

EXPLORAR O ESPAÇO

Empresas brasileiras investem no desenvolvimento e na aplicação comercial de nanossatélites

Rodrigo de Oliveira Andrade



O lançamento em abril de um satélite de 12 quilos (kg), pouco maior do que uma caixa de sapatos, representou um marco para a indústria espacial brasileira. Concebido pela Visiona Tecnologia Espacial, *joint venture* da Embraer Defesa e Segurança e da Telebras, o VCUB1 é o primeiro nanossatélite de alto desempenho projetado e desenvolvido no país. Também é uma iniciativa pioneira de aplicação comercial – até então, projetos nacionais desse tipo eram de uso científico ou educacional (ver Pesquisa FAPESP nº 219). A expectativa da empresa é validar o software embarcado e usar as informações coletadas para complementar e aperfeiçoar serviços de sensoriamento remoto e telecomunicações que ela oferece a seus clientes, hoje baseados em satélites de terceiros.

O dispositivo custou mais de R\$ 30 milhões, dos quais R\$ 2,9 milhões foram investidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação (Embrapii). Conta com uma câmera reflexiva de observação –

a primeira do tipo desenvolvida no Brasil – com um sistema óptico formado por três espelhos, capaz de coletar imagens da superfície terrestre com resolução espacial de 3,5 metros. Ou seja, se fosse instalada em Campinas, seria capaz de fotografar um caminhão nas ruas do Rio de Janeiro. O equipamento foi desenvolvido pela Opto Space & Defense e Equatorial Sistemas, com apoio da FAPESP e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

O nanossatélite deverá cruzar o território brasileiro várias vezes por dia, coletando imagens e dados de uso meteorológico e de apoio a atividades do setor agrícola, como o monitoramento de lavouras em locais afastados e a identificação de áreas de baixa produtividade. Eventualmente, poderá auxiliar na prevenção de desastres naturais, atividades de monitoramento ambiental ou atender a outros usos, ligados à área de segurança e cidades inteligentes. O principal objetivo da Visiona, no entanto, é validar a tecnologia para lançar satélites maiores e mais complexos. “Para isso, precisávamos de uma arquitetura que fosse escalável e um software embarcado confiável”, diz João Paulo Campos, presidente da empresa.

O equipamento possui um sistema de gerenciamento de dados de bordo, responsável pelo controle de outros subsistemas e da interface com o solo. Tem também um sistema de comunicação e controle de atitude e órbita, que permite apontar com maior precisão a câmera para o local onde se deseja coletar imagens ou direcionar seus painéis solares para o Sol, de modo a ampliar a geração da energia que o alimenta. “Essa é uma tecnologia estratégica, que ainda não era dominada pelo Brasil”, destaca Campos. “O VCUB1, nesse sentido, coloca o país em um grupo de nações que

dominam todo o processo de desenvolvimento de satélites”, completa.

Para Fábio de Oliveira Fialho, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), o nanossatélite da Visiona rompe uma barreira tecnológica importante. “O VCUB1 permitirá à empresa explorar, em diferentes camadas, dados de alta qualidade, agregando mais valor aos serviços que oferece a seus clientes.”

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) participou do esforço conjunto de desenvolvimento, ajudando a definir as cores que o satélite iria enxergar – foi escolhida a banda red edge, mais apropriada para o monitoramento de lavouras. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) apoiou a concepção do projeto com sua expertise em engenharia de sistemas, montagem, integração e testes do satélite. Já o Instituto Senai de Inovação em Sistemas Embarcados (ISI-SE), em Florianópolis, foi responsável pela construção e pelos testes da estação de terra e dos softwares que fazem a integração do computador de bordo com os componentes embarcados, com financiamento da Embrapii.

O ISI-SE também está envolvido em outro programa, o Constelação Catarina, criado em maio de 2021 pela Agência Espacial Brasileira (AEB). A iniciativa pretende colocar em órbita 13 nanossatélites nos próximos anos. Dois deles estão em desenvolvimento. Um no ISI-SE, o outro, na Universidade Federal de Santa Catarina. “A ideia é que eles formem uma rede e trabalhem de forma orquestrada na coleta de informações agrícolas e meteorológicas”, explica Augusto De Conto, gerente responsável pelo projeto. “Se tudo der certo, nosso nanossatélite será lançado em 2024”, diz.

EXPERTISE NACIONAL

Conheça alguns dos principais instrumentos do VCUB1, projetados e desenvolvidos no país

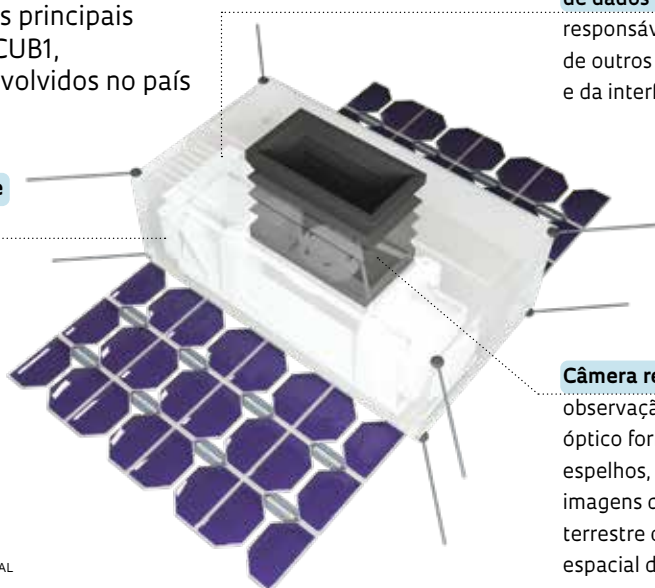
Sistema de comunicação e controle de atitude e órbita

permite apontar com maior precisão a câmera para o local onde se deseja coletar imagens ou direcionar os painéis solares para o sol, melhorando a geração de energia

Sistema de gerenciamento de dados de bordo,

responsável pelo controle de outros subsistemas e da interface com o solo

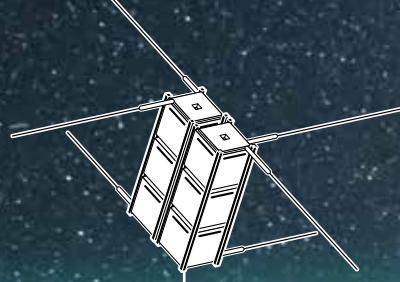
Câmera reflexiva de observação com sistema óptico formado por três espelhos, capaz de coletar imagens da superfície terrestre com resolução espacial de 3,5 m



FONTE VISIONA TECNOLOGIA ESPACIAL

DE OLHO NO CÉU

Vários nanossatélites foram desenvolvidos no Brasil nos últimos anos



Fev. 2015

O **AESP-14** foi lançado para validar subsistemas eletrônicos e mecânicos desenvolvidos por alunos de graduação e pós-graduação do ITA, mas uma falha na abertura da antena de transmissão o tornou inoperante

Ago. 2015

Concebido pela AEB e várias instituições de ensino e pesquisa do Brasil, o **Serpens** subiu ao espaço para testar conceitos básicos de missões espaciais. Encerrou sua missão em março de 2016

Dez. 2016

Com o apoio do Inpe e da AEB, o **Tancredo-1** foi construído por estudantes do ensino fundamental de Ubatuba. Reentrou na atmosfera em outubro de 2017, após 10 meses em órbita

Dez. 2018

Fruto de uma parceria entre ITA, Inpe e AEB, o **ITASAT-1** foi enviado ao espaço a bordo do foguete Falcon 9, da Space X. Atualmente é usado para treinar operadores de satélite

Dez. 2019

O **FloripaSat-1**, nanossatélite construído por estudantes da UFSC, em Florianópolis, foi lançado em missão para capacitação de pessoal e desenvolvimento de tecnologia aeroespacial

Os nanossatélites e microssatélites movimentaram US\$ 2,8 bilhões em 2022, e é esperado que esse mercado alcance US\$ 6,7 bilhões até 2027, segundo análise da consultoria norte-americana Markets and Markets. Dados do relatório SpaceWorks estimam que entre 2 mil e 2,8 mil desses equipamentos serão lançados no espaço nos próximos cinco anos para diversas aplicações. O modelo avança em razão dos custos de construção desses artefatos. Diferentemente de um satélite convencional de grande porte, que pode custar entre US\$ 150 milhões e US\$ 400 milhões, os nanossatélites são relativamente baratos. Mas têm menor tempo de vida útil, de três a cinco anos.

A expansão desse mercado coincide com uma mudança na indústria aeroespacial. Com a consolidação de tecnologias e diminuição dos riscos associados ao seu desenvolvimento, o segmento passou a atrair mais atenção do capital privado. A face mais reluzente desse interesse foi a criação de empresas como a Blue Origin, do multimilionário Jeff Bezos, dono da Amazon, a SpaceX, de Elon Musk, e a Virgin Galactic, de Richard Branson, dedicadas à construção de foguetes lançadores e ao transporte de astronautas e turistas ao espaço (ver Pesquisa FAPESP nº 278). O VCUB1 foi lançado em abril pelo foguete Falcon 9, da SpaceX, junto com outros satélites de diferentes tamanhos.

O Brasil não é um expoente da exploração espacial comercial, mas tem potencial para crescer. O nanossatélite da Visiona é apenas uma entre

várias iniciativas em curso no país. Outra é o nanossatélite da SciCrop, startup de geoprocessamento de dados de satélite com sede em São Paulo, com lançamento previsto para o segundo semestre. “Nosso objetivo é coletar as melhores imagens possíveis do Centro-Oeste brasileiro”, afirma José Damico, CEO da empresa. O dispositivo deverá percorrer essa região a cada dois dias, registrando imagens que permitam uma visão detalhada da produtividade de cada talhão de soja plantado, possibilitando separar as diferentes áreas produtivas das fazendas. “Essas informações nos ajudam a mensurar o quanto está sendo produzido e se o plantio foi feito na época adequada, por exemplo”, diz. Os dados poderão ser usados por instituições financeiras na análise de risco de concessão de crédito a produtores rurais, especialmente aqueles que produzem menos de 2 mil hectares e não têm uma demonstração contábil ou balanço patrimonial para apresentar no momento do pedido.

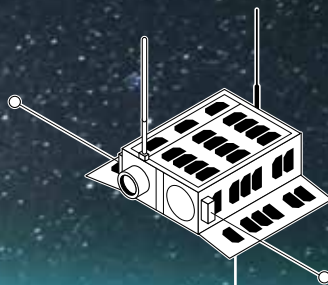
O nanossatélite da SciCrop utiliza uma estrutura desenvolvida pela Alba Orbital, com sede em Glasgow, na Escócia. “A construção de um nanossatélite envolve várias etapas, como o desenvolvimento de sua estrutura e validação de seus equipamentos embarcados. No nosso caso, partimos de uma estrutura já pronta, que será adaptada para o uso que queremos”, ele explica.

Outra empresa brasileira a investir nesse mercado é a SCON Geospacial, que oferece a seus clientes serviços em tecnologia geoespacial e mapeamento via satélite. Seu negócio baseia-se em imagens feitas por uma constelação de 200 nanossatélites da empresa norte-americana Planet.



Mar. 2021

O **NanoSatC-BR2** foi desenvolvido pelo Inpe e pela UFSM, em Santa Maria, para coletar dados do campo magnético terrestre e testar circuitos integrados projetados no Brasil

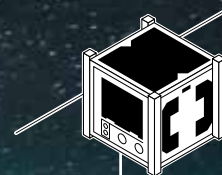


Abr. 2022

O **Alfa Crux** subiu ao espaço em missão com fins educacionais e de demonstração tecnológica. O projeto resultou de uma parceria da AEB com fundações de apoio à pesquisa do Distrito Federal e a UnB

Nov. 2022

Concebido pelo ITA e Inpe, em cooperação com a Nasa, o **SPORT** foi lançado para estudar bolhas de plasma que se formam no alto da ionosfera sobre o Equador



Abr. 2023

Primeiro nanossatélite de alto desempenho projetado e desenvolvido no país, o **VCUB1** coletará imagens e dados de uso meteorológico e de apoio a atividades do setor agrícola

Fruto de uma parceria entre a AEB e a UFMA, em São Luís, o **Aldebaran-I** está em fase de teste. Quando for lançado, terá como objetivo auxiliar na busca de pequenas embarcações e pescadores que ficam à deriva

“Temos contratos com instituições brasileiras públicas e privadas de diferentes segmentos, que usam nossas soluções para monitoramento de plantações, barragens, linhas de transmissão de energia”, diz Vinicius Rissoli, diretor de operações da companhia.

Em 2018, a SCON fez um acordo com a Polícia Federal (PF) para monitorar o desmatamento na região amazônica. A parceria cresceu e deu origem ao Programa Brasil Mais, plataforma criada em 2020 na qual é possível acessar imagens em alta resolução de todo o país captadas pelos nanossatélites da Planet. “As imagens são atualizadas todos os dias, permitindo ações mais rápidas de combate ao desmatamento, mineração ilegal, ocupações irregulares”, comenta Rissoli. A PF não é o único usuário das imagens. “Nosso acordo permite que qualquer instituição pública possa aderir ao programa e acessá-las para outros fins gratuitamente.” Atualmente, 300 instituições se cadastraram na plataforma para usar os dados.

Apesar do interesse crescente do capital de risco pelos nanossatélites, investimentos públicos ainda são fundamentais para essas iniciativas, dados os riscos associados a elas. A Finep tem aplicado recursos públicos não reembolsáveis – ou seja, que não precisam ser devolvidos – em projetos de pesquisa e desenvolvimento de empresas inovadoras do setor, como a Opto, que ajudou a projetar a câmera do VCUB1. “Queremos investir na criação de arranjos industriais mais amplos, baseados em projetos integrados,

nos quais uma empresa-âncora trabalha com empresas parceiras, universidades e institutos de pesquisa, com foco em subsistemas e componentes isolados”, destaca Elias Ramos de Souza, diretor de Inovação da Finep.

Em maio, a agência anunciou um aporte de R\$ 220 milhões para um projeto liderado pela Visiona de um satélite maior e mais complexo do que o VCUB1. O empreendimento terá a colaboração das empresas Fibraforte, Opto, Equatorial, Orbital e Kryptus. “Elas receberão aproximadamente metade do valor total do projeto nos próximos três anos para desenvolver subsistemas e componentes do satélite, que pesará pouco mais de 100 kg e terá uma câmera capaz de coletar imagens da superfície terrestre com resolução espacial de 75 centímetros”, diz William Rospadowski, superintendente de inovação da Finep.

No ano passado, a instituição de fomento lançou um edital no valor de R\$ 190 milhões, na modalidade de subvenção econômica, a fim de apoiar a construção de veículos lançadores de pequeno porte para transporte de nano e microsatélites. A expectativa é de que sejam desenvolvidos pelo menos dois protótipos com capacidade de colocar em órbita cargas de no mínimo 5 kg, com operações de lançamento realizadas a partir do território nacional. Hoje, apenas 13 países no mundo dominam essa tecnologia. “A estratégia daria ao Brasil maior autonomia de acesso ao espaço”, comenta Campos, da Visiona. “Além de ajudar a diminuir a dependência tecnológica externa, essas iniciativas tendem a ter impactos positivos na cadeia produtiva nacional”, completa De Conto, do ISI-SE. ■

CÁPSULA PROTETORA

Físicos desenvolvem dispositivo
para envolver fibras ópticas
ultrafinas utilizadas em sensores

Domingos Zaparoli

Capa produzida
com material
polimérico em
impressora 3D



As fibras ópticas ultrafinas, com cerca de 1 a 3 micrômetros (μm) de diâmetro, são cada vez mais empregadas para equipar novos sensores capazes de identificar a presença e o vazamentos de gases, como o acetileno e o metano, em instalações industriais e em gasodutos. São estruturas compactas que apresentam alta sensibilidade ao ambiente exterior e operam adequadamente mesmo em situações de exposição a perturbações eletromagnéticas, características propícias à tarefa de sensoriamento. A manipulação dessas fibras, entretanto, é um desafio. Demanda pessoal qualificado, devido à delicadeza do material, e o sinal óptico pode ter seu desempenho afetado pela presença de umidade e poeira.

Uma equipe de pesquisadores do Laboratório de Fibras Especiais & Sensores Ópticos (LaFE) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveu um dispositivo plástico capaz de encapsular e proteger essas fibras ópticas ultrafinas. “Demos uma resposta para um problema que está na pauta de trabalho de vários centros de pesquisa em fibras ópticas no mundo. Encontramos uma solução simples, mas de grande eficácia”, define o físico Cristiano Monteiro de Barros Cordeiro, coordenador do LaFE.

A pesquisa e o desenvolvimento do dispositivo contaram com apoio da FAPESP e resultaram em um artigo científico publicado na *Photonic Sensors* em 2020. Nesse mesmo ano, a tecnologia de encapsulamento teve seu pedido de patente depositado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e, em 2021, foi publicada no Portfólio de Patentes e Softwares, gerenciado pela Agência de Inovação Inova, da Unicamp, no qual se encontra disponível para licenciamento comercial ou para aplicação científica.

As fibras ópticas são filamentos flexíveis fabricados com material transparente, como vidro ou plástico, com grande capacidade de propagação da luz. Um sensor de fibra óptica utiliza variações nessa propagação para medir parâmetros de interesse, como o vazamento de um gás. O mecanismo de sensoriamento demanda uma fonte de luz óptica, como um laser ou um LED (diodo emissor de luz), que incide sobre um cabo de fibra óptica. Do outro lado, o cabo está conectado a um equipamento de medida, como um fotodetector. Variações nas propriedades da onda eletromagnética da luz transmitidas pela fibra e captadas pelo aparelho indicam uma anomalia.

Fibras ópticas convencionais, utilizadas em redes de telecomunicações, possuem 125 μm de diâmetro. No sensoriamento de gases, a fibra óptica precisa passar por um processo de afinamento, no qual uma porção dela, entre 1 e 2 centímetros de comprimento, tem seu diâmetro reduzido a menos de 3 μm , definindo uma espécie de funil para luz. Na região mais estreita do funil, uma fração considerável da energia luminosa se propaga por fora da fibra e a torna sensível ao meio externo. As fibras afinadas são denominadas por seu nome em inglês, *tapers*. Na rede de sensoriamento, os *tapers* são instalados apenas sobre os pontos que precisam ser monitorados, enquanto a fibra óptica comum cobre todo o restante do caminho entre a fonte de luz e o fotodetector.

A cápsula desenvolvida para proteger os *tapers* é produzida com material polimérico na impressão 3D (ver Pesquisa FAPESP nº 276). O *taper* é colado dentro da estrutura, que é construída ao redor da fibra. “O usuário não tem contato com a fibra ultrafina, apenas com a cápsula, ou seja, não precisa ser alguém treinado para lidar com o material”, explica o físico Jonas Henrique Osório, que integrou a equipe responsável pelo desenvolvimento. O dispositivo é composto de minúsculos poros que permitem a interação da fibra óptica com o elemento que se quer medir, ao mesmo tempo que evita umidade ou poeira.

A cápsula foi projetada para detectar a presença de gás acetileno, que é incolor, instável e altamente combustível. O *taper*, por permitir uma efetiva interação entre o campo da luz guiada e seu entorno, é capaz de detectar a presença do gás via mecanismos de absorção do sinal óptico. Agora os pesquisadores avaliam o desempenho do dispositivo sobre outros gases, como metano, amônia e dióxido de carbono, e no sensoriamento biológico, para detecção de moléculas de proteínas e DNA, além de bactérias.

Para o engenheiro de controle e automação Eric Fujiwara, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, que não participou da pesquisa, o novo dispositivo permitirá que os *tapers*, hoje utilizados em sensoriamento de gases em ensaios de laboratório, passem a ser empregados em atividades produtivas. “A cápsula confere a robustez necessária para o uso em instalações industriais”, afirma. ■

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

VETERINÁRIA



DOR RECONHECIDA

Aplicativo gratuito criado na Unesp
calcula o nível de sofrimento de
animais e informa a necessidade
de tratamento com analgésicos

Suzel Tunes



Floquinho, paciente da clínica veterinária da Unesp de Botucatu, tratado com apoio do aplicativo VetPain

Com 12 anos de idade, Rafinha, um cachorrinho SRD (sem raça definida) já sofre os efeitos do envelhecimento. Tem calcificação nas vértebras lombares, que provoca dor crônica. A condição é irreversível, mas o cão tem a sorte de contar com a dedicação e os conhecimentos de seu tutor, o veterinário Cláudio Fanella, e de um novo recurso para aliviar o sofrimento: um aplicativo que mensura dor em animais. Denominado VetPain, o app foi lançado em dezembro do ano passado por pesquisadores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (FMVZ-Unesp), *campus* de Botucatu. Fruto de um projeto de pesquisa desenvolvido com apoio da FAPESP, o programa já está disponível gratuitamente para celulares do sistema Android. Enquanto não é lançado para iOS, pode ser acessado em www.animalpain.org.

Fanella conta que conheceu o aplicativo na própria Unesp, onde leva Rafinha para sessões de acupuntura, serviço oferecido pela instituição sob coordenação do veterinário Stelio Pacca Loureiro Luna, pesquisador responsável pelo desenvolvimento do VetPain. Ele utiliza o app há apenas um mês, mas já identifica resultados positivos. “O aplicativo ajuda a avaliar melhor o nível de dor e a hora certa de dar o analgésico”, diz o tutor de Rafinha. “A ferramenta me dá mais segurança na tomada de decisão.”

Fanella avalia que o VetPain é interessante sobretudo porque cria o hábito nos tutores de observar o animal. Isso porque é por meio de comportamentos indicativos de dor que a ferramenta faz a avaliação. Luna explica que ela funciona como um teste de múltiplas escolhas. Diante de uma série de questões que avaliam sinais característicos de dor em comportamentos como postura, nível de atividade e reação ao toque no local afetado, o usuário deve clicar nas respostas que considera as que melhor descrevem seu animal. Cada resposta corresponde a um escore numa escala que vai da inexistência de dor a uma dor intolerável. O app calcula automaticamente o resultado e indica se o animal precisa ou não de analgésico.

Para orientar o usuário, o aplicativo traz vídeos demonstrativos dos comportamentos apresentados pelos animais ao sentirem dor. E antes de

aplicar o questionário sobre a condição do próprio animal, pode-se fazer um treinamento, que avalia a habilidade de usar a escala, a partir de 10 vídeos-teste. De acordo com Luna, o treinamento permite que uma pessoa leiga possa aplicar o teste com segurança.

A veterinária Rosa Maria Cabral, coordenadora do Núcleo de Estudos em Anestesiologia Veterinária e Dor da Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (FZMV-Ufla), em Minas Gerais, vê com ressalvas o uso do aplicativo por leigos. “A avaliação do comportamento é subjetiva e depende da experiência de quem examina”, afirma.

Ela lembra que determinados comportamentos relacionados a medo ou ansiedade, por exemplo, podem ser confundidos com sinais de dor. Seu maior receio no uso do app por leigos é a administração de medicamentos sem a prescrição do veterinário. “Alguns analgésicos e anti-inflamatórios comuns entre os seres humanos, como paracetamol e diclofenaco, são tóxicos para animais e podem levá-los à morte”, alerta.

Para o veterinário Flávio Vieira Meirelles, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), a observação da dor em um animal revela a necessidade do diagnóstico da causa. “Quando a causa já é conhecida e diagnosticada, aí, sim, o tutor deve intervir com os medicamentos prescritos pelo veterinário, respeitando a posologia”, diz.

Para Fanella, tutor de Rafinha, desde que os animais de estimação sejam levados ao médico veterinário sempre que houver sinal de dor, o app pode ser bastante útil como recurso didático. “É excelente para quem está aprendendo a cuidar de um pet”, observa.

CÃO ITALIANO, GATO JAPONÊS

Por meio do VetPain é possível avaliar tanto animais domésticos (cães e gatos) quanto os de produção (bovinos, suínos, ovinos, asininos e equinos) e os de laboratório (coelhos, camundongos e ratos). Para cada espécie existe uma escala de dor, de acordo com suas características. Segundo Luna, na hora da dor, alguns comportamentos são comuns a várias espécies, como perda de apetite, postura arqueada ou cabeça baixa. Outros são mais específicos. “O gato estica as pernas quan-

do sente dor”, exemplifica. As diferenças entre espécies também resultam em peculiaridades na expressão do sofrimento. “Costumo brincar dizendo que o cão é o italiano, mais comunicativo, enquanto o gato é o japonês, expressa a dor de forma mais sutil.”

Por conta da descrição, o sofrimento felino não costuma chamar tanto a atenção quanto o canino. “Nas consultas, os veterinários tendem a atribuir mais dor a cães do que a gatos”, diz o pesquisador. Essa foi a principal motivação para ele ter escolhido os felinos como a primeira espécie a ser avaliada pelo app.

O programa baseou-se em uma escala de dor desenvolvida e validada pelo grupo de Luna em 2013. Foi uma das primeiras escalas para felinos publicadas e é uma referência mundial. Em 2022, sua equipe lançou uma versão reduzida dessa escala. Ambas estão disponíveis no aplicativo. Na sequência foram desenvolvidas e validadas as escalas de bovinos (2014), equinos (2015), ovinos e suínos (2020), jumentos (2021) e coelhos (2022), bem como escalas de dor crônica em cães (2019 e 2022). Com exceção dos cachorros, foram avaliadas a dor clínica no pós-operatório (aguda) e a dor crônica, oriunda de condições como a osteoartrite.

“Na ocasião já havia escalas de dor aguda em cães. Agora estamos desenvolvendo a nossa”, explica o pesquisador da Unesp. Os estudos foram aprovados pelas comissões de ética no uso de

animais das mais de 20 instituições parceiras, no Brasil e em países das Américas, Europa e Ásia.

Vários pesquisadores orientados por Luna no doutorado, agora docentes de instituições de ensino superior no país e no exterior, participaram dos estudos. Um deles, o veterinário Paulo Steagall, hoje professor na Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Montreal, Canadá, criou também uma escala de dor e um aplicativo específico para gatos em seu laboratório. O app Feline Grimace Scale avalia dor aguda em felinos por meio de mudanças nas expressões faciais e está disponível em lojas de aplicativos para celular. O artigo relatando o desenvolvimento e a validação da escala foi publicado em 2019 no periódico *Scientific Reports*, do grupo Nature.

Os pesquisadores da Unesp dedicam-se, agora, a um novo desafio: incorporar ferramentas de inteligência artificial (IA) ao aplicativo. Em artigo publicado em junho de 2022 na *Scientific Reports*, eles compararam duas vertentes de IA baseadas em redes neurais na tarefa de automatizar o reconhecimento de dor em imagens faciais de gatos. Os dois métodos – modelo de *deep learning*, em que as redes são treinadas diretamente com as imagens, e de redes mais superficiais, que recebem dados padronizados gerados por pesquisadores para descrever as expressões faciais dos

De olho no pet

O aplicativo VetPain (*abaixo*) contém perguntas que ajudam a avaliar se o animal está com dor. Cada resposta recebe uma pontuação que, somada, sugere a existência ou não do incômodo



O aplicativo baseou-se em uma escala de dor desenvolvida pelo grupo da Unesp em 2013



felinos – empregaram imagens de vídeo dos gatos em situações sem dor (antes da operação), com dor mais intensa (logo após a cirurgia) e, mais tarde, depois de tomarem analgésicos. Segundo os pesquisadores, ambos os tipos de abordagem atingiram com precisão superior a 72% a identificação da existência ou inexistência de dor, na comparação com avaliações realizadas por especialistas.

Na Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Pirassununga, o uso de redes neurais também apresentou resultados promissores na identificação de dor em expressões faciais de cavalos. O projeto é conduzido pelo veterinário Gabriel Lencioni, doutorando da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), sob orientação do veterinário Adroaldo José Zanella, professor do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal da FMVZ. “O Gabriel iniciou o projeto quando ainda era aluno da graduação, o que não é comum”, elogia o professor. “O estudo, que teve um foco inovador ao coletar vídeo de equinos com diversos graus de dor, de forma automatizada e com processamento inteligente, resultou no primeiro artigo do mundo com essa abordagem.”

Segundo Lencioni, o projeto prevê a instalação de câmeras gravando as expressões faciais dos animais de forma ininterrupta e a emissão de alertas aos cuidadores dos animais sempre que forem identificados sinais de dor. A ausência de um observador humano pode tornar a detecção mais eficiente, explica o pesquisador. Isso porque, de acordo com algumas teorias, animais que foram presas em sua história evolutiva, como os cavalos, aprenderam a não demonstrar dor quan-

do observados, a fim de não serem considerados mais vulneráveis pelos predadores.

Lencioni contou com apoio da Agência USP de Inovação e as colaborações do engenheiro Rafael de Sousa e do técnico Edson Sardinha, do Departamento de Engenharia de Biosistemas da FZEA-USP, e do veterinário Rodrigo Romero Corrêa, do Departamento de Cirurgia da FMVZ-USP, em São Paulo. Para a realização de seu projeto, também fez um estágio de cinco meses na Universidade de Cambridge, Inglaterra, onde foi desenvolvida a primeira ferramenta automatizada para a detecção de dor em ovinos, em 2017.

“Estão começando a surgir várias iniciativas para auxiliar no diagnóstico de dor animal. Nos últimos 20 anos muita coisa mudou”, atesta a veterinária Denise Tabacchi Fantoni, vice-diretora da FMVZ-USP, uma das primeiras instituições de ensino do país a oferecer uma disciplina específica sobre tratamento de dor em animais, em 1993. De acordo com Fantoni, a dor em animais era negligenciada. Os veterinários não contavam com praticamente nenhuma informação nesse campo e não se costumava administrar analgésicos nem após procedimentos cirúrgicos.

Por isso, além do desenvolvimento do aplicativo, ela considera que o projeto da Unesp tem o mérito de concentrar em seu site informações variadas sobre o tema, incluindo escalas de dor de diferentes centros de pesquisa. “Nem todo veterinário consegue se atualizar com as informações que circulam no ambiente acadêmico”, destaca. “Além de ensinar a identificar sinais de dor, o app da Unesp promove o acesso a essa informação.” ■

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

SOCIOLOGIA

A VOLTA AO ERRO

Reincidência policial
e reincidência penal
são conceitos que
buscam dimensionar
o fenômeno do
encarceramento
no Brasil



Pesquisadores procuram calcular a taxa de reincidência criminal do país, buscando sua redução

Diego Viana

Uma cifra muitas vezes repetida intriga pesquisadores brasileiros da segurança pública há décadas. Lideranças como o ministro do Supremo Tribunal Federal (STF) Gilmar Mendes ou Cezar Peluso, ex-ministro do mesmo tribunal, além de documentos como o relatório final da Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) sobre o sistema carcerário, de 2008, reiteradamente indicam que 70% das pessoas que cumprem pena de prisão, no Brasil, reincidem no crime depois de algum tempo em liberdade. A taxa desafia os especialistas: ninguém sabe dizer de onde ela teria sido extraída nem como se chegou a ela. Estudos recentes realizados em diferentes estados do país chegaram a números que variam entre 24% e 51% de reincidência, todos distantes dos 70% usados como referência.

O estranhamento serviu de impulso para que o problema da recidiva merecesse atenção redobrada da academia, nos últimos anos. “A repetição desse número, sem base, ajudou a consolidar o consenso de que o sistema prisional é falido, não recupera ninguém e não tem salvação. Mas será isso que os dados mostram?”, questiona o sociólogo Luís Flávio Saporì, coordenador do Centro de Estudos e Pesquisa em Segurança Pública da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Cepesp-PUC Minas). “Talvez seja por causa desse consenso que se investiga bastante o crime, a violência e a prisão no Brasil, mas não tanto a reincidência. Por que estudar algo que já sabemos não funcionar?”

Em outubro de 1992, durante uma rebelião, a Casa de Detenção do Carandiru, na capital paulista, foi palco de um massacre no qual 111 presos foram mortos pela polícia



No Brasil, o interesse científico pelo cárcere recebeu grande impulso na década de 1980, de acordo com a socióloga Maiara Corrêa, pesquisadora do Núcleo de Estudos da Violência da Universidade de São Paulo (NEV-USP). Dois momentos decisivos foram a aprovação da Lei de Execução Penal (LEP), em 1984, e a Assembleia Nacional Constituinte, entre 1987 e 1988, que trouxe a temática dos direitos humanos para o primeiro plano. O massacre do Carandiru, quando 111 presos foram mortos pela polícia, depois de uma rebelião, em outubro de 1992, na cidade de São Paulo, e a atenção crescente da opinião pública às facções do crime organizado também contribuíram para incentivar os estudos da realidade penitenciária.

Nesse contexto, os primeiros trabalhos brasileiros que buscaram estimar uma taxa de reincidência, ainda em escala local, foram conduzidos pelos sociólogos Sérgio Adorno e Eliana Bordini, ambos do NEV-USP. Em 1988, eles observaram que 46% dos egressos do sistema penitenciário paulista retornavam à prisão. Em 1991, Adorno e Bordini analisaram algo ligeiramente diferente: quantos egressos haviam sofrido uma nova condenação judicial. Chegaram a 29%. Em 1999, no Rio de Janeiro, a socióloga Julita Lemgruber, coordenadora do Centro de Estudos de Segurança e Cidadania da Universidade Cândido Mendes, calculou 30% de retornos ao cárcere.

A última década trouxe os esforços mais amplos para entender a recidiva no país, principalmente após a publicação, em 2015, do relatório “Reincidência criminal no Brasil”, uma parceria entre o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e o Conselho Nacional de Justiça (CNJ). No estudo, foi considerada reincidente a pessoa que, de-

pois de cumprir pena, voltou a ser condenada em ação penal. Chegou-se, assim, a uma taxa de 24%.

Seguiram-se outros trabalhos, com foco no sistema prisional de adultos ou no sistema socioeducativo, que lida com adolescentes em conflito com a lei. Destacam-se o trabalho “Aí eu voltei para o corre: Estudo da reincidência infracional do adolescente no estado de São Paulo”, do Instituto Sou da Paz, publicado em 2018, que elaborou um perfil do jovem reincidente, mas não calculou uma taxa, e o relatório “Reentradas e reiterrações infracionais: Um olhar sobre os sistemas socioeducativo e prisional brasileiros”, também do CNJ, publicado em 2019, que encontrou 23,9% de reentradas no sistema socioeducativo e uma reincidência de 42,5% no prisional.

A

mais recente pesquisa de vasto escopo sobre reincidência foi tornada pública no final do ano passado e resulta de uma parceria entre o Departamento Penitenciário Nacional, do Ministério da Justiça (Depen) e o Grupo de Avaliação de Políticas Públicas e Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco (Gappe-UFPE). O documento reúne informações de 12 estados e do Distrito Federal, com dados sobre 979 mil pessoas que estiveram presas entre 2010 e 2021.

As escolhas conceituais e metodológicas de cada um desses estudos mostram que a reincidência é definida de diferentes maneiras, dependendo da área de conhecimento em que a investigação se desenvolve ou dos objetivos da pesquisa. No

Código Penal, o artigo 63 considera reincidência o crime cometido após uma sentença transitada em julgado por crime anterior. O artigo 64 limita a reincidência a um intervalo de cinco anos entre o cumprimento da primeira pena e o segundo crime. Essa limitação de cinco anos segue o padrão internacional, de acordo com a economista Camila Gomes, da Universidade de Georgetown, nos Estados Unidos, e uma das coordenadoras da pesquisa realizada para o Depen.

Estudos com foco na administração do sistema penitenciário ou em políticas públicas para encarcerados e egressos tendem a preferir os conceitos de “reincidência judicial”, que considera a condenação do indivíduo por um novo crime, e “reincidência penitenciária”, que considera o retorno à prisão em razão desse segundo delito. Para além do encarceramento, as pesquisas voltadas à segurança pública costumam dar preferência à “reincidência policial”, que se refere a novo registro policial de um crime cometido por aquela pessoa, ou à “reincidência penal”, que considera reincidente o indivíduo que sofre um novo processo judicial.

Tamãha diferença nas definições adotadas constitui parte da explicação para a disparidade dos percentuais obtidos nas diversas pesquisas. Ainda assim, as taxas apresentadas são sempre significativamente mais baixas do que os 70% que permeiam o debate público nacional. Usando cinco definições, o relatório do Depen e da UFPE encontrou valores entre 36% e 42%. Em Minas Gerais, ao tomarem como referência um novo indiciamento pela polícia, a taxa encontrada por Saponi e a socióloga Roberta Fernandes Santos foi de 51%, conforme o artigo “Fatores sociais determinantes da reincidência criminal no Bra-

sil”, publicado por ambos em 2017. “Adotar um critério judicial não nos parece adequado para um país como o Brasil, onde a Justiça é lenta. Por isso, consideramos reincidente o indivíduo que é investigado e, ao fim da investigação, a polícia concluiu que ele cometeu um novo crime”, afirma o sociólogo.

Pesquisas sobre a reincidência também esbarram nos bancos de dados incompletos, mal preenchidos e sem padronização das secretarias de segurança pública ou da administração penitenciária dos estados. Essa é uma das razões pelas quais a maior parte dos estudos até recentemente se limitava a investigar uma única unidade federativa. Mesmo o trabalho do Ipea para o CNJ restringiu seu universo de pesquisa. Concentrou-se nos estados do Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas e Pernambuco.

“Hoje, o Depen vem tentando reunir dados administrativos dos estados, agregando as informações de todos os presos do Brasil, com a ideia de alimentar estudos e elaborar diagnósticos de segurança pública”, afirma Gomes. A parceria com o Gappe-UFPE visa estabelecer o perfil do presidiário brasileiro. A economista acrescenta que o relatório completo está programado para sair ainda neste semestre e deverá conter informações como raça, escolaridade e renda dos detentos, além de sua participação no mercado de trabalho, antes e depois da prisão.

Esse esforço é justificado pela necessidade de produzir evidências que sustentem políticas

2



Complexo Penitenciário de Pedrinhas, em São Luís, Maranhão. Em registro de 2015, um problema recorrente no sistema carcerário brasileiro: a superlotação

voltadas à redução da criminalidade. “Ter o número daqueles que tornam a cometer crimes é só o primeiro passo no estudo da reincidência”, afirma Saporì. “É importante investigar os fatores sociais, psicossociais e outros aspectos que impactam a probabilidade de um indivíduo cometer novos delitos após deixar a prisão. Com esses dados, uma gestão técnica do sistema prisional poderia ter políticas mais consistentes de acompanhamento dos presos e egressos, de acordo com os perfis com maior probabilidade de reincidência, direcionando principalmente para eles as medidas de acolhimento e inserção.”

Na avaliação de Saporì, um exemplo de política bem-sucedida vem da Catalunha, na Espanha. “Os catalães têm uma tradição de muitas décadas de estudos nessa área e usam os dados para criar um protocolo de risco de reincidência, que mede a probabilidade, desde a entrada na prisão, de um indivíduo voltar a cometer um crime, para direcionar as políticas de atenção a ele, não apenas dentro do sistema prisional, mas também depois que ele sai.” O protocolo RisCanvi, como é chamado, foi instituído na Catalunha em 2009.

“É preciso pensar em muitos fatores para entender a dinâmica da reincidência, desde a alta taxa de criminalidade do Brasil até as condições em que funcionam as prisões”, afirma o sociólogo Almir de Oliveira Junior, pesquisador do Ipea e um dos coordenadores da pesquisa realizada em 2015. Oliveira Junior descreve a criminalidade

como um mercado, em que interagem a motivação dos indivíduos, as oportunidades, os recursos envolvidos e outros incentivos.

Segundo o sociólogo, as prisões superlotadas favorecem o ingresso da pessoa sentenciada na chamada “carreira do crime”. “A criminalidade, como qualquer profissão, demanda aprendizado. Como usar uma arma? Quando desistir da empreitada? Como lidar com uma pessoa que reage ou corre? Qual é o lugar ideal para realizar um assalto? O melhor lugar para aprender é a penitenciária, onde estão aqueles que já detêm o conhecimento”, observa.

Nas pesquisas brasileiras, os delitos ligados ao patrimônio, como furto e roubo, e ao tráfico de drogas, apresentam taxa de reincidência maior do que homicídio ou agressão. De acordo com Oliveira Junior, uma das razões é que os dois primeiros grupos são mais associados à carreira criminal e, mais especificamente, à atuação do crime organizado. “Quando alguém entra no mundo do crime, rapidamente se fecham as portas do mercado de trabalho formal. A comunidade se afasta quando sabe que alguém cometeu um crime, mesmo que esse indivíduo não vá para o presídio. Às vezes, a família também vira as costas. A chance de ser

Privação de liberdade: de acordo com o artigo 64 do Código Penal, a reincidência envolve um intervalo de cinco anos entre o cumprimento da primeira pena e o segundo crime



DELITOS LIGADOS AO PATRIMÔNIO APRESENTAM TAXA DE REINCIDÊNCIA MAIOR DO QUE HOMICÍDIO OU AGRESSÃO

arregimentado por grupos criminosos só cresce”, afirma o pesquisador do Ipea.

O relatório do Depen revela um dado que pode ter grande impacto na formulação de uma política pública para egressos. O novo crime do reincidente ocorre, na maior parte das vezes, logo após a soltura. Cerca de dois terços desses delitos acontecem no primeiro ano após a liberdade. Dentre eles, quase 30% se dão no primeiro mês e 50% até o terceiro. Gomes interpreta esses dados como indicativos de que políticas voltadas para egressos são cruciais para reduzir a taxa de reincidência.

Entretanto, essas políticas são escassas no Brasil, não dispõem de verba suficiente e apresentam baixa prioridade governamental. Uma iniciativa pioneira se deve a esforços de organizações da sociedade civil, caso da Rede de Atenção à Pessoa Egressa do Sistema Prisional (Raesp), no Rio de Janeiro, criada por entidades como a Fundação Santa Cabrini, a Pastoral Carcerária, o Banco da Providência e o Instituto Consuelo Pinheiro. Saporì instituiu um Programa de Inclusão Social de Egressos do Sistema Prisional (PrEsp), em Minas Gerais, quando era secretário estadual de Segurança Pública, em 2005. Em 2009, o CNJ, por sua vez, implementou o projeto Começar de Novo, que promoveu programas de reinserção sob responsabilidade de Tribunais de Justiça estaduais. Mais tarde, em 2019, o conselho formulou uma Política de Atenção a Pessoas Egressas do Sistema Prisional, incentivando a criação dos chamados escritórios sociais em ao menos 18 estados, com a função de acompanhar e atender os egressos.

Tão importantes quanto as políticas destinadas a quem deixa a prisão são aquelas que buscam preparar o indivíduo, ainda atrás das grades, para o retorno à liberdade. São iniciativas de reintegração, ressocialização e reeducação, por meio de trabalho, estudo e outras atividades,

graças às quais o preso pode obter a remição de sua pena na proporção de três dias de atividade para um dia de redução. Essas medidas estão previstas na Lei de Execução Penal desde 1984, mas também sofrem com a baixa prioridade e o orçamento insuficiente.

“Na maior parte das vezes, as ações de ressocialização são iniciativas de organizações da sociedade civil. A Pastoral Carcerária da Igreja Católica é um exemplo clássico. Professores universitários também apresentam projetos à Secretaria de Administração Penitenciária dos estados, para poder levar voluntários à prisão, oferecer aulas e outros projetos de ressocialização. A mão de obra dos detentos é ofertada por algumas poucas empresas privadas, que se beneficiam do baixo custo dessa força laboral. O investimento público é baixo porque até hoje o Estado se envolve muito pouco”, afirma Corrêa.

Dois fatores cruciais para determinar a reincidência são a juventude do indivíduo e o estigma que acompanha o ex-detento. “O criminoso adulto, em geral, iniciou na adolescência. Por isso, quanto melhor conhecermos as razões e a maneira que um jovem ingressa no crime, mais condições vamos ter de pensar políticas de prevenção social”, argumenta Saporì. O estigma, no entanto, é mais difícil de enfrentar: o egresso é rejeitado por potenciais empregadores e corre o risco de só conseguir se sustentar com a ajuda do crime organizado, que, em retribuição, exige sua participação em novos delitos.

“O estigma do ex-presidiário equivale a ter sua trajetória marcada na carne. É fácil identificar, pela linguagem corporal e verbal, pelas roupas, alguém que passou pelo cárcere”, explica Corrêa. “Quando consegue superar a primeira barreira e ser contratada, de modo geral surgem as queixas de que a pessoa não sabe se portar, nem lidar com os colegas, nem se adequar à disciplina que o ambiente de trabalho exige. Não é estranho? Afinal, pelo menos em tese, o sistema penal existe justamente para disciplinar.” ■

Projeto

Transformações, continuidades e tensões: O universo res no sistema prisional brasileiro contemporâneo (n° 22/07866-2); **Modalidade** Bolsa de doutorado; **Pesquisador responsável** Marcos César Alvarez (USP); **Bolsista** Maiara Corrêa (USP); **Investimento** R\$ 106.430,04.

Artigos científicos

ABBADIE, C. E. S. *et al.* A reincidência criminal do sistema penitenciário brasileiro. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. 7(4). 2021.

FARIA, A. H. P. Reincidência criminal e criminalidade em série. **Revista do Instituto Brasileiro de Segurança Pública**. v. 3, n. 6. 2020.

IFANGER, F. C. A. e GRAVINA, N. B. Um estudo da agravante da reincidência na cidade de Campinas-SP. **Revista de Estudos Empíricos em Direito**. v. 7, n. 1. 2020.

SAPORÌ, L. F. *et al.* A reiteração de atos infracionais no Brasil: O caso de Minas Gerais. **Revista Direito GV**. v. 16, n. 3. 2020.

DE PRÓPRIO PUNHO

Livro *Cartas da África*
inicia publicação de escritos
íntimos do abolicionista

André Rebouças

Francesca Angiolillo



“

Últimos idílios: encontrar na África belíssima palmeira e dormir a sua sombra o sono eterno”, escreveu André Rebouças (1838-1898) a Alfredo Maria Adriano d’Escragnolle Taunay (1843-1899), o visconde de Taunay, em 22 de fevereiro de 1892. O engenheiro e abolicionista ainda nem havia tomado o pacote Malange, que o levaria de Marselha, na França, a Lourenço Marques, em Moçambique, mas já revestia de expectativa dramática sua viagem pelo continente africano.

A missiva é uma das 193 que Hebe Mattos, do Departamento e Programa de Pós-graduação em História da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu em *Cartas da África – Registro de correspondência: 1891-1893*. Apesar do título, o volume se inicia ainda no balneário francês de Cannes, onde Rebouças se encontrava só, após uma etapa inicial em Lisboa, Portugal, ao lado da família imperial, com a qual partira para o exílio

após a Proclamação da República. Próximo de dom Pedro II, ele se manteve fiel à monarquia após o 15 de novembro.

Na França, desgostoso com os rumos da República nascente e enquanto se preparava para a circum-navegação da África, escrevia a amigos, como José Carlos Rodrigues (1844-1923), um dos proprietários do *Jornal do Commercio*. Já nessas cartas, as primeiras do livro, reúnem-se as duas faces de Rebouças, que se alternam também nas missivas a outros 25 destinatários – o engenheiro, que manifesta suas ideias acerca de infraestrutura, e o intelectual, comentando aspectos da política.

O título, lançado pela editora Chão, dá início a uma série de cinco livros de escritos íntimos do abolicionista, organizados por Mattos – dois deles em parceria com Robert Daibert, seu colega na UFJF.

O primeiro contato de Mattos com as cartas do exílio de Rebouças se deu há mais de 15 anos. Em pesquisa para sua

tese de titularidade na Universidade Federal Fluminense, havia estudado intelectuais negros “que refletiam de alguma maneira sobre a memória da escravidão”, conta. Entre eles, Antônio Rebouças (1798-1880), conselheiro do Império, e seu filho André. Durante a pesquisa, fotografou a correspondência de André, mantida na Fundação Joaquim Nabuco, em Pernambuco. Mas a figura do pensador, nos anos seguintes, não ganhou mais espaço do que o de alguns artigos. Até que veio a proposta da editora de publicar as cartas. “Meu objetivo passou a ser compartilhar o André com um público maior.”

Na opinião de Lígia Fonseca Ferreira, da Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), *campus* de Guarulhos, esse tipo de trabalho é ainda pouco desenvolvido por acadêmicos brasileiros. Por isso, destaca a importância de dar acesso ao texto integral de Rebouças – antes, a principal fonte para seus escritos pessoais era uma seleta de 1938. Ferreira fala a partir de sua própria experiência com a obra de Luiz Gama (1830-1882) – pioneiro do abolicionismo cujos escritos ela editou em *Com a palavra, Luiz Gama* (Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2011) e em *Lições de resistência* (Edições Sesc, 2020).

Para Ferreira, enquanto Gama, um ex-escravizado, sempre esteve ciente de sua africanidade, é no período abordado por Mattos que Rebouças descobre sua con-

dição de negro. De fato, é na carta que abre o livro, indica Mattos na introdução, que Rebouças pela primeira vez se coloca como “o negro André”.

Na tese de titularidade de Mattos, o apagamento da experiência intelectual de negros livres no século XIX era um tema central. Para ela, trata-se de um “ponto básico para a forma como o racismo se institucionaliza como não racismo”. “Nomeia-se a cor quando se fala do escravo [sic], do suspeito. O tráfico é negreiro, toda vez que se fala preto, negro ou crioulo, está se pensando no escravo [sic].” Intelectuais, porém, não tinham cor, embora, como explica, no século XIX mais de 70% da população fosse preta ou parda. Mesmo pesquisadores ignoravam o dado racial ao falar de homens que hoje são “nomes de rua”, como André Rebouças ou o também engenheiro Teodoro Sampaio (1855-1937).

Esse embranquecimento, afirma, foi reforçado pelas fotos em preto e branco, que clareiam a pele de muitos deles – mas não do próprio Rebouças, cujo tom não se mascara nos retratos. Na avaliação de Mattos, a nitidez de sua cor se presta a fortalecer o mito da democracia racial. Um dos pontos mais lembrados quando se fala de Rebouças como um homem negro importante, afirma, foi sua amizade com o imperador, como se a trajetória dele, que foi engenheiro, empresário, teceu relações comerciais com homens

de seu ramo em diversos países, “fosse fruto de uma concessão” da monarquia.

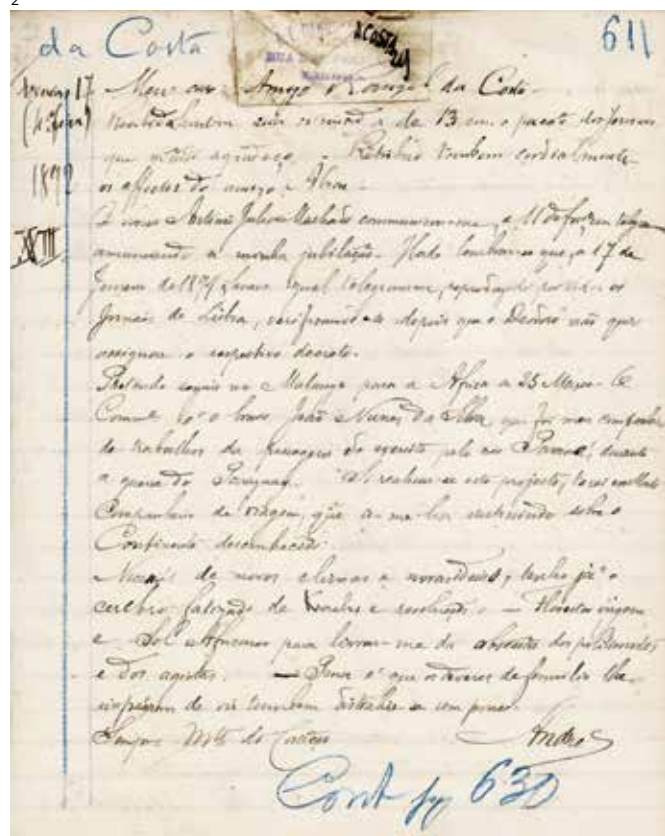
Angela Alonso, do Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo e membro da coordenação adjunta da Diretoria Científica da FAPESP, também destaca a “anulação da questão racial” e o quanto Rebouças foi usado para isso, em grande parte pela “associação espúria” entre ele e a casa monárquica. Por essa ligação, “Rebouças não tem sido valorizado como herói negro”, avalia.

Para a autora de *Flores, votos e balas* (Companhia das Letras, 2015), em que retrata o abolicionismo como movimento social, entre os méritos desse trabalho de Mattos está o de resgatar uma figura central não só para a campanha abolicionista, “seu mais importante articulador”, mas também “para muitas questões fundamentais para o Brasil”, caso da ação modernizadora que ele empreendeu ao lado de seu irmão, o também engenheiro Antônio (1839-1874). Alonso acentua lacunas ainda por preencher nos estudos sobre André Rebouças, como a do empresário bem-sucedido.

Mattos diz que a série da Chão ajudará a cobrir essa ausência. Após *Cartas da África*, estão previstos *O engenheiro abolicionista: Diário, 1882-1885*; *A abolição incompleta: Diário, 1887-1888*; *O amigo do imperador: Registro de correspondência, 1889-1891*; e *Cartas de Funchal: Registro de correspondência, 1893-1898*.

A publicação dos escritos de Rebouças traz novos temas à luz, como o “tolstoísmo” do autor, abordado no posfácio de Mattos à edição. As leituras de Lev Tolstói (1863-1947), explica, são uma “inflexão importante no liberalismo” de Rebouças e moldaram seu pensamento social. Com a defesa de uma “democracia rural”, Rebouças firma uma “crítica ao grande capital financeiro numa linha bem moral”, assemelhada à do autor russo.

O apego estoico a suas convicções, lembra Alonso, é o que impede Rebouças de aceitar as pontes que os amigos tentam fazer para que voltasse ao Brasil, o que nunca ocorreu. Ele morreu em 1898, não sob uma palmeira, como sonhou, mas na base de um penhasco junto ao mar, no Funchal, na ilha da Madeira, onde vivia desde 1893. ■



À esquerda, carta de Rebouças para o amigo Rangel da Costa. Na outra página, tela de Rodolfo Bernadelli, de 1897, a partir de retrato do busto do abolicionista, de 1885

ANTROPOLOGIA



SAMBA PARA REZAR



Pesquisa investiga o legado religioso e cultural da diáspora africana no Brasil

Ana Paula Orlandi

ILUSTRAÇÕES Mayara Ferrão

“Que horas são?”, alguém perguntou. “São 6h40 [18h40]; vamos começar?” Com isso as 10 mulheres fecharam uma meia-lua em frente ao altar. Dona Creuza estava mais próxima ao altar, junto com suas duas primas, cada uma segurando seu caderno de rezas em mãos. Embora quase todo mundo conhecesse a liturgia de cor, eram as três na frente que puxavam a novena. A novena começou em uníssono e o Sinal da Cruz. A novena terminou com algumas curtas orações, aplausos e ‘Vivas’ em nome do santo, do aniversariante e dos participantes. Aos poucos, esses aplausos foram se transformando em batidas de samba, e as pessoas começaram a puxar as cantigas de São Cosme e São Roque.”

O registro acima é do etnomusicólogo norte-americano Michael Iyanaga no recém-lançado *Alegria é devoção – Sambas, santos e novenas numa tradição afro-diaspórica da Bahia*. O livro é desdobramento da tese de doutorado defendida pelo pesquisador em 2013, na Universidade da Califórnia em Los Angeles (Ucla), e trata da tradição domiciliar de sambar e cantar para santos de devoção no Recôncavo Baiano. Na obra, o autor discorre sobre o altar, a novena (que, no caso, dura apenas uma noite) e o samba de roda, elementos presentes nesse tipo de celebração caseira, bem como disponibiliza seis gravações de cerimônias, que podem ser acessadas por QR Code. “As rezas geralmente acontecem na data consagrada ao santo pela Igreja Católica, ou então em dia próximo, mas isso não é regra”, explica Iyanaga, que atualmente leciona na Universidade Willian and Mary, em Virgínia, nos Estados Unidos.

Iyanaga esteve no Brasil pela primeira vez em 2002 e quatro anos mais tarde cursou disciplinas na Uni-

versidade Federal da Bahia (UFBA). Desde então, suas estadias no país “têm sido bem variadas”, conta. O pesquisador viveu na Bahia entre 2006 e 2007 e depois entre 2012 e 2014, quando também passou uma temporada no Recife (PE). Nos anos de 2016 e 2017 foi professor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). “Atualmente fico quase metade do ano na Bahia”, afirma. Seu interesse pelo objeto de estudo nasceu por acaso, em 2008, ao participar de uma reza a convite do grupo de samba de roda “Filhos de Nagô”, no Recôncavo. “A casa estava cheia de gente e havia muita música. Fiquei encantado e curioso por aquela celebração. Assim nasceu a pesquisa”, relata.

Um dos principais achados de seu estudo, detalhado no livro, é mostrar como essa tradição de inspiração católica e, em geral, praticada pela população negra do Recôncavo Baiano faz parte da diáspora africana, ou seja, aqui chegou com a imigração transatlântica forçada de africanos durante o tráfico de escravizados entre os séculos XVI e XIX. As pesquisas de campo desenvolvidas por Iyanaga indicam que, no Brasil, a contribuição religiosa de africanos escravizados não se restringe a práticas como a veneração de orixás. “As rezas no Recôncavo também fazem parte do legado religioso africano no Brasil porque parte das raízes desse catolicismo estão na África”, defende o pesquisador.

O argumento de Iyanaga é embasado em estudos de historiadores norte-americanos como John Thornton e Cécile Fromont, que apontam para a existência do catolicismo na África central desde o final do século XV. Ou seja, antes da chegada dos europeus ao continente americano. De acordo com essas pesquisas, o catolicismo ingressou oficialmente no antigo Congo, região que hoje corresponde à fronteira entre o norte de Angola e a atual República Democrática do Congo, em 1491, quando Nzinga a Nkuwu, então monarca congues, aceitou ser batizado. Mais tarde, seu filho Mvemba a Nzinga, que governou o Congo entre 1506 e 1545 sob o nome lusitano de Afonso I, além de respeitar festas religiosas, mandou construir igrejas e fundar irmandades. “Como apontam Thornton e Fromont, no decorrer do século XVI, o

catolicismo começou a influenciar toda a sociedade do Congo e povos vizinhos”, relata Iyanaga. “Mas ele nunca se impôs por completo sobre as tradições do antigo Congo e um novo catolicismo começou a tomar forma a partir de componentes rituais, estéticos e cosmológicos advindos das tradições locais.”

Segundo o pesquisador, isso evidencia que o catolicismo já tinha presença expressiva naquela região da África quando os povos locais começaram a ser escravizados e trazidos em número significativo para o Brasil a partir do final do século XVI. “Cerca de 45% do total de pessoas escravizadas no continente americano eram originárias da África central e falavam a língua bantu. O historiador James Sweet aponta que mais de 90% dos que foram trazidos para o Brasil até por volta de 1680 eram originários daquela região”, diz Iyanaga. “Ou seja, uma parcela dos povos centro-africanos trouxe ao Brasil o que já conhecia e praticava do seu catolicismo congues.”

De acordo com Iyanaga, o samba, que possui raízes centro-africanas, e seus antecedentes, como a umbigada e o batuque, desenvolveram-se na Bahia em conjunto com as devoções aos santos católicos. “No século XVII, por exemplo, o poeta baiano Gregório de Matos [c. 1636-1696] escreve a respeito de uma mulher mestiça que ao participar de uma dança na festa de Nossa Senhora de Guadalupe, na Bahia, leva uma série de umbigadas”, afirma o pesquisador.

Outro exemplo dessa conexão entre samba e catolicismo, diz Iyanaga, é a carta enviada pela irmandade negra Gloriosa Senhora do Rosário da Cidade da Bahia à rainha dona Maria I (1734-1816), em 1786. Entre outras coisas, solicitavam autorização para realizar “danças no idioma de Angola”. “Embora seja difícil saber com precisão o que seriam essas danças, cerca de um século mais tarde o viajante português Alfredo de Sarmiento registrou que em Angola se praticava uma dança de roda bastante parecida com o samba baiano”, relata o etnomusicólogo.

Durante sua pesquisa de doutorado, entre 2008 e 2013, Iyanaga acompanhou cerca de 40 rezas no Recôncavo Baiano, sobretudo nos municípios de Cachoeira e São Félix. “Cada reza é diferente e os nomes também variam. Além de ‘rezas’, podem ser chamadas, por exemplo, de novenas, penitências, sambas ou carurus. Neste último caso, em referência ao caruru de quiabo, iguaria baiana que costuma ser servida aos convidados”, relata o pesquisador. Um aspecto em comum é o samba, que, em geral, abre e fecha as festas. “Acredita-se que quanto mais samba houver, mais felizes as pessoas ficarão, e essa felicidade coletiva acabará por alegrar o santo ainda mais”, explica Iyanaga.

Segundo o pesquisador, o samba não está presente apenas nas comemorações religiosas que acontecem em âmbito doméstico no Recôncavo Baiano. Exemplo disso é a festa da Boa Morte e Glória, realizada anualmente na segunda quinzena de agosto, na cidade de Cachoeira. “O evento é promovido desde o século XIX, pela Irmandade de Nossa Senhora da Boa

Levantamento localizou 11 grupos de samba formados exclusivamente por crianças; muitas participavam das rezas em casas



Morte, composta por mulheres, muitas delas anciãs, praticantes do candomblé e do catolicismo”, informa a etnomusicóloga Francisca Helena Marques, professora da UFRB e autora de pesquisa de doutorado sobre a festa, defendida em 2009, na FFLCH-USP.

Ao longo de três dias acontecem procissões e banquetes públicos para comemorar a assunção de Nossa Senhora ao céu. O final do festejo é marcado por um samba, inicialmente apresentado em praça pública e depois, de forma mais privada, na sede da irmandade. “Nesse ritual, o samba simboliza a passagem da morte para a alegria de viver. O samba é a liberdade”, observa Marques, à frente do Laboratório de Etnomusicologia, Antropologia e Audiovisual (Leaa/Recôncavo-UFRB), certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Em 2019 o Leaa/Recôncavo-UFRB e a Associação de Sambadores e Sambadeiras do Estado da Bahia (Asseba) mapearam 121 grupos de samba de roda sediados não apenas no Recôncavo, mas também na Região Metropolitana de Salvador e no Portal do Sertão, território que abrange uma área de quase 6 mil quilômetros quadrados e é formado por 17 municípios, entre eles Feira de Santana. A pesquisa aconteceu para revalidar o título concedido ao samba de roda de Patrimônio Cultural e Imaterial do Brasil, outorgado em outubro de 2004, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico

Nacional (Iphan). Vale lembrar que em novembro de 2005, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) elencou a manifestação como Obra-Prima do Patrimônio Oral e Imaterial da Humanidade. O trabalho do Leaa/Recôncavo-UFRB e da Asseba, que teve como pesquisadores os próprios sambadores e sambadeiras, gerou um documentário e um livro, lançados em 2021.

Segundo o violeiro, professor de biologia e agente de combate às endemias Alexnaldo dos Santos, presidente da Asseba, as festas domésticas católicas movidas a samba de roda vêm diminuindo no Recôncavo. “Elas ainda acontecem, mas com menos frequência do que no passado. Nos últimos 15 anos, vários mestres e rezadeiras faleceram. Sem contar que muita gente virou evangélica e deixou de celebrar os santos dessa forma”, constata o sambador de 47 anos, que começou a frequentar as rezas na casa de uma tia ainda na infância. Mas há esperança de que o ritual não desapareça. “Em nosso levantamento localizamos 11 grupos de samba formados exclusivamente por crianças e muitas delas participavam das rezas em casas. No meu entender, é um sinal de que essa tradição não vai morrer, pelo menos no Recôncavo”, finaliza. ■

Livros

IYANAGA, M. *Alegria é devoção – Sambas, santos e novenas numa tradição afro-diaspórica da Bahia*. Campinas: Editora da Unicamp, 2022.

MARQUES, F. H. (org.). *Samba de roda, patrimônio da humanidade – 15 anos de salvaguarda e conquistas*. Santo Amaro da Purificação: Asseba, 2021.

MEMÓRIA

A GRANDE DAMA DA BOTÂNICA

Orientadora de estudantes mesmo antes
de cursar biologia, Graziela Barroso
descreveu 132 novas espécies de plantas

Danilo Albergaria



A botânica sul-mato-grossense
planta uma árvore no Jardim
Botânico do Rio de Janeiro,
com colegas e o padre botânico
catarinense Raulino Reitz
(segundo à direita), sem data

Graziela Maciel Barroso (1912-2003) foi uma figura central na construção da botânica brasileira. “Ela era um exemplo de como é possível fazer pesquisa com muito prazer, muita satisfação, instilando em nós a alegria da descoberta”, conta José Rubens Pirani, do Departamento de Botânica da Universidade de São Paulo (USP), que a conheceu no início da década de 1980. Mesmo com os estudantes preferindo as flores mais vistosas e maiores, ela insistia: “Mesmo a menor flor tem características admiráveis. Ponha-a na lupa e verá como ela é maravilhosa”.

Sul-mato-grossense de Corumbá, também chamada de “a grande dama da botânica”, ela formou centenas de pesquisadores em programas de pós-graduação de universidades do Rio de Janeiro, no Recife, em Campinas e em Brasília. Como pesquisadora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), identificou 11 novos gêneros e 132 novas espécies de plantas, principalmente em famílias de sua especialidade, como Asteraceae, da qual fazem parte o girassol, a margarida e a alface, e Myrtaceae, à qual pertencem a goiaba, a pitanga e a jaboticaba.

“Ao longo de sua carreira, identificar uma planta foi um trabalho muito mais árduo do que hoje, pois era necessário

fazer muita pesquisa bibliográfica em bibliotecas e herbários”, explica o botânico Marcelo da Costa Souza, coordenador do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Nos últimos anos, o acesso a acervos digitais do Brasil e de outros países torna esse trabalho incomparavelmente mais rápido.

Ela também publicou 65 artigos científicos e escreveu livros fundamentais para ensino e pesquisa de sistemática – ou classificação – de plantas. Uma de suas obras, *Sistemática de angiospermas do Brasil* (Livros Técnicos e Científicos/Edusp), publicada em três volumes entre 1978 e 1986, tornou-se referência internacional.

Mesmo com a aposentadoria compulsória, em 1982, ela não parou de pesquisar, ensinar e orientar estudantes. Aos 87 anos, em 1999, ela publicou outro livro, *Frutos e sementes – Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas* (Editora UFV), em coautoria com Marli Pires Morim e Carmen Lúcia Ichaso, do JBRJ, e Ariane Luna Peixoto, da UFRRJ. Os herbários para os quais identificou plantas ajudaram a mapear espécies ameaçadas de extinção e a preservar as áreas em que se encontravam.

COM OS ALUNOS

“Ela foi a maior formadora de recursos humanos da área no Brasil no século XX”, afirma Morim. Barroso era “dona



No campus da UnB em 1967

Graziela” para muitos ou “tia Graziela” para os pupilos mais carinhosos. A expressão familiar mostra a natureza da formação mais do que técnica e científica que ela proporcionava aos estudantes.

Peixoto, que fez o doutorado sob sua orientação, conta que Barroso não separava a orientação da pesquisa e a orientação de vida para seus alunos. “Dona Graziela tinha uma visão holística da formação dos estudantes. Ela via a pesquisa como parte da vida, sem dissociar a dimensão profissional da familiar e pessoal.”

Souza lembra-se de que ela não o apresentava a colegas como “meu estudante” ou “meu orientando”. Era “meu filho”. Ela o orientou enquanto chegava aos 90 anos. “Mesmo com tanta experiência, era humilde e percebia que tinha de continuar estudando sempre”, ele diz.

Seu acolhimento aos estudantes podia resvalar no sentimento maternal, mas não deixava de ser exigente. Morim não se esquece do dia em que ela lhe disse: “Orientador não é babá”.

Barroso alimentava nos estudantes o comprometimento com o trabalho e os inspirava a pesquisar. “Você tem o fogo sagrado da pesquisa”, ela disse para o então iniciante Pirani, depois de assistir a um dos primeiros seminários do jovem botânico na pós-graduação da USP no começo da década de 1980.



Expedição ao Sul do Brasil para coleta de plantas em 1964

Pirani conta que Barroso transmitia aos alunos o carinho e o fascínio pelo material estudado.

A devoção à botânica, evidente nas salas de aula e nos herbários, transbordava nas viagens de campo. Peixoto estava com ela, em Goiás, quando finalmente encontraram uma espécie que procuravam, *Deianira nervosa*, uma erva com flores róseas. “Dona Graziela abaixou, olhou e fez um misto de poesia com oração em que descrevia com emoção as partes da planta, a luz do sol e o próprio céu, terminando numa espécie de

agradecimento”, ela se recorda. Pirani reforça: “Ela falava e escrevia de maneira mais poética, com uma veia romântica, algo tolhido entre nós, cientistas, pela exigência de objetividade na descrição das plantas”.

Barroso só pôde se dedicar à botânica a partir dos 30 anos. Ela se casou aos 16 com o agrônomo Liberato Joaquim Barroso (1900-1949) e tiveram dois filhos: Mirtila, que se tornou artista plástica, e Manfredo, que foi piloto de avião.

Com os filhos na adolescência, ela decidiu estudar botânica, incentiva-

da pelo marido, seu primeiro e maior professor na área, segundo ela própria. Liberato trabalhava no Jardim Botânico do Rio de Janeiro e lá ela virou estagiária. Alguns anos depois, em 1946, foi a primeira mulher a prestar concurso público para pesquisar na instituição. Ficou em segundo lugar.

Barroso continuou a estudar sistemática botânica no Jardim Botânico até que o marido morreu, quando ela tinha 37 anos. Mesmo sem instrução formal na área, ela orientava estudantes e estagiários da instituição. “Ela contava que sofria discriminação por ser mulher. Diziam que o lugar dela era em casa, não pesquisando”, comenta Souza.

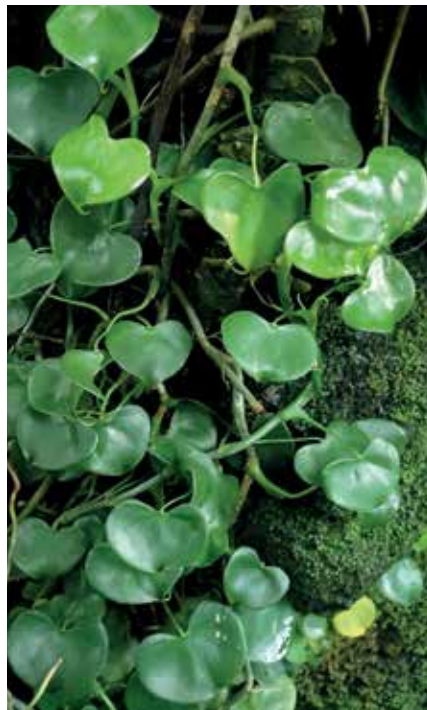
Aos 47 anos, entrou na faculdade. Logo em seguida, em 1960, Manfredo morreu quando o DC-3 da Varig do qual era o comandante se acidentou numa decolagem malsucedida. Apesar de devastada pela perda do filho, ela se formou em biologia na antiga Universidade do Estado da Guanabara, atual Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ).

Já reconhecida como pesquisadora e educadora, ela obteve o título de doutora aos 61 anos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em 1973. Antes disso, havia orientado estudantes e



O reconhecimento, ao receber uma medalha comemorativa dos 150 anos do Jardim Botânico, em 1958

Duas espécies nomeadas em sua homenagem: *Aspilia grazielae*, da família dos girassóis (abaixo), e *Philodendron grazielae*, uma trepadeira rara e perene (ao lado)



montado o Departamento de Botânica da Universidade de Brasília (UnB).

De 1966 a 1969, como professora da UnB, testemunhou perseguições do governo militar a professores. Em agosto de 1968, militares invadiram a universidade e prenderam alunos e funcionários. “Ela contava que pegou uma bandeira nacional e abraçou alguns estudantes com ela, tentando protegê-los durante a invasão. Depois, foi visitar os alunos na cadeia”, afirma Morim.

Barroso escreveu cartas de apelo pela liberação dos estudantes para o reitor da

universidade e a Presidência da República. Também protestou contra a demissão sumária de professores. Mais tarde alertou para o desmatamento causado pela construção da Transamazônica. Vista pelo governo como comunista e adversária do regime, foi impedida de entrar no Jardim Botânico do Rio de Janeiro por três meses, em 1974, quando o então presidente Ernesto Geisel (1907-1996) ocupou um dos prédios como residência.

“Dona Graziela era apartidária, mas firme no exercício da cidadania”, esclarece Morim. O botânico britânico Simon

Mayo, do Jardim Botânico Real de Kew, em Londres, ressaltou a fibra de Barroso em um depoimento gravado em 2012: “Ela tinha coragem de se impor, mesmo quando era muito difícil defender a ciência. Muito quieta e simpática, ela era aço por dentro”.

Depois da UnB, Barroso voltou ao JBRJ, trabalhou com sistemática, morfologia e taxonomia (classificação) de plantas, tornando-se uma das maiores estudiosas de espécies de plantas do país. Deu cursos em programas de pós-graduação da Unicamp, da Universidade Federal de Pernambuco, do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), entre outros. Era consultada por pesquisadores de todo o país para ajudar na identificação e catalogação de espécies.

Em sua homenagem, os colegas botânicos batizaram quatro gêneros e 83 espécies de plantas, como as árvores caiapiá-da-cana (*Dorstenia grazielae*), maria-preta (*Diatenopteryx grazielae*) e pata-de-vaca (*Bauhinia grazielae*) descritas por ex-alunos ou colegas de outros países. Em 1999, foi premiada com uma das maiores honrarias da área, a medalha Millennium Botany Award, oferecida pelo Congresso Internacional de Botânica, nos Estados Unidos.

Já perto dos 90 anos, ainda ia uma ou duas vezes por semana ao Jardim Botânico. Sua visão começou a falhar. “Eu a ajudava a ver as plantas no microscópio e descrevia o que estava observando”, conta Souza, o último botânico que ela orientou. “Marcelo se tornou os olhos da dona Graziela e foi muito importante nesse último momento dela”, avalia o ecólogo Luis Fernando Tavares de Menezes, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), que foi quem a apresentou a Souza. “Ela ficava muito angustiada por não conseguir enxergar os detalhes das plantas.”

Barroso morreu aos 91 anos, depois de ser eleita na Academia Brasileira de Ciências (não chegou a tomar posse). Pouco antes, ela foi hospitalizada com problemas pulmonares. Peixoto a visitou e saiu do hospital com um recado para Souza: “Dona Graziela falou para não esquecer de identificar o material que está debaixo da bancada”. ■



Em 1997, aos 80 anos, em um carro alegórico da Escola de Samba Unidos da Tijuca no desfile no carnaval carioca

FILÓSOFO DAS INCERTEZAS

Entre cumbias e fanfarras, Douglas Anfra busca aproximar conhecimento acadêmico do cotidiano de alunos do ensino médio

Nasci em Jundiaí e sempre gostei de música, mas não pude estudar instrumentos quando jovem. Cursei colégio técnico em saneamento e logo tive de começar a trabalhar. Entre 1997 e 2000, fui operário na indústria química. Nesse emprego, eu ganhava bem para alguém de 19 anos. Mas o cotidiano era exaustivo, os turnos podiam variar entre diurnos e noturnos. Certo dia, sofri um acidente de trabalho, tive uma queimadura na perna e precisei ficar afastado durante meses. Em Jundiaí, tinha um amigo que fazia filosofia na Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Marília, e comecei a me interessar pela disciplina.

Depois do acidente, resolvi tentar outros caminhos profissionais. Eu tinha o dinheiro guardado da rescisão, prestei vestibular na Universidade de São Paulo (USP) e comecei a cursar filosofia. Além disso, comprei instrumentos musicais. Na graduação, eu morava em uma república com oito amigos. Com o passar dos meses, o dinheiro guardado acabou e passei a trabalhar em bares e restaurantes como garçom e barman para me sustentar. Era uma rotina insana. Eu ficava até tarde no trabalho e logo cedo precisava estar na universidade para assistir às aulas. Sentia um descompasso em relação aos meus colegas, que falavam idiomas como francês e alemão e contavam com uma formação forte nas humanidades, algo que eu não tive no colégio técnico. Por isso, também comecei a estudar francês e alemão, aproveitando os cursos oferecidos pela USP.

Em 2005, a universidade abriu curso para técnico acadêmico. Eu prestei e passei, começando a desempenhar

diferentes tarefas administrativas no Departamento de Geografia. Nesse momento, também me envolvi com o movimento estudantil. Em 2009, entrei no mestrado em filosofia, com possibilidade de receber bolsa da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]. Tive de escolher entre o emprego na USP e a bolsa. Resolvi me demitir e fui exonerado. Mesmo com futuro incerto, optei pela bolsa de mestrado para poder levar a sério a carreira de pesquisador.

Sob orientação do historiador da filosofia Paulo Arantes, no mestrado, estudei as relações entre guerra e filosofia no pensamento do alemão Friedrich Engels [1820-1895]. Em 2014, entrei no doutorado, também com bolsa da Capes e com o mesmo orientador. Na filosofia, é comum que os pesquisadores se especializem em um autor, mais do que em um tema. Decidi arriscar e centrei em um assunto, analisando a associação entre desenvolvimento, evolução biológica e progresso na visão de mundo forjada

em torno da social-democracia alemã, na virada do século XIX para o XX. Assim, estudei os ciclos de formação, educação e lazer oferecidos a trabalhadores na Alemanha. Fiz uma pesquisa interdisciplinar, que envolvia leituras de filósofos, historiadores da ciência, cientistas políticos, pedagogos, entre outros, seguindo minha curiosidade.

Nesse período, dei aulas de ética na Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo (FESPSP). Defendi a tese em 2021, no meio da pandemia, e prestei concurso para uma vaga de professor substituto de filosofia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFSP), no *campus* de Suzano, onde estou.

O instituto dispõe de uma estrutura que escolas estaduais não têm. Há tempo para preparação de aulas e contamos

Filósofo (*de chapéu*) em cortejo da Cumbia Calavera, que reúne músicos latino-americanos





Como professor de filosofia, Anfra aproveita a experiência musical para desenvolver práticas em sala de aula

com apoio pedagógico e psicológico para alunos, algo que enriquece muito o processo de ensino e aprendizagem. Essa estrutura me permitiu buscar novas estratégias para ministrar filosofia para alunos do ensino médio. Consegui ler livros didáticos sobre filosofias e conhecimentos não tradicionais e pensadores contemporâneos, entre eles autores africanos, chineses, indianos e indígenas. Trouxe esse repertório à sala de aula para, depois, fazer a ponte com os filósofos tradicionais, que estão mais distantes do cotidiano dos alunos. Hoje, o professor de filosofia não consegue escapar de epistemologias não ortodoxas, mas não devemos rejeitar a tradição clássica. Minha experiência tem mostrado, inclusive, que esses saberes ajudam os jovens a se interessar por pensadores ortodoxos, pois funcionam como uma base de comparação mais próxima de sua realidade.

Meu contrato no IFSP acaba no final de 2023, e um caminho que penso em seguir é prestar concurso para me tornar professor, mas vivemos um momento de incertezas no âmbito da filosofia. Com a reforma do ensino médio, a disciplina

deverá passar a ser ministrada somente em escolas particulares. Por isso, estou fazendo uma segunda licenciatura em geografia, para ampliar os horizontes profissionais.

Desde a infância em Jundiaí, acompanhava o circuito de rock pesado, mas também gostava de músicas do repertório popular e clássico. Aprendi a tocar trombone e tuba e estou aprendendo a tocar baixo. Na pandemia, também aprendi técnicas de luteria de forma autodidata e, hoje, conserto instrumentos de sopro. Sou músico em três bandas diferentes: a fanfarra Manada, de repertório pop; o grupo experimental Fanfarra Clandestina; e Cumbia Calavera, de músicos latino-americanos que fazem releituras instrumentais de cumbias clássicas e tocam composições próprias. A filosofia está presente nessa minha vertente profissional quando organizamos reuniões para chegar a consensos em decisões de grandes grupos. Nessas horas, minha experiência com a sistematização do pensamento ajuda a balizar as discussões coletivas. O trabalho do filósofo

Oswaldo Porchat [1933-2017], por exemplo, me influenciou muito nesse aspecto, por ajudar a colocar a filosofia em contextos da vida cotidiana. Partindo do contexto musical, hoje, também penso em dar um passo além nesses diálogos e fazer um pós-doutorado para estudar as relações entre música e filosofia. Porém ainda não encontrei o caminho para transformar esse desejo em projeto de pesquisa.

Em meu cotidiano, transito entre mundos. O Carnaval, por exemplo, é um jeito de os grupos musicais levarem as ruas a um estado de anarquia. Deixamos as pessoas felizes, mas nós, músicos, trabalhamos com muita seriedade. Precisamos criar um personagem, desenvolver técnicas musicais e práticas de grupo. Há pessoas que são mais informais, mas, no meu caso, quando toco tuba, preciso sempre estar focado no grupo e não posso me desconcentrar. Para tocar o instrumento, necessito de tempo para inspirar o ar e fazer soar a nota antes dos outros. A tuba dá o tom e o ritmo para os demais instrumentos e, além disso, é um objeto pesado. Preciso tomar cuidado para não bater em ninguém em meio a multidões descontroladas. Apesar da imagem descontraída e da bagunça em atuações na rua, o trabalho dos músicos precisa de muito método para sair bem-feito. Quando eu me volto para os meus estudantes, essas experiências ajudam muito. Depois que eu já estive praticamente nu, vestido de inseto e tocando tuba para uma multidão, entro em sala de aula preparado para lidar com qualquer situação. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A CHRISTINA QUEIROZ

SAIBA MAIS

Página da
Cumbia Calavera



PIONEIRO NO USO DA LUZ SÍNCROTRON

O físico argentino Aldo Craievich teve papel relevante na criação da comunidade de usuários dessa fonte luminosa no Brasil e foi precursor das pesquisas em vidro

Domingos Zapparoli

A importância de um laboratório de pesquisa também se mede pela amplitude de sua comunidade de usuários. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas, no interior paulista, responsável pela operação do maior e mais complexo projeto científico do país, o Sirius, reúne uma comunidade de mais de 6 mil usuários regulares. O Sirius é sucessor da primeira fonte de luz síncrotron do hemisfério Sul, o UVX, que se manteve ativa entre 1997 e 2019 e recebia por volta de 1,7 mil pesquisadores por ano.

O início da formação dessa comunidade de pesquisadores em luz sín-

crotron, que reúne cientistas de toda a América Latina, está diretamente relacionado ao trabalho e à capacidade de articulação internacional do físico argentino Aldo Felix Craievich, morto em 24 de abril, aos 84 anos, em São Paulo.

“Em meados dos anos 1980, quando se iniciou o projeto do LNLS, era possível contar nos dedos de uma mão a quantidade de pessoas que conheciam luz síncrotron no Brasil. Craievich era uma delas”, testemunha a física Liu Lin, chefe da Divisão de Aceleradores do LNLS, unidade pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas. “Foi ele quem difundiu o uso da luz síncrotron

no país e é um dos protagonistas da criação do laboratório.”

Natural da província argentina de Santa Fé, Craievich graduou-se e fez doutorado em física no Instituto Balseiro, em Bariloche, na Argentina, tendo desenvolvido seu trabalho de pesquisa na França, no Laboratoire de Physique des Solides da Universidade Paris-Sud, sob supervisão de André Guinier (1911-2000), um dos expoentes da cristalografia e das técnicas de caracterização por raios X. A cristalografia, área à qual Craievich dedicou sua carreira, é o estudo da estrutura dos materiais em nível atômico.

Em 1973, ele se mudou para o Brasil, onde assumiu um cargo de docente e





Craievich no pub *The Eagle*, em Cambridge, Inglaterra, onde os cientistas James Watson e Francis Crick amadureceram a ideia sobre a estrutura do DNA e a anunciaram pela primeira vez

pesquisador no então Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC, dividido em dois institutos em 1994) da Universidade de São Paulo (USP). Ele veio a convite da física e química Yvonne Mascarenhas, uma das pioneiras da cristalografia no Brasil.

“Conheci Craievich em uma reunião da Sociedade Ibero-americana de Cristalografia realizada no Chile em fins de 1971. Fiquei encantada com a qualidade de seu trabalho. Terminado o congresso, ele me ofereceu carona para retornar a Santiago em seu carro. Fizemos uma viagem adorável, de cerca de seis horas, durante as quais tive oportunidade de aprofundar a excelente impressão que já havia tido durante o evento”, recorda-se Mascarenhas.

Em 1980, Craievich mudou-se para o Rio de Janeiro, onde trabalhou como pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). No ano seguinte, voltou para a França para um estágio de pós-doutorado em luz síncrotron no Laboratoire pour l'Utilisation du Rayonnement Electromagnétique (Lure), instalação em Orsay.

A luz síncrotron é uma radiação emitida por elétrons acelerados quase à velocidade da luz. É utilizada para a pes-

quisa da estrutura molecular e atômica dos mais diversos materiais (ver Pesquisa FAPESP nº 269). “É uma técnica que ganhou força nos anos 1970. Craievich estava em um dos principais centros de pesquisa que utilizava a técnica na época, na França, e foi um dos primeiros cientistas em atividade no Brasil a ter um contato prático, não apenas teórico, com a luz síncrotron”, conta o físico Glaucius Oliva, professor do IFSC-USP e coordenador do Centro de Pesquisa e Inovação em Biodiversidade e Fármacos, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) da FAPESP.

De volta ao Brasil no começo dos anos 1980, o pesquisador argentino foi um dos idealizadores do LNLS. Em colaboração com o físico Roberto Lobo, então diretor do CBPF, ele redigiu a “Proposta preliminar de estudo de viabilidade para a implantação de um Laboratório Nacional de Radiação Síncrotron”, documento aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1983.

Craievich tornou-se o primeiro diretor científico do LNLS, entre 1987 e 1997. Coordenou a implementação do laboratório em parceria com o engenheiro e físico Ricardo Rodrigues (1951-2020), primeiro diretor-técnico, e o físico Cylon Gonçalves da Silva, primeiro diretor-geral do LNLS.

Coube a Craievich fomentar entre a comunidade científica brasileira e latino-americana o uso da luz síncrotron para a pesquisa da estrutura molecular e atômica de materiais e estimular a formação de profissionais capazes de se tornarem os futuros usuários do laboratório. Para isso, elaborou em 1984 uma chamada para bolsas do CNPq de iniciação científica, mestrado, doutorado, pós-doutorado e pesquisa, em temas relacionados à construção da fonte e linhas de luz e suas aplicações.

“Ele era um entusiasta da pesquisa científica com luz síncrotron e estimulou muitos profissionais a conhecer e utilizar a técnica. Como não havia especialistas no país, organizou workshops com palestrantes estrangeiros, promoveu cursos e incentivou estudantes a se formarem fora do país”, recorda o físico Helio Tolentino, que foi colega de Lin na primeira turma do projeto de bolsistas do CNPq dentro do projeto síncrotron

e é o atual chefe da Divisão de Matéria Heterogênea e Hierárquica do LNLS.

Craievich concebeu e promoveu as primeiras Reuniões Anuais de Usuários (RAU) do LNLS, com o objetivo de aperfeiçoar as técnicas de luz síncrotron e debater resultados e problemas do laboratório. Ainda hoje esses encontros são realizados. “A comunidade de usuários é o que há de mais precioso no LNLS e o que dá vida ao laboratório”, avalia Lin.

O físico liderou o planejamento e a implementação das primeiras linhas de luz do LNLS, ou seja, as estações de pesquisa que contam com focos específicos para seus objetos de estudo. Em 1997, transferiu-se para o Instituto de Física (IF) da USP, em São Paulo, no qual foi professor e ocupou a chefia do Departamento de Física Aplicada de 2002 a 2006.

PIONEIRO NA PESQUISA EM VIDROS

Craievich também se dedicou às pesquisas em física da matéria condensada e nanomateriais, com ênfase em estudos de estruturas e transformações estruturais de sólidos e métodos cristalográficos. Publicou mais de 230 artigos em revistas científicas, com contribuições em estudos de diferentes materiais. Foi um dos pioneiros da pesquisa em vidros no Brasil.

Edgar Dutra Zanotto, fundador e atual coordenador do Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV) do Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), atribui ao argentino influência decisiva em sua carreira.

Em 1972, Zanotto ingressou como aluno de graduação da terceira turma do curso de engenharia de materiais da UFSCar. “Praticamente não existiam professores especializados no Brasil. Tínhamos aulas com docentes de física e química”, lembra o engenheiro. Um dos primeiros professores da disciplina de ciência dos materiais foi Craievich. “Ele era da USP de São Carlos, mas foi ‘emprestado’ à UFSCar para ministrar essa disciplina.”

Membro-fundador da Sociedade Brasileira de Pesquisa de Materiais (SBP-Mat), Craievich integrou a Associação Brasileira de Cristalografia (ABCr) e a Academia Brasileira de Ciências (ABC). Amante do cinema, apreciava música erudita e gostava de acompanhar torneios de tênis e futebol. Era viúvo e deixava um filho. ■

UM NATURALISTA ENTRE GEÓLOGOS

Setembrino Petri valorizava os microfósseis para refazer a história das paisagens naturais

Carlos Fioravanti



Petri, em fevereiro deste ano

A geóloga Ana Maria Góes, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), conta que Setembrino Petri não sossegava: “Até os 90 anos saía para trabalhos de campo”. Aposentado em 1985, ele deu aulas por mais 10 anos no IGc e orientou estudantes até pouco antes de morrer, em 1º de março, aos 100 anos. Por causa de sua trajetória pessoal e profissional, ele enfatizava que era naturalista, não geólogo.

“A forma de pensar de um naturalista e de um geólogo é diferente”, comentou em uma entrevista dada a *Pesquisa FAPESP*. “O naturalista olha para a natureza, a partir de uma observação ampla, organizando o conhecimento pela integração dos vários assuntos simultaneamente contemplados. O geólogo parte a sua observação de um evento baseado em uma pergunta circunscrita ao seu campo de trabalho, completando ou remodelando um corpo de conhecimento prévio.”

Nascido em Amparo, Petri ingressou em 1942 no curso de história natural da então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP – não havia ainda curso de geologia em São Paulo. “O

clima tenso dos últimos dias da Segunda Guerra Mundial tingia o nosso cotidiano de uma aura de preocupação, trazendo profundas incógnitas sobre o futuro; éramos ocupados por um senso de responsabilidade, talvez pesado demais para a nossa idade”, ele escreveu no livro *Crônicas da paleontologia brasileira*, organizado por Rafael Delcourt e Renato Pirani Ghilardi (Letra1, 2022).

Formado em 1944, Petri trabalhou por quase um ano no Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo, antes de ingressar no doutorado em história natural na USP, em 1945. Concluído em 1948, seu doutorado, sobre fósseis marinhos do Paraná com idade de 419 milhões a 370 milhões de anos, apresentou uma nova abordagem para a época, chamada de paleontologia estratigráfica, que associa os fósseis às camadas geológicas onde foram encontrados.

Ele começou a se interessar por microfósseis – restos de esqueletos de organismos microscópicos, com milésimos de milímetro a poucos centímetros de comprimento – quando Antônio Rocha Pentead, um colega do Departamento de Geografia da FFCL, entregou-lhe lâminas de calcário trazidas do Pará.

Elas continham muitos microfósseis de organismos unicelulares marinhos conhecidos como foraminíferos.

Para estudá-los, conseguiu uma bolsa no Cushman Laboratory of Foraminiferal Research (hoje Cushman Foundation for Foraminiferal Research), nos Estados Unidos. Ele estava lá quando a direção do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), por indicação de Leinz, convidou-o para estudar os fósseis de áreas de sondagens. Petri deixou a USP e em 1950 começou a trabalhar para o CNP em Belém, onde montou o primeiro laboratório de micropaleontologia do Brasil. Em 1954, quando o CNP se transformou na Petrobras, ele reingressou na USP.

No IGc, Petri fez mapas paleogeográficos, com a distribuição de animais marinhos ao longo da costa brasileira há milhões de anos, e descreveu dezenas de novas espécies de foraminíferos – a descrição mais recente, de espécies da península Antártica com idade entre 22 milhões e 11 milhões de anos, foi apresentada em um artigo de janeiro de 2022 na *Journal of Paleontology*. Ele argumentava que os microfósseis eram abundantes e muito úteis para definir a idade de formações rochosas. ■

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pilli

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, 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

Marcio de Castro

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa
FAPESP

ISSN 1519-8774

COMITÊ CIENTÍFICOLuiz Nunes de Oliveira (*Presidente*), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Angela Maria Alonso, Carlos Américo Pacheco, Cláudia 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 Anghes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Luiz Henrique Lopes dos Santos, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Slijs, 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 (*Política C&T*), Carlos Fioravanti, Marcos Pivetta, Maria Guimarães e Ricardo Zorzetto (*Ciência*), Glenda Mezarobba (*Humanidades*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*)**REPÓRTERES** Christina Queiroz e Rodrigo de Oliveira Andrade**ARTE** Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (*Designers*), Alexandre Alfonso (*Editor de Infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*), Amanda Negri (*Coordenadora de produção*)**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**SITE** Yuri Vasconcelos (*Coordenador*), Jayne Oliveira (*Coordenadora de produção*), Kézia Stringhini (*Redatora on-line*)**MÍDIAS DIGITAIS** Maria Guimarães (*Coordenadora*), Renata Oliveira do Prado (*Editora de mídias sociais*), Vitória do Couto (*Designer digital*)**VÍDEOS** Christina Queiroz (*Coordenadora*)**RÁDIO** Fabrício Marques (*Coordenador*) e Sarah Caravieri (*Produção*)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro**REVISÃO TÉCNICA** Angela Alonso, Angela Krabbe, Célio Haddad, João Luiz de Azevedo, José Roberto Arruda, Flávio Meireles, Francisco Laurindo, Gustavo Wiederhecker, Helvecio Della Coletta Filho, Luiz Vitor de Souza Filho, Marta Arretche, Paolo Piccione, Rafael Oliveira, Ricardo Ribeiro Rodrigues, Rita de Cássia Passaglia**COLABORADORES** Ana Paula Orlandi, Danilo Albergaria, Diego Viana, Domingos Zapparoli, Francesca Angiolillo, Gilberto Stam, Guilherme Eler, Marcelo Kitahara, Mayara Ferrão, Renata Fontanetto, Rodrigo Cunha, Sinésio Pires Ferreira, Suzel Tunes, Talita Hoffmann, Tiago Jokura**MARKETING E PUBLICIDADE** Paula Iliadis**CIRCULAÇÃO** Aparecida Fernandes (*Coordenadora de Assinaturas*)**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** 28.900 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**Álcool**

Bem isso: uma droga psicoativa (“O tamanho da dose”, edição 327). Assim como a propaganda de cigarros foi proibida, as de bebidas também deveriam ser.

Sabrina Freitas

Partidas

Muito obrigada à revista e à jornalista Ana Paula Orlandi pelo texto cuidadoso e pela divulgação do *Guia didático e histórico de verbetes sobre a morte e o morrer* (“Precisamos falar sobre a morte”, edição 327).

Mara Nascimento

Relações proibidas

Assédio sexual é totalmente diferente de manter uma relação amorosa com outra pessoa (“Universidade de Oxford proíbe relacionamentos íntimos entre alunos e seus profissionais”, disponível apenas no site). Acredito que a política

de gestão do “conflito de interesses” em casos de relacionamentos sentimentais seria suficiente.

Daniel de Albuquerque

Há o enorme privilégio que um superior oferece a seu subordinado quando se relacionam. Esse privilégio é comum na universidade, como em outras instituições cujos cargos são valorizados e almejados. Deveria ser proibido também em universidades brasileiras.

Thiago Carbonel

Taxas proibitivas

Artigos científicos não são escritos para o público geral, mas para a comunidade acadêmica – que, no caso, estaria mais bem servida e fazendo um trabalho melhor se não tivesse que se preocupar em obter verba para a taxa de publicação (“Dores da exclusão”, edição 327).

Luísa Guimarães

Queimadas

Se houvesse compromisso contra as queimadas, a vigilância seria reforçada no período que antecede a seca, funcionando 24 horas por dia (“Método para prever os caminhos dos incêndios no Cerrado”, edição 327). A agilidade é o segredo para se evitar um desastre.

Bruno Pereira

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

CONTATOSrevistapesquisa.fapesp.brredacao@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

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



Moradia protegida

Durante as expedições do projeto que investiga o impacto das mudanças do clima sobre os corais, o oceanógrafo Marcelo Kitahara fotografa a paisagem e os organismos subaquáticos. No recife das Timbebas, que integra o Parque Nacional Marinho de Abrolhos, Bahia, ele avistou este camarão transparente e listrado sobre uma anêmona *Condylactis gigantea*, ameaçada de extinção. A relação, já conhecida, beneficia ambos: o camarão ajuda na limpeza da superfície da hospedeira, enquanto as toxinas secretadas pela anêmona mantêm potenciais predadores a distância.

Imagem enviada por Marcelo V. Kitahara, professor do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo (CEBIMar-USP)

TENHA PESQUISA FAPESP SEMPRE COM VOCÊ

assine *Pesquisa FAPESP*,
a revista mensal com
reportagens sobre o mundo
da ciência, da tecnologia
e das humanidades

12 edições por

r\$ 100

assinatura regular

r\$ 79

professores

r\$ 57

estudantes

para assinar:



www.revistapesquisa.fapesp.br
assinaturaspesquisa@fapesp.br





**À VENDA EM BANCAS
DE TODO O PAÍS**