

TRANSTORNOS DO JOGO

Invasão das *bets* aumenta o risco de problemas financeiros, dependência e até suicídio, alertam estudos

Edição de aniversário: 25 anos de ciência vistos por *Pesquisa FAPESP*

Pesquisadoras explicam por que mulheres ocupam poucos cargos políticos no Brasil

Empresas usam ambientes regulatórios experimentais, os *sandboxes*, para testar inovações

Aos 108 anos, o primatologista Milton Thiago de Mello rememora sua carreira

Brasileiros contribuem com o DUNE, maior projeto de detecção de neutrinos

Monóculo de visão termal que capta pessoas na escuridão é criado no país



promoção dos
25 anos
da revista

assine por
25 meses
pela metade do
preço de banca
r\$ 250
e ganhe uma
ecobag exclusiva*

revista **pesquisa** fapesp

25 anos
noticiando
a ciência
brasileira

*oferta válida até dezembro de 2024
detalhes disponíveis em
revistapesquisa.fapesp.br/assine

Capa
João Montanaro

5 EDITORIAL – 25 ANOS
Por José Fernando Perez
e Marco Antonio Zago

6 NOTAS

CAPA

12 Proliferação de *bets*
leva à preocupação
com o crescimento de
casos patológicos

ENTREVISTA

22 Aos 108 anos,
o primatologista Milton
Thiago de Mello
revisita a carreira

LEGISLAÇÃO

28 Ambientes regulatórios
experimentais são
explorados por empresas
do país

EMPREENDEDORISMO

32 Número de projetos
sobre IA do programa
Pipe cresceu 20 vezes em
uma década

BOAS PRÁTICAS

34 Iniciativa reúne
papers acompanhados por
estudos que verificaram
suas conclusões

DADOS

37 Títulos de doutorado
concedidos recuperam
o nível pré-pandemia

PESQUISA FAPESP 25 ANOS

38 Alguns temas de
ciência e tecnologia que se
destacaram neste século

44 Interesses da
pesquisa brasileira entre
1999 e 2024

48 Pesquisadores
explicam 15 conceitos da
área de Humanidades
abordados em reportagens

52 Professores usam
a revista em sala de aula
para discutir processos
científicos

57 A publicação alcança
todos os estados
e o Distrito Federal



FÍSICA

58 Brasileiros criam método de purificação de argônio líquido para o maior experimento sobre neutrinos

CRIOGENIA

62 Alto custo e incertezas no fornecimento do gás hélio dificultam pesquisas

IMUNOLOGIA

64 Butantan interrompe o desenvolvimento de candidata a vacina contra a Covid-19

ECOLOGIA

66 Espécies endêmicas fundamentam proposta de detalhamento dos ambientes da Caatinga

ARQUEOLOGIA

72 Milho primitivo era cultivado no Brasil entre 1.000 e 500 anos atrás

DEFESA

76 Empresa brasileira desenvolve monóculo de imagem térmica de uso militar

AGRICULTURA

80 Açúcares e óleos essenciais são testados como opção a agrotóxicos contra o cancro cítrico

CIÊNCIA POLÍTICA

82 Funcionamento do sistema político colabora para a baixa representatividade feminina

ENTREVISTA

88 O filósofo francês Francis Wolff relembra a época em que lecionou na USP

MEMÓRIA

90 Cacau e especiarias da Amazônia valiam como moeda no século XVIII

ITINERÁRIOS DE PESQUISA

94 A escritora Amara Moira defende que pessoas transgênero estejam no meio acadêmico

RESENHA

96 *Pensar os museus: Mito, história, tradição*, de Bruno Brulon Soares. Por Emerson Dionísio Gomes de Oliveira

97 COMENTÁRIOS

98 CLASSIFICADOS

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR



VÍDEOS

Como a ciência pode ajudar a melhorar o desempenho no futebol?

Estudos revelam as estratégias que auxiliam as comissões técnicas de clubes na prevenção de lesões



Pantanal em chamas

Aumento recorde de temperatura e de queimadas, somado à escassez de chuvas, ameaça a sobrevivência do bioma



PODCAST

Manobra para resfriar o planeta

Os potenciais riscos e benefícios da linha de pesquisa que propõe injetar partículas na atmosfera para amenizar a temperatura da Terra. E mais: bifungites; algoritmos; medições

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



Uma revista a serviço da ciência brasileira

Em outubro de 1999, *Notícias FAPESP*, um informativo focado nas ações da Fundação, foi transformado na revista *Pesquisa FAPESP*, que hoje comemora 25 anos, ampliando grandemente seu escopo.

Dois anos antes, um de nós (JFP), então diretor científico, fora recebido na sede do jornal *Folha de S.Paulo* pelo seu *publisher*, Octavio Frias de Oliveira, a quem teve oportunidade de apresentar a Fundação; ele ficou encantado com a missão da FAPESP e a amplitude das atividades financiadas, com seus custos administrativos tão baixos e, em particular, com o próximo lançamento do programa de apoio à inovação em pequenas empresas, o Pipe, hoje um grande sucesso. Ao final, “seu Frias” (como ele gostava de ser chamado) emitiu seu juízo: “Se vocês são tão bons assim, são muito ruins de marketing”. Pegos de surpresa, os visitantes concordaram com aquele julgamento, pois uma agência que recebe 1% da receita tributária do estado tem obrigação de mostrar aos contribuintes o que é feito com esses recursos tão expressivos.

Foi uma mudança radical, que não se limitou ao formato e ao ambicioso projeto editorial da nova revista. Nas palavras da diretora de redação à época, Mariluce Moura: “Entendemos que *Pesquisa FAPESP* tem um vasto potencial para aproximar mais o mundo da pesquisa da opinião pública paulista, e mesmo nacional, porque está vocacionada para ser uma publicação de referência para a mídia”, previsão que se concretizou plenamente, pois transformou-se em “fonte privilegiada de pautas, de consultas e de matérias para as editorias de ciência de jornais, revistas, emissoras de rádio e TV e agências de notícias”.

Com uma tiragem mensal de 28 mil exemplares impressos, ampla circulação na comunidade

científica, está também disponível na internet, com um acesso crescente: de 350 mil em julho de 2023 para 1 milhão de acessos em julho do presente ano. É citada em média uma centena de vezes por mês, na imprensa, e cerca de 60 vezes por ano em órgãos de outros países.

Ressalte-se, adicionalmente, seu impacto educacional. Participa da midiateca digital co.educa, parceria da FAPESP, da Fundação Roberto Marinho e do Canal Futura, ferramenta para estudantes e professores para uso na sala de aula do ensino secundário, que registrou 31 mil acessos entre março e setembro de 2024. Todo o acervo da revista integra o sítio digital Centro de Memória da FAPESP, incluindo as edições internacionais (em inglês, francês e espanhol).

Examinar essa coleção permite identificar os grandes marcos da ciência e do ensino superior do estado neste quarto de século: a) o sequenciamento da Xylella, que revolucionou a pesquisa biológica no país, capitaneada pela FAPESP; b) a história da concepção e construção do Siriús, orgulho da ciência nacional; c) integridade na pesquisa, a partir do movimento pioneiro da FAPESP de fomentar no Brasil o debate sobre ética na pesquisa; d) a Amazônia e as mudanças climáticas, tópicos sistematicamente cobertos pela revista nos últimos decênios; e) o risco das epidemias, o impacto da pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2, a zika e seu papel na microcefalia; f) e a inclusão social e étnica no ensino superior, novas formas de acesso, avaliação de seus impactos e desafios de sua implementação.

A relevância crescente da revista representa uma contribuição importante, no panorama nacional, ao combate do negacionismo irracional quanto ao valor da ciência e do conhecimento.

NOTAS

São Paulo teve o pior ar do mundo por cinco dias

Entre 120 metrópoles do globo, São Paulo figurou como a grande cidade com a pior qualidade do ar por cinco dias consecutivos, entre 9 e 13 de setembro, segundo ranking feito pelo site suíço IQAir. No período, a maior cidade brasileira passou por dias extremamente secos, com o céu tomado por fumaça proveniente de queimadas em diferentes partes do país, como Amazônia e Pantanal, além de incêndios no próprio território paulista. A qualidade do ar foi considerada como não saudável em vários momentos desses dias e ultrapassou os 150 pontos de uma escala adotada pelo IQAir. O site atualiza a classificação praticamente em tempo real – geralmente a cada hora – da qualidade média do ar das cidades monitoradas. Isso é feito a partir de uma média das infor-

mações fornecidas por estações de medição da poluição atmosférica instaladas nesses centros urbanos. O poluente usado como referência para fazer o ranking são as partículas finas inaláveis de até 2,5 micrômetros ($MP_{2,5}$), que podem ficar em suspensão por muito tempo, serem absorvidas pelo organismo humano e causar problemas de saúde. Elas são provenientes da queima de combustíveis fósseis, de incêndios florestais e da combustão de vegetação. O ranking é mantido por uma empresa que produz equipamentos para tratamento do ar (IQAir) em parceria com organizações não governamentais, como o grupo ambientalista Greenpeace, e os programas das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat).

Em setembro, na capital paulista, o céu ficou assim

Maracujá contra o Sol

Vendido em feiras livres do interior da Bahia e de Goiás, com polpa amarelada, ácida e teores altos de vitamina C, o maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata*), típico da Caatinga e do Cerrado, pode ganhar novas aplicações. Nove compostos químicos chamados flavonoides, extraídos das folhas, apresentaram efeito antioxidante e fotoprotetor, barrando os raios ultravioleta do Sol, *in vitro*, em um estudo que reuniu pesquisadores das universidades de São Paulo (USP), Federal do Vale do São Francisco (Univasf), do Porto, de Portugal, e Paris Cité, da França. Também *in vitro*, o extrato de folhas aumentou a eficácia de formulações comerciais, indicando que poderia ser usado como adjuvante para reduzir a quantidade de compostos sintéticos dos filtros solares e o risco de reações alérgicas. As folhas e frutos do também chamado maracujá-da-caatinga são usados para tratar insônia, ansiedade, hipertensão e inflamação. Na região Nordeste, a polpa é usada na produção de sucos, doces e cerveja, sendo as folhas descartadas. As flores são ornamentais, geralmente roxo-escuro, mas também rosa, lilás e branca (*Chemistry and Biodiversity*, agosto).



Uma espécie do Cerrado emerge como fonte de flavonoides com efeito fotoprotetor

2

Outro El Niño, ao sul do equador

Uma equipe internacional de pesquisadores identificou outro El Niño, uma mudança nos ventos e nas correntes sobre as águas tropicais do Pacífico que influencia o clima em todo o planeta. Apelidado de "novo El Niño", o Padrão Circumpolar de Onda-4 do Hemisfério Sul emerge ao sul do Pacífico subtropical sudoeste. "Essa descoberta é como encontrar uma nova mudança no clima da Terra", comentou o meteorologista Balaji Senapati, da Universidade de Reading, no Reino Unido, ao site ScienceAlert. No início do verão no hemisfério Sul, entre dezembro e fevereiro, em uma área relativamente pequena do oceano próxima à Austrália e à Nova Zelândia, ocorrem flutuações anuais na temperatura da superfície do mar ligadas a um padrão específico conhecido como número de onda-4 (W4), que leva a alterações nas temperaturas atmosféricas na região subtropical e em latitudes médias. Por sua vez, os ventos propagam as mudanças de temperatura na atmosfera e, conforme as análises, podem carregar o ar aquecido ou resfriado ao redor do globo em um padrão climático distinto do El Niño e seu fenômeno irmão, La Niña, já conhecidos, que ocorrem no Pacífico equatorial. A descoberta ajuda a explicar as secas intensas dos últimos anos no hemisfério Sul (*Journal of Geophysical Research: Oceans*, 6 de julho; *LiveScience*, 25 de julho).

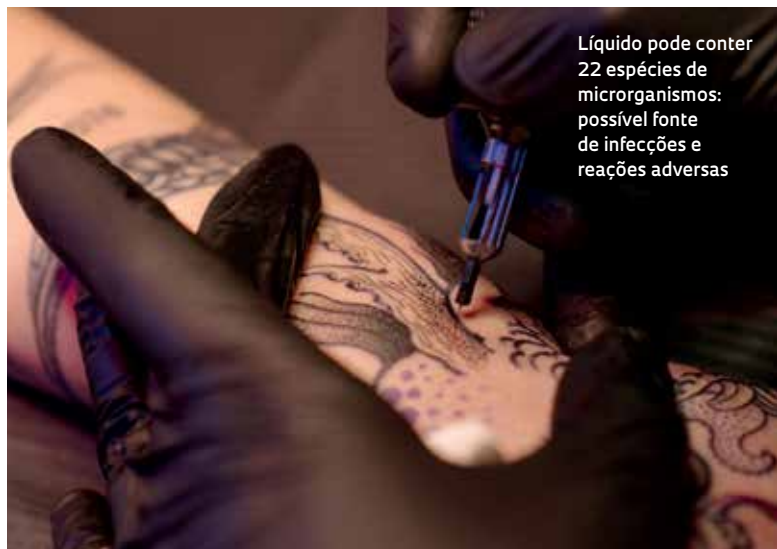
Micróbios indesejados no sangue de catadores de materiais recicláveis

As condições precárias de trabalho dos catadores de materiais recicláveis facilitam a propagação de vírus causadores de doenças. Pesquisadores das universidades de Brasília (UnB) e de São Paulo (USP), do Instituto Butantan e do Campus Biomédico da Itália analisaram por metagenômica amostras de sangue de 120 catadores que em 2017 trabalhavam no aterro da Cidade Estrutural, próximo ao Parque Nacional de Brasília, no Distrito Federal. A maioria (71%) era de mulheres. Os resultados foram comparados com os de 60 doadores de sangue do Centro de Hematologia de Ribeirão Preto. As amostras foram testadas em conjunto e algumas revelaram ácidos nucleicos de vírus, como o HIV (imunodeficiência humana), HCV (hepatite C), da dengue e da chikungunya, não encontrados no grupo-controle. A Cidade Estrutural abriga cerca de 45 mil moradores. Cerca de 2 mil trabalhavam no aterro da Estrutural antes de ser desativado, em 2017; atualmente, recebe apenas resíduos da construção civil. Muitos catadores ainda moram no local e trabalham em cooperativas e associações contratadas pelo serviço de limpeza urbana do Distrito Federal ou como autônomos, recolhendo materiais na rua (*Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, agosto).

3



Moradores da periferia do Distrito Federal selecionam resíduos domésticos e de escritórios



Células solares eficientes e flexíveis

Físicos da Universidade de Oxford, no Reino Unido, criaram painéis solares fotovoltaicos tão finos, flexíveis e eficientes que podem ser impressos sobre a superfície de objetos, como bolsas, telefones celulares e carros. Com 1 micrômetro (0,001 milímetro) de espessura, as células solares foram produzidas por um método desenvolvido na instituição britânica e são 150 vezes mais finas do que os produtos comerciais atualmente disponíveis. Elas são feitas de perovskita, material que tem sido estudado como uma alternativa ao silício presente na maioria dos painéis hoje em uso. As novas células ultrafinas e maleáveis conseguem converter 27% da energia solar em eletricidade, desempenho semelhante ao dos melhores painéis feitos de silício. A taxa de conversão foi certificada, de forma independente, pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Industrial Avançada do Japão (Aist). "Usando novos materiais que podem ser aplicados como revestimento, mostramos que podemos replicar e superar o silício, ao mesmo tempo que ganhamos flexibilidade", disse, em comunicado de imprensa, o físico Junke Wang, que faz estágio de pós-doutorado em Oxford e é um dos autores do trabalho. Até o final do ano, os pesquisadores esperam publicar um artigo científico em que contam detalhes do processo de desenvolvimento das células flexíveis (Universidade de Oxford, 13 de agosto).

Bactérias em tintas de tatuagem

Mais de um terço dos testes realizados em 75 amostras de tintas usadas nos Estados Unidos para fazer tatuagens e maquiagem permanente deu positivo para a presença de bactérias. Os exames foram feitos por pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa Toxicológica (NCTR) do FDA, a agência federal que regula alimentos e remédios no país, e incluíram produtos de 14 marcas populares. Em 26 exemplares das tintas, foi constatada a contaminação por bactérias que se desenvolvem tanto na presença como na ausência de oxigênio. No total, 22 espécies de microrganismos foram encontradas, 19 delas com potencial patogênico, como *Cutibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis* e *S. saprophyticus*. "A crescente popularidade das tatuagens nos últimos anos coincidiu com um aumento nas complicações ou reações adversas relacionadas a essa prática, como infecções microbianas, complicações imunológicas e respostas tóxicas", disse, em comunicado de imprensa, o microbiologista Seong-Jae Kim, do NCTR, um dos autores do estudo (*Applied and Environmental Microbiology*, julho).

Discretas e vorazes

As plantas do gênero *Philcoxia* escondem o jogo. Em meio à areia branca de campos rupestres, os finos talos, que não chegam a 20 centímetros de altura e portam delicadas flores lilases, parecem um matinho despretenso. Mas não são inofensivos. Escondidas debaixo de uma fina camada de areia, as folhas arredondadas de no máximo 2 milímetros secretam uma substância pegajosa que captura – e digere – uma profusão de minúsculos vermes nematoides. Agora foi descoberta uma espécie amazônica, *P. cachimboensis*, nesse gênero típico do Cerrado e da Caatinga. As plantas carnívoras foram coletadas por uma equipe botânica do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, durante uma expedição à serra do Cachimbo, na divisa do Pará com Mato Grosso. De acordo com o biólogo Ray Lopes Neto, que fez o trabalho durante o doutorado na Universidade Federal Rural da Amazônia, foi surpreendente encontrar a espécie ali. A planta foi coletada apenas nos municípios vizinhos de Novo Progresso e Altamira, sem informação precisa de distância. Falta um levantamento aprofundado da região para avaliar quão comum e disseminada é a nova espécie (*Acta Amazonica*, junho).

Philcoxia cachimboensis, nova espécie de planta carnívora da Amazônia





As pizzas são fontes de prazer e de gorduras prejudiciais ao organismo

3

Risco de colesterol alto em jovens

O risco de desenvolver aterosclerose pode começar muito mais cedo na vida do que se pensava, destacando a necessidade de manter os níveis de colesterol baixos mesmo quando jovem, de acordo com um estudo da Universidade de Cambridge, no Reino Unido. Os pesquisadores alimentaram camundongos com uma dieta rica em gordura ao longo da vida, para ver se o risco de aterosclerose aumentaria. "Vimos que uma dieta intermitente rica em gordura, começando enquanto os camundongos ainda eram jovens – uma semana de dieta, algumas de descanso, outra de dieta e assim por diante –, era a pior opção em termos de risco de aterosclerose", disse Ziad Mallat, líder do grupo, em um comunicado da universidade. Depois, examinaram os dados do Estudo de Risco Car-

diovascular em Jovens Finlandeses. Os participantes com os níveis mais altos de colesterol no sangue quando crianças tendiam a ter o maior acúmulo de placas, os ateromas, mesmo que os níveis tivessem depois normalizado. Os resultados sugerem que a exposição intermitente precoce ao colesterol pode ser um forte determinante da aterosclerose e ressaltam a importância do controle dos níveis de colesterol desde a infância. Também reforçam a ideia de que pessoas que tomam medicamentos para controlar os níveis de colesterol, como as estatinas, devem continuar tomando, mesmo que as taxas de colesterol voltem ao normal, já que interromper o tratamento poderia aumentar o risco de aterosclerose (Universidade de Cambridge e *Nature*, 4 de setembro).

Churrasco de gliptodonte

Cortes nos ossos da bacia de um fóssil de gliptodonte que viveu há cerca de 21 mil anos às margens do atual rio da Reconquista, na Região Metropolitana de Buenos Aires, indicam que as marcas foram provavelmente produzidas por artefatos de pedras fabricados por humanos. Os talhos teriam sido produzidos com o intuito de consumir a carne desse extinto mamífero gigante. Essa interpretação é proposta pelo arqueólogo Mariano Del Papa, da Universidade Nacional de La Plata, da Argentina. Parente distante dos atuais tatus, o gliptodonte era uma das espécies que compunham a chamada megafauna sul-americana, que desapareceu por completo há 13 mil anos. Para os autores do estudo, as marcas observadas em um exemplar de gliptodonte do gênero *Neosclerocalyptus* sinalizam que havia seres humanos no sul do continente há muito mais tempo do que se pensava, por volta de 20 mil anos atrás, durante o Último Máximo Glacial. Esse é o período mais recente da história geológica do planeta em que as calotas de gelo polar atingiram sua máxima extensão, cerca de 8% da área do globo, e representa o auge do frio durante uma era glacial (*PLOS ONE*, julho).



Representação artística de gliptodonte, que viveu há 20 mil anos: parente distante do tatu

4

Centro de genômica de doenças emergentes na Nigéria

Está prevista para este mês a inauguração do novo laboratório, com 1.300 metros quadrados, do Centro Africano de Excelência em Genômica de Doenças Infecciosas (Acegid), da Nigéria. O espaço abrigará um computador de 12 petabytes (10^{15} bytes) para armazenar grande quantidade de dados de sequências de genomas de organismos causadores de doenças infecciosas. No laboratório principal, pesquisadores trabalham com amostras de genomas de toda a África, alguns em um sequenciador de última geração. O Acegid começou a funcionar em 2014, à beira de uma rodovia na cidade nigeriana de Ede, com financiamento do Banco Mundial e do Instituto Broad, dos Estados Unidos, para lidar com doenças emergentes na Nigéria. Em 2020, a equipe dirigida pelo biólogo molecular Christian Happi, fundador do centro, concluiu



A entrada do Acegid, na cidade nigeriana de Ede, com 47 pesquisadores com doutorado

o mapeamento da primeira sequência do genoma do vírus causador da Covid-19 na África. O instituto acumulou o maior catálogo mundial de genomas de Lassa, com mais de mil amostras sequenciadas, que ajudaram a desenvolver testes diagnósticos. Dos 117 funcionários, 47 são pesquisadores com doutorado. Doações de instituições filantrópicas e bolsas de pesquisa de governos estrangeiros cobrem o orçamento anual de US\$ 10 milhões (*Science*, 9 de agosto).

Açúcar contra a calvície

Um açúcar que ocorre naturalmente nas pessoas e em outros animais pode ser um novo aliado no combate à calvície, segundo trabalho recente coordenado por pesquisadores da Universidade de Sheffield, no Reino Unido. Em roedores nos quais a perda de pelagem havia sido estimulada para mimetizar os efeitos da calvície humana, a equipe britânica percebeu que a administração de uma pequena dose de 2-desoxi-D-ribose (2dDR) favorecia a formação de novos vasos sanguíneos e fazia os pelos crescerem mais rapidamente. A descoberta ocorreu por acaso, quando os pesquisadores estudavam o papel do 2dDR na cicatrização de feridas nos animais. Eles perceberam que a pelagem no entorno das feridas dos roedores tratados com o açúcar se regenerava de forma mais rápida do que as que não haviam sido submetidas a esse procedimento. “Nossa pesquisa está em estágio bem inicial, mas os resultados são promissores e merecem uma investigação mais aprofundada”, afirmou a fisiologista Sheila MacNeil, da Universidade de Sheffield, em material de divulgação do estudo (*Frontiers in Pharmacology*, junho).

Em camundongos, uma dose pequena de 2dDR fez os pelos crescerem rapidamente

Divulgação condenada

O canal de divulgação científica *Nunca vi 1 cientista* foi condenado a retirar um vídeo e a pagar R\$ 1.000 por danos morais. Na publicação de 2023, a bióloga Ana Bonassa exibiu a imagem de um perfil que apregoava um “protocolo de desparasitação” como tratamento para diabetes. A divulgadora – até 2022 realizou pesquisa sobre mecanismos de secreção de insulina e sua atuação no diabetes – explicava de forma bem-humorada como a doença se desenvolve, assim como os danos que causa ao organismo humano. O objetivo era deixar claro que o diabetes não é verminose, e que não é possível “manejar uma doença tratando algo que não a causa”. Ela e a farmacêutica Laura Marise vão recorrer da sentença, que alega que “o vídeo informativo resultou em uma ‘mancha’ em sua imagem [do autor da desinformação] na venda de seus serviços”. De acordo com Bonassa, o precedente poderia intimidar a divulgação científica em casos onde há lucro envolvido, assim como risco à vida de portadores. “Tentamos evitar conflitos, mas em casos como esse precisamos mostrar os autores das desinformações” (*Nunca vi 1 cientista*, 14 de setembro).





3

Cidades afundam nas Filipinas

Ao menos cinco cidades da Região Metropolitana de Manila, capital das Filipinas, estão em processo de subsidência (afundamento) do solo. Pesquisadores da Universidade das Filipinas verificaram, por meio de imagens de deformação da superfície fornecidas pelo satélite Sentinel-1, que, de 2014 a 2020, Davao afundou 38 milímetros por ano (mm/a), Legazpi, 29 mm/a, Cebu, 11 mm/a, e Iloilo 9 mm/a. A maior deformação do solo continua sendo a de Bulacan, com 109 mm/a, registrada em estudo anterior. A subsidência decorre da extração excessiva de águas subterrâneas, rápida

urbanização e compactação natural de sedimentos. As áreas atingidas – nesse estudo, principalmente complexos industriais e comerciais – apresentam risco maior de inundações, danos a edifícios e incursões de maré e tempestades. A pior situação é da Vila Pariahan, em Bulacan, onde um aeroporto internacional está sendo construído por meio de recuperação de terras ao longo da baía de Manila, que se tornaram permanentemente inundadas desde o início dos anos 2000 (*International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, setembro).

Inundação causada por um tufão em novembro de 2020 no município de San Rafael, na província de Bulacan

Vírus perigosos em peles de animais


Cães-guaxinim, visons e ratos-almiscarados, criados aos milhões em fazendas da China para produção de peles e às vezes para alimento, também são potenciais reservatórios de patógenos emergentes. Uma equipe que reuniu pesquisadores da China, Bélgica, Suécia e Austrália examinou órgãos de 461 animais de pele encontrados mortos devido a doenças e descobriu 125 espécies de vírus, incluindo 36 novas e 39 com risco potencialmente alto de transmissão entre espécies. De acordo com o virologista britânico Edward Holmes, da Universidade de Sydney, na Austrália, que participou do estudo, o vírus mais preocupante pode ser o coronavírus HKU5, originário do morcego comum e encontrado em visons que morreram de pneumonia; esse vírus está relacionado com a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (Mers), que matou quase 900 pessoas desde 2012 em 27 países. "A criação de animais para produção de peles é uma forma óbvia pela qual um coronavírus pandêmico, ou um vírus da gripe, pode surgir em humanos", comentou ao jornal *El País*. As amostras foram recolhidas entre 2021 e 2024 em mais de uma dezena de províncias, especialmente as quatro com maior produção de peles – Hebei, Shandong, Heilongjiang e Liaoning, no nordeste do país (*El País* e *Nature*, 4 setembro).

4



Cão-guaxinim, criado aos milhões em fazendas na China

CAPA



OS EFEITOS NOCIVOS DOS JOGOS ON-LINE

Grande número de *bets* atuando no Brasil leva ao aumento extraordinário de apostas e à preocupação com o crescimento de casos patológicos

Ricardo Zorzetto e Ana Paula Orlandi | ILUSTRAÇÕES João Montanaro

Não faz muito tempo, a médica Gabrielle Foppa atendeu um caso complicado durante a residência em psiquiatria forense na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre. Um homem de apenas 28 anos havia tomado uma overdose de medicamentos a fim de tirar a própria vida. Ele era usuário de álcool e cocaína e, desde cedo, apresentava traços de personalidade antissocial, marcado pelo descaso com as consequências de seus atos e o direito dos outros. Ao investigar a história, Foppa constatou que a tentativa de suicídio havia sido uma atitude impulsiva, disparada pela impossibilidade de pagar uma dívida contraída em apostas esportivas on-line. Ele havia começado a jogar incentivado pela mãe, que ouvira em um anúncio ser uma forma fácil de ganhar dinheiro. O rapaz passou a apostar repetidamente e em pouco tempo acumulou um débito superior a R\$ 10 mil. “Nesse caso, o transtorno do jogo foi a expressão de um quadro clínico mais complexo, no qual havia necessidade de muito estímulo externo e prazer imediato”, conta a agora psiquiatra, que descreveu o caso em fevereiro no *Brazilian Journal of Psychiatry*.

O que se passou com o paciente de Foppa não é uma situação isolada. Pensar em tirar a própria vida – e, por vezes, tentar – é de duas a três vezes mais comum entre as pessoas que desenvolvem uma relação problemática com o jogo do que entre o restante da população. Um em cada três apostadores pensa ao menos uma vez em se matar e um em cada oito realiza uma tentativa, segundo um artigo de pesquisadores da Noruega e do Reino Unido, que revisaram dados de 4,6 milhões de pessoas, publicado em janeiro na revista *Psychological Bulletin*.

Especialistas em saúde mental temem que o problema se torne bem mais frequente em consequência do grande número de plataformas de jogos on-line que passaram a atuar no Brasil depois de 2018, oferecendo desde apostas esportivas (*sports betting*) a jogos de caça-níquel, como o jogo do tigrinho (*Fortune Tiger*). Em dezembro daquele ano, o presidente Michel Temer, nas últimas semanas de seu mandato, sancionou a Lei nº 13.756, previamente aprovada pelo Congresso Nacional. A norma definia, entre outras coisas, a destinação do dinheiro arrecadado nas loterias e permitiu a exploração comercial das chamadas apostas de quota fixa, a ser exercida por empresas autorizadas pelo Ministério da Fazenda. A nova modalidade de jogo é associada a eventos reais ou virtuais (fictícios) de diferentes modalidades esportivas (futebol, vôlei, entre outros). É chamada de quota fixa porque, no momento da aposta, o jogador sabe por quanto será multiplicado o dinheiro que arriscou caso acerte o resultado do evento, que pode ser o desfecho de uma partida ou outro ato do jogo, como quem fará a primeira falta. Um exemplo: quem aposta R\$ 2 em um evento com fator multiplicador 10 pode acabar com um saldo de R\$ 20, caso acerte o resultado. Ou perder o que apostou e sair sem nada, se errar.

Da sanção dessa lei para cá, mais de 2 mil casas virtuais de apostas – as chamadas *bets* – passaram a atuar no país, segundo reportagem publicada em 13 de setembro no jornal *O Estado de S. Paulo*. A maior parte delas está sediada em outros países, alguns deles paraísos fiscais, e operam no Brasil por meio de um sócio nacional ou empresário contratado. “As apostas existem na internet desde os anos 1990, mas a partir do início da década de 2010, com a disseminação dos smartphones no Brasil, ficou mais fácil para os usuários daqui

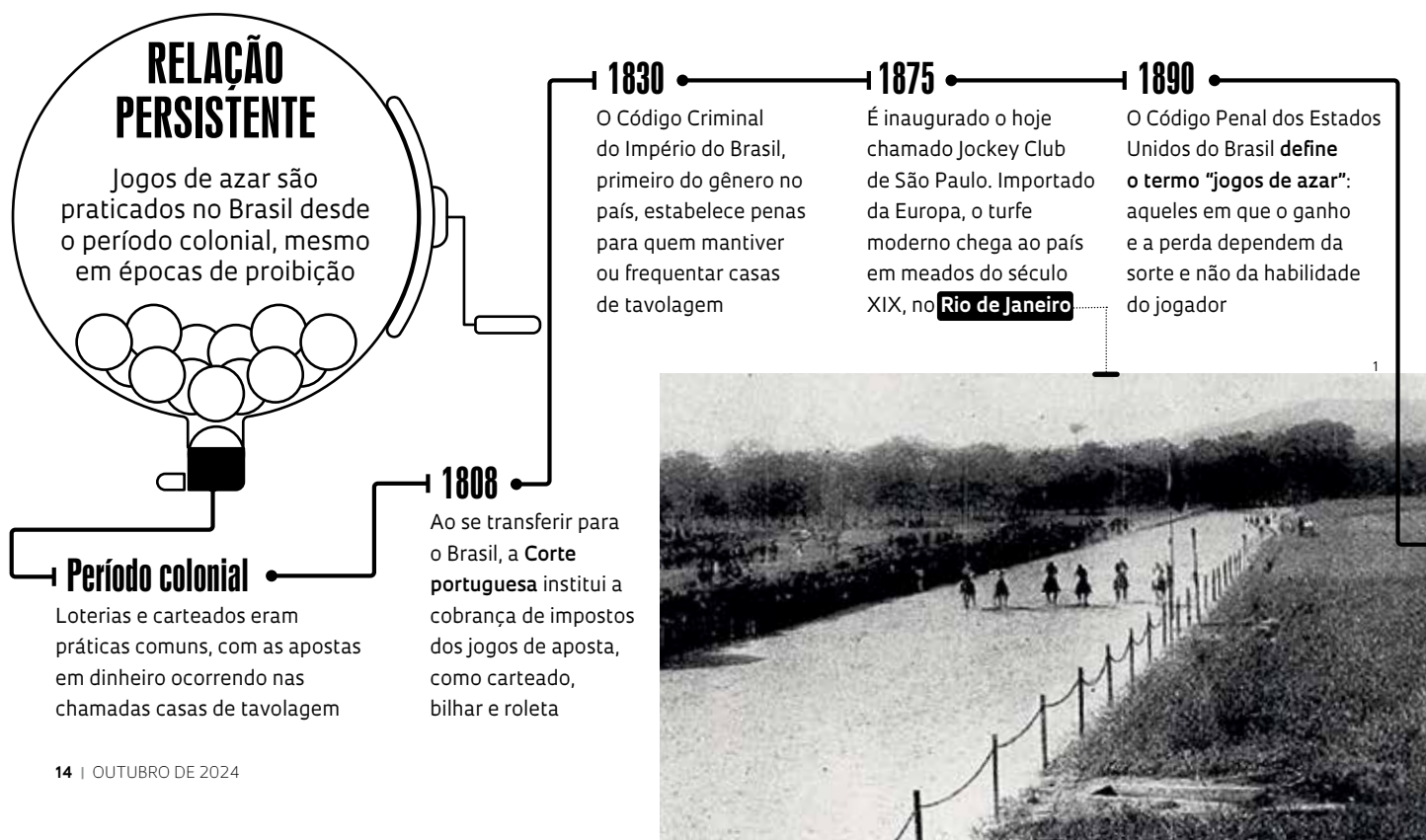
acessar os sites e aplicativos. Como grande parte dessas empresas está sediada no exterior, elas não cometiam contravenção penal no país por explorar os jogos de azar, prática proibida no Brasil desde a década de 1940”, explica Guilherme Klafke, professor de direito digital da Fundação Getulio Vargas (FGV), em São Paulo. “Ao mesmo tempo, é muito difícil fiscalizar e monitorar esses sites e aplicativos que, em geral, estão sediados em locais onde a legislação é flexível e sem muitas regras.”

Um relatório divulgado em agosto pelo banco Itaú estimou, a partir dos registros das transações financeiras do Brasil com outros países, quanto os brasileiros teriam movimentado no mercado de apostas on-line de julho de 2023 a junho de 2024. O valor é exorbitante: R\$ 68,2 bilhões, ou 0,6% do PIB. Desse total, R\$ 24,2 bilhões teriam sido taxas pagas às casas de aposta. Como prêmio, os apostadores teriam recebido bem menos, R\$ 200 milhões. Em uma nota técnica de 23 de setembro, o Banco Central estimou que os brasileiros tenham apostado em jogos on-line cerca de R\$ 20 bilhões por mês em 2024 – só em agosto 5 milhões de beneficiários do bolsa família teriam jogado R\$ 3 bilhões. Do total apostado, 15% ficariam com as empresas. O resto teria retornado como prêmio.

Nos próximos meses, porém, a expectativa é que o número de *bets* caia. Em 16 de setembro, o Ministério da Fazenda publicou uma portaria definindo que, de outubro a dezembro deste ano, só poderão continuar atuando no Brasil as 108 empresas de apostas que, até aquela data, haviam solicitado autorização para explorar a modalidade lotérica de jogos virtuais. As demais, em princí-

pio, serão notificadas a partir de 11 de outubro e bloqueadas. Depois da criação dessa modalidade de apostas, o país levou quase cinco anos para definir as regras para a atuação dessas empresas. “O Brasil demorou muito a adotar esse procedimento e o mercado passou a atuar em uma terra de ninguém”, observa a advogada Helena Lobo da Costa, professora de direito penal da Universidade de São Paulo (USP). Segundo Diogo Coutinho, professor de Direito Econômico da USP, essa demora contribuiu para agravar uma série de problemas, como o endividamento das famílias, sobretudo as mais pobres, e a lavagem de dinheiro. “É preciso uma resposta regulatória urgente e rigorosa, que dê conta dos impactos da explosão surpreendente desse tipo de aposta o Brasil”, comenta

Sancionada em 29 de dezembro de 2023 pelo presidente Lula, após tramitação no Congresso, a Lei nº 14.790 estabelece que as *bets* têm de ter sede e administração no país e define como ocorrerá a tributação. Descontado o valor dos prêmios, as empresas ficarão com 88% do montante obtido com as apostas e o governo federal com 12%, que deverão ser aplicados em educação, segurança, vigilância de fronteiras e saúde. Da fatia do governo, 1% vai para “o Ministério da Saúde, para medidas de prevenção, controle e mitigação de danos sociais advindos da prática de jogos, nas áreas da saúde”. A lei de 2023 ainda abriu a porta para a legalização dos cassinos on-line oferecidos pelas empresas de apostas digitais, com jogos do tipo caça-níquel, entre outras modalidades.



A regularização das empresas, no entanto, nem sempre garante a redução do número de jogadores, nem do montante apostado. Um estudo liderado pelo economista Scott Baker, da Universidade Northwestern, nos Estados Unidos, avaliou o comportamento financeiro de 230 mil famílias norte-americanas entre 2018 e 2023, período em que 25 estados e o distrito federal legalizaram as apostas esportivas on-line por lá. Disponibilizado em 9 de julho na plataforma de *preprints* SSRN, e ainda não publicado em um periódico científico, o trabalho indica que tanto o número de jogadores quanto os valores por eles apostados cresceram após a regularização dessa forma de jogo.

A legalização da modalidade, escreveram os autores, “levou a uma explosão nas apostas, cujo valor total subiu de cerca de US\$ 1,1 bilhão por mês em 2019 para US\$ 14 bilhões mensais em janeiro de 2024”. Três anos após a liberação do jogo, cada família estava apostando, em média, o correspondente a oito vezes o valor da primeira aposta. A proporção da renda gasta com apostas pelas famílias menos abastadas era 32% superior à das famílias mais ricas. As famílias com orçamento mais restrito passaram a gastar mais no cartão de crédito e a usar o limite de crédito da conta corrente.

Talvez seja óbvio, mas nem todo mundo que aposta tem problemas com jogo. Em um trabalho de revisão recente, a equipe da psicóloga e epidemiologista Louisa Degenhardt, da Universidade de Nova Gales do Sul, na Austrália, extraiu dados de 366 artigos publicados nos últimos 15 anos, com informações sobre 3,4 milhões de pessoas de 68 países. Os pesquisadores concluíram que 46% dos adultos – o correspondente a 2,3 bilhões de pes-

soas – haviam jogado no último ano (on-line ou presencialmente). A proporção de adolescentes que tinham praticado jogos de azar era mais baixa, mas não menos preocupante: 18%, ou quase 160 milhões de jovens, haviam feito jogos com aposta, algo proibido em países como o Brasil.

Dos adultos, 8,7% estavam envolvidos com formas arriscadas de jogar e ocasionalmente experimentavam alguma consequência pessoal, social ou de saúde relacionada ao hábito, e 1,4% era jogador considerado problemático, que apostava de maneira que lhe criava transtornos em vários setores da vida (financeiros, psicológicos, sociais, de saúde). Quando esse padrão é persistente e repetitivo, mesmo trazendo prejuízos e sofrimentos, recebe o nome de transtorno do jogo, uma enfermidade registrada tanto no *Manual de diagnóstico e estatístico de transtornos mentais (DSM)* quanto na *Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados com a saúde (CID)*.

As modalidades de jogo mais frequentemente associadas a comportamento problemático entre os adultos eram os cassinos on-line e os jogos de caça-níquel, de acordo com o estudo, publicado em agosto na revista *The Lancet Public Health*. Ao separar os dados por períodos, os pesquisadores observaram um aumento na proporção de jogadores a partir de 2016, quando vários países começaram a legalizar os jogos on-line. De acordo com as estimativas, 7,8% dos adultos e 10,3% dos adolescentes do mundo já participaram de jogos de azar em plataformas on-line, cuja re-



1892

A primeira extração do **jogo do bicho** ocorre em 3 de julho, no Jardim Zoológico de Vila Isabel, no Rio de Janeiro

1895

A Prefeitura do Rio de Janeiro proíbe a extração do jogo do bicho no zoológico carioca, mas as apostas se espalham pela cidade

1920

A Lei nº 3.987, de 2 de janeiro, autoriza a exploração dos jogos de azar por **clubes e cassinos** em estações balneárias

Déc. 1930-1940

É o **apogeu dos cassinos** no Brasil, com espaços requintados e frequentados pela elite, como o Cassino da Urca, no Rio de Janeiro, e o Cassino da Pampulha, em Belo Horizonte

1938

Os “cassinos-balneários” são liberados no Rio de Janeiro, então capital federal, pelo Decreto-lei nº 241, de 4 de fevereiro

1941

O Decreto-lei nº 3.688, de 3 de outubro, qualifica como contravenção penal a exploração de jogos de azar por particulares e o jogo do bicho

1942

O Decreto-lei nº 4.866, de 23 de outubro, abre uma exceção para os cassinos. Ele é revogado em 1946 e os jogos de azar são proibidos no Brasil, mas o turfe e as loterias são poupados

ceita global no ano de 2030 deve chegar a US\$ 205 bilhões. Quando se olha para a fração que jogou on-line no último ano, porém, esses números sobem, respectivamente, para 13,3% entre os adultos e assustadores 48,7% entre os adolescentes. Em ambos os grupos, por volta de um em cada 10 jogadores passa a ter comportamento problemático.

“A busca por atendimento na área de saúde mental e a prevalência de transtornos associados ao jogo aumentam à medida que essas formas são legalizadas e as possibilidades de aposta crescem”, afirma o psiquiatra Daniel Spritzer, do Hospital Psiquiátrico São Pedro, em Porto Alegre. Ele integra um grupo de trabalho da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o uso problemático de jogos digitais e coordena no país o Grupo de Estudos sobre Adições Tecnológicas (Geat).

No Brasil, as empresas de apostas on-line são hoje onipresentes. Seus nomes estão no uniforme de quase todas as equipes dos campeonatos mais importantes de futebol – se não é na camisa do seu time, é na do seu amigo. As *bets* fazem anúncios publicitários na TV aberta e a cabo, em programas de rádio, canais de mídias sociais e sites de notícias. Usam como garotos-propaganda apresentadores esportivos, campeões olímpicos e influenciadores digitais para vender a ideia de diversão e possibilidade de ganho financeiro. Algumas vezes, alertam para a necessidade de se apostar com responsabilidade – algo que talvez não esteja ao alcance de quem tem uma relação problemática com o jogo.

A realidade é que não se sabe com muita segurança quem faz apostas e como as faz no país, algo fundamental para se conhecer o tamanho do

problema e planejar como lidar com ele. Espera-se que essa falta de informação seja sanada em breve com a publicação do 3º *Levantamento nacional de álcool e drogas*, financiado pela Secretaria Nacional de Políticas sobre Drogas e Gestão de Ativos (Senad), do Ministério da Justiça e Segurança Pública (MJSP). Nele, 16,6 mil brasileiros com mais de 14 anos, de todas as regiões do país, foram entrevistados pessoalmente e responderam a diferentes questionários da área da saúde mental. Previsto para ser divulgado nos próximos meses, ele deve trazer informações sobre o consumo de álcool e outras drogas e a prática de jogos de azar, inclusive os on-line.

Enquanto isso, dizem os especialistas em dependência de jogos, levantamentos feitos por instituições privadas trazem algumas pistas. Em um relatório recente, a equipe do Instituto Locomotiva de Pesquisa, especializado em análises de comportamento, consumo e tendências, ouviu por telefone 2.060 adultos em 142 cidades brasileiras na primeira semana de agosto. Com base nas informações coletadas, projetaram-se os resultados para a população adulta. Conclusão: 52 milhões de brasileiros já teriam feito apostas esportivas on-line. Quase metade deles (25 milhões de pessoas) seriam novos jogadores, que teriam começado a fazer apostas em 2024. Quase metade (45%) dos jogadores entrevistados afirmaram já ter tido prejuízos financeiros com as apostas e 37% contaram ter usado para jogar on-line o dinheiro que seria destinado a outras coisas importantes.

1969

O serviço de **loteria** passa a ser realizado exclusivamente pela Caixa Econômica Federal

LOTERIA ESPORTIVA
VOLANTE - CONCURSO TERCEI N.º 1
PREÇO DE CADA APOSTA R\$ 1,00

Nome: _____
Endereço: _____

CLUBE	EMPATE	CLUBE
1	X	2
1 Flamengo	X	1 Fluminense
2 Botafogo	X	2 Santos
3 Vasco	X	3 América
4 Bangu	X	4 Fluminense
5 Santos	X	5 Corinthians
6 São Paulo	X	6 Portuguesa
7 Guaraní	X	7 Ponte Preta
8 Ferroviária	X	8 Botafogo
9 Esporites	X	9 Grêmio
10 Tupi	X	10 Tupacatiuna
11 Ferroviária	X	11 Londrina
12 Botafogo	X	12 Varzim
13 Leões	X	13 Sporting

NUMERO DE APOSTAS	PREÇO A PAGAR NCRB	PREÇO A PAGAR
1	X	2
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13

O JOGO N.º 1

2000

A Lei nº 9.981, de 14 de julho, revoga de forma definitiva as autorizações para o funcionamento das **casas de bingo**, mas muitas permanecem abertas nesta década por meio de liminares



1993

A Lei nº 8.672 (Lei Zico) permite a exploração comercial de bingos pelas entidades desportivas. A regulação do negócio, que ficou nas mãos dos estados, abre caminho para a instalação de estabelecimentos com bingo eletrônico e máquinas caça-níqueis. Banqueiros do jogo do bicho migram para a atividade

1998

Em meio a escândalos de corrupção em cinco estados, o governo federal sanciona a Lei nº 9.615, de 24 de março (Lei Pelé), que transfere a competência regulatória dos jogos para o Instituto Nacional do Desenvolvimento do Desporto (Indesp) e para a Caixa Econômica Federal

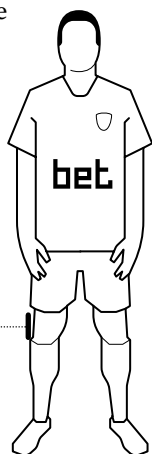
“Na falta de dados coletados seguindo metodologia científica, esses levantamentos nos dão algumas informações úteis sobre a dimensão do problema”, conta o psiquiatra Hermano Tavares, da Universidade de São Paulo (USP). Ele foi o criador em 1997 de um dos primeiros serviços especializados em tratamento de problemas associados ao jogo – o Ambulatório do Jogo Patológico (Amjo), instalado no Instituto de Psiquiatria (IPq) da universidade – e o autor principal do primeiro estudo a identificar, em uma amostra representativa da população brasileira, a proporção de pessoas que jogavam e que tinham problemas com apostas.

Nele, 3.007 pessoas com mais de 14 anos, moradoras de 143 cidades, foram entrevistadas presencialmente e forneceram informações sobre os hábitos de jogar. Publicado em 2010 na revista *Psychiatry Research*, mais de uma década antes da febre das *bets*, ele mostra um quadro que pode ser bem diferente do atual.

À época, 88,3% dos brasileiros não jogavam. Já 9,4% eram jogadores ocasionais, 1,3% tinha problemas com jogos e 1% se enquadrava na categoria dos jogadores patológicos – aqueles que apostavam repetidamente apesar de já terem sofrido prejuízos financeiros, emocionais ou nas relações familiares e sociais. Inicialmente, os manuais de diagnóstico médico enquadravam o jogo patológico na categoria dos transtornos de controle do impulso, ao lado da piromania (impulso de atear fogo), da cleptomania (de furtar sem razão aparente), de transtorno explosivo intermitente, que causa surtos de agressividade. Com o tempo, estudos realizados em centros de diversos países, entre eles os da USP, mostraram que, tanto no que

2018

A Lei nº 13.756, de 12 de dezembro, legaliza as apostas esportivas on-line chamadas de “apostas de quota fixa”, nas quais o valor a ser ganho pelo apostador deve ser definido no momento da aposta. As empresas de apostas, as *bets*, podem **patrocinar clubes de futebol**



2023

A Lei nº 14.790, de 29 de dezembro, regulamenta o funcionamento das *bets*, que, para operar a partir de 2025, têm de estar cadastradas no Ministério da Fazenda, ter sede e administração no país. A norma também estabelece, por exemplo, as regras de propagação

FONTES MARCELO PEREIRA DE MELLO, DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF); FELIPE MAGALHÃES, DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO (UFRRJ); E GUILHERME KLAFFE, DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV-SP)

O VAI E VEM DA LEGALIZAÇÃO DOS JOGOS

Não é a primeira vez que os jogos de azar são legalizados no Brasil. O país tem uma longa história de liberações e proibições, realizadas segundo os interesses do Estado e as pressões da sociedade, que remonta ao período colonial (*ver linha do tempo na página 14*). Nos últimos 100 anos, as únicas formas de jogo de azar que não sofreram restrições talvez sejam as loterias e o turfe (corridas de cavalo). O pôquer é considerado um jogo de habilidade, e não de azar, embora não esteja livre de certo grau de aleatoriedade.

“Na Colônia, as apostas em dinheiro costumavam acontecer nas chamadas casas de tavolagem, estabelecimentos que ofereciam diversas modalidades de jogos, como baralho, víspera [um tipo de bingo] e bilhar”, lembra o sociólogo Marcelo Pereira de Mello, da Universidade Federal Fluminense (UFF), autor do livro *Criminalização dos jogos de azar: A história social dos jogos de azar no Rio de Janeiro (1808-1946)*, lançado em 2017 pela editora Juruá. Na década de 1830, o Código Criminal do Império tentou dar fim à prática da jogatina e a sua exploração por particulares ao estabelecer penas para quem mantivesse ou frequentasse as casas de tavolagem. “Mesmo assim, o jogo continuou a pleno vapor”, conta Mello.

Algo semelhante aconteceu com o centenário jogo do bicho. Em 1892, em busca de financiamento para o Zoológico de Vila Isabel, no Rio de Janeiro, o primeiro do país, seu proprietário, o empresário João Baptista de Vianna Drummond (1825-1897), o barão de Drummond, lançou uma nova loteria. Nela, o visitante adquiria um bilhete de entrada com a imagem de um animal. A primeira extração ocorreu no dia 3 de julho, um domingo. “Por volta das 5 da tarde foi tirada de uma caixa de madeira a gravura com a imagem de um dos bichos de uma lista de 25 possibilidades, como vaca, borboleta e crocodilo. Naquele dia, deu avestruz e 23 pessoas levaram o prêmio em dinheiro”, narra o historiador Felipe Magalhães, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), autor do livro *Ganhou, leva! – O jogo do bicho no Rio de Janeiro (1890-1960)* (Editora FGV/Faperj, 2011).

A ideia foi um sucesso e as extrações passaram a ocorrer de terça a domingo. Pouco depois, o barão montou uma banca na rua do Ouvidor, no centro da cidade, e muita gente comprava o ingresso apenas para apostar. Em 1895, a Prefeitura proibiu o sorteio no zoológico, mas a moda já havia se espalhado pela cidade. Mais tarde o jogo sofreria transformações e assumiria o formato em vigor até hoje. Sua exploração por particulares passou a ser considerada contravenção penal em todo o território nacional a partir da regulamentação do Decreto-lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941.





diz respeito à ativação cerebral quanto ao curso da doença, a relação problemática com o jogo se assemelhava mais às dependências químicas do que aos transtornos ligados ao impulso. Em 2013, essa relação passou a ser qualificada como uma dependência induzida pelo comportamento – e não por uma substância química, como no caso do álcool e de outras drogas – e recebeu o nome de transtorno do jogo, ou ludopatia.

Os levantamentos disponíveis e a procura por tratamento no Amjo nos últimos meses sugerem que os jogos on-line já estão afetando a saúde mental de uma proporção maior de brasileiros. “Se um jogador procurasse o Amjo em novembro passado, em janeiro já estaria iniciando o tratamento. Se ligar hoje, só conseguirá ser atendido daqui a dois anos”, exemplifica Tavares. Hoje parte de um serviço maior, o Programa Ambulatorial Integrado dos Transtornos do Impulso (Pro-Amiti) do IPq, o Amjo é possivelmente o maior ambulatório especializado em lidar com transtorno do jogo no país, com capacidade de receber 80 novos casos por ano, além dos que estão em tratamento.

Quem consegue ser atendido ali recebe acompanhamento psiquiátrico, faz sessões de psicoterapia individual e em grupo e participa de turmas de meditação, de atividade física, de pessoas que sofreram recaídas, além de receber auxílio para a organização das finanças pessoais. “Em geral, leva uns dois anos para conseguir estabilizar o quadro, e a pessoa passa, em média, uns quatro anos conosco”, conta Tavares.

O psiquiatra começou a se interessar por dependência do jogo em meados dos anos 1990, ao ouvir de uma paciente nas sessões de psicoterapia

sobre a sua necessidade de jogar bingo. “Quando ela discutia com o marido, ia ao bingo. Se o filho era grosseiro com ela, ia ao bingo”, lembra. Ao perguntar mais sobre o jogo, Tavares constatou que não era mais aquele bingo tradicional realizado por igrejas para levantar fundos. Uma lei de 1993 havia liberado a exploração comercial dos bingos por entidades esportivas e surgiram algumas grandes casas de jogo pelo país. Até havia cartelas a serem preenchidas à mão, mas logo foram substituídas pelos videobingos, controlados por computadores: o jogador apertava um botão e apareciam várias cartelas virtuais, que eram preenchidas automaticamente – e em instantes – por números que desciam na tela. Em seguida, era só apertar o botão de novo.

Esse padrão de funcionamento, idêntico ao das máquinas caça-níquel, tem alto poder viciante – os especialistas preferem dizer aditivo. Mais importante, essa forma de jogar desvirtua a finalidade de um jogo. Jogar costuma ser um ato prazeroso que acompanha o ser humano ao longo da vida. É, segundo especialistas, um brincar respeitando regras, fundamental para o desenvolvimento e capaz de funcionar como um treino para certas situações. O jogo estimula o desenvolvimento de habilidades e estratégias e, em princípio, jogando, aprende-se a lidar com vitórias e derrotas. O problema é quando se ultrapassa a linha que aparta o lúdico do patológico.

No caso de quem desenvolve o transtorno do jogo, o fator que leva ao descontrole é a aposta. Empenhar um valor na expectativa de receber um retorno maior ativa a rede cerebral associada à sensação de gratificação e recompensa. É um circuito que envolve quase uma dúzia de estruturas superficiais e profundas, cujo funcionamento é fundamental para a sobrevivência. Essa é a rede

acionada, por exemplo, por atos prazerosos, como se alimentar ou fazer sexo. Nas pessoas com transtorno do jogo, porém, ela parece não funcionar de maneira adequada. Segundo um artigo de revisão publicado em 2019 na *Nature Reviews – Disease Primers*, alguns de seus componentes se tornariam sensíveis demais, levando as pessoas a agirem sem pensar, sob estresse, ou a ficarem desinibidas e a gastarem mais.

“Um jogo é tão mais aliciante e gerador de dependência quanto maior for sua capacidade de promover excitação sustentada dessa rede”, explica o psiquiatra da USP. Isso, em geral, ocorre de duas maneiras: durante ações que mantêm uma tensão prolongada antes do desfecho, como na narração rápida e intensa de um páreo de cavalos; ou quando o tempo entre a ação e a resposta é extremamente curto, a exemplo do que ocorre ao puxar a alavanca de uma máquina caça-níquel.

“Com o tempo e a repetição do estímulo, o organismo se adapta e passa a necessitar de estimulação cada vez mais intensa ou frequente para produzir o mesmo efeito”, explica a psicóloga Maria Paula Tavares de Oliveira, integrante do Amjo. Por anos, ela coordenou o primeiro ambulatório brasileiro especializado em tratar jogadores, criado em 1993 pelo psiquiatra Dartiu Xavier da Silveira no Programa de Orientação e Atendimento a Dependentes (Proad) da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Uma consequência da habituação do organismo é que o apostador passa a ter de jogar mais vezes ou empenhar valores mais elevados.

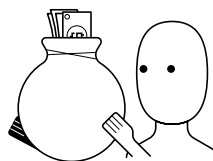
Assim como um dependente químico que fica sem beber ou se drogar, uma pessoa com transtorno do jogo sentirá fissura com frequência se parar de apostar. Definida como uma necessidade incontrolável de repetir os atos prazerosos, potencializada pelo impedimento de repeti-los, a fissura – ou *craving* – cresce até se tornar irrefreável e é a principal causa das recaídas.

Uma contribuição importante do grupo da USP foi compreender como é a fissura experimentada pelos jogadores. No estágio de pós-doutorado que realizou na Universidade de Calgary, no Canadá, no início dos anos 2000, Tavares comparou o padrão e o grau de *craving* de 49 apostadores crônicos que estavam havia poucas semanas sem jogar com o de 101 dependentes de álcool em situação semelhante. As conclusões a que chegou ajudaram a reorientar o tratamento.

Nas primeiras semanas de abstinência, a fissura experimentada pelos jogadores é bem mais intensa do que a vivenciada pelos dependentes de álcool. Se a pessoa, no entanto, consegue suportá-la e se manter longe das apostas por cerca

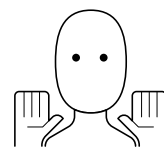
SINAIS DE ALARME

Apresentar quatro ou mais destes comportamentos em um período de 12 meses indica risco de ter transtorno do jogo



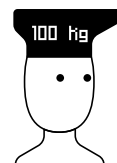
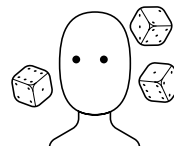
Ter necessidade de jogar valores crescentes de dinheiro para atingir a excitação desejada

Sentir-se inquieto ou irritado ao tentar reduzir as apostas ou parar de jogar



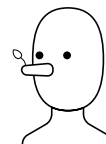
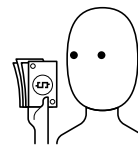
Fazer repetidas tentativas malsucedidas para controlar, reduzir ou parar de jogar

Ficar frequentemente preocupado com o jogo (por exemplo, ter pensamentos persistentes de reviver experiências passadas de jogo e maneiras de obter dinheiro para jogar)



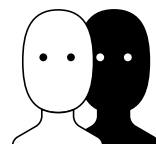
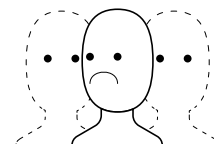
Jogar quando se sente angustiado (por exemplo, desamparado, culpado, ansioso, deprimido)

Voltar a jogar com frequência para tentar reaver valores, depois de perder dinheiro jogando



Mentir para esconder a extensão do envolvimento com jogos

Prejudicar ou perder um relacionamento significativo, emprego ou oportunidade educacional ou de carreira por causa do jogo



Depender de outros para fornecer dinheiro para aliviar situações financeiras desesperadoras causadas pelo jogo de azar

FONTE DSM V

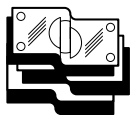
PARA PROTEGER OS VULNERÁVEIS

Equipe da USP sugere medidas que poderiam reduzir o impacto do jogo on-line sobre pessoas suscetíveis



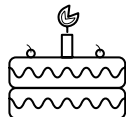
Exigir o registro do CPF do apostador, para permitir a comparação das apostas com a renda e, eventualmente, encaminhar para orientação ou tratamento

Bloquear o endereço de IP (protocolo de internet) e o DNS (sistema de nome de domínio) da meia-noite às 8h para evitar pagamento de apostas



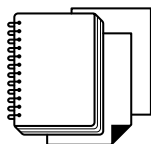
Exigir definição do teto de gasto para o apostador, limitado ao equivalente a 1% da renda diária, antes de iniciar as apostas do dia

Vetar publicidade sobre apostas em veículos de imprensa e retirar de ambientes digitais conteúdos sugerindo que sejam investimento ou complemento de renda



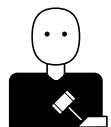
Controlar o acesso às apostas para impedir a participação de menores de 18 anos

Disponibilizar programas de educação emocional e de autoavaliação para apostadores com padrão problemático de gastos



Treinar as equipes das Redes de atenção psicossocial (Raps) e dos Centros de atenção psicossocial (Caps) para acolher e tratar indivíduos com transtorno do jogo

Ofertar suporte remoto on-line com especialista da saúde quando o contato local e imediato não estiver disponível



Estabelecer um conselho independente e multidisciplinar para banir jogos com uso de elementos que estimulem a ilusão de controle sobre os resultados

FONTE HERMANO TAVARES (USP)

de 90 dias, sua intensidade diminui e aumenta a probabilidade de o tratamento ser bem-sucedido.

O trabalho, publicado em 2005 na *Alcohol: Clinical and Experimental Research*, e outro, realizado na volta ao Brasil e publicado em 2007 na *Addictive Behaviors*, permitiram ainda confirmar que apostadores e bebedores sofrem o *craving* por razões diferentes. A fissura de quem joga começa a crescer durante a abstinência porque a pessoa deixa de sentir emoções positivas proporcionadas pelo jogo (sentir-se ativo, entusiasmado, alegre, participante). Já a fissura do dependente de álcool aumenta ao parar de beber porque ele passa a experimentar sensações negativas, que gostaria de evitar, como ansiedade, medo, tristeza, raiva ou angústia.

Mais recentemente, em um trabalho publicado em 2020 no *Journal of Gambling Studies*, a equipe de Tavares obteve uma pista de que talvez não seja apenas o sistema de recompensa que esteja alterado em quem tem transtorno do jogo. O problema pode estar também em um sistema complementar e opositor: o de não recompensa, que é sensível a resultados negativos e leva o indivíduo a parar de executar determinada tarefa, quando ela está dando errado.

No Amjo, a psicóloga Raquel Berg submeteu dois grupos de pessoas – jogadores contumazes e não jogadores – a dois tipos de teste: um com solução e outro sem. No primeiro, sentados diante de um computador, os participantes tinham de descobrir qual era o número de dois dígitos – formado por uma combinação dos numerais 1, 2 ou 3 – que interrompia um ruído desagradável. Cada vez que erravam, uma tela vermelha piscava sinalizando a incorreção. Quem não era jogador, facilmente adotava a estratégia de testar as combinações possíveis (1 e 1, 1 e 2, 1 e 3, 2 e 1, e assim por diante). Já os jogadores pressionavam sequências aleatórias. No segundo teste, não havia sequência correta e era impossível cessar o ruído. Quem não estava habituado a jogar, logo desistia. Já os apostadores crônicos insistiam até o final do teste.

“Esse resultado nos fez pensar que, além de serem mais sensíveis aos ganhos, os jogadores podem ser insensíveis à sinalização de erro”, conta Tavares. A sinalização de um resultado desagradável, como uma falha, é registrada por uma estrutura cerebral profunda chamada habênula, usada para evitar a repetição de experiências frustrantes. “É o equilíbrio entre o funcionamento do sistema de recompensa e o de não recompensa que nos permite tomar decisões mais ajustadas. No caso dos jogadores, é como se eles tivessem uma tendência exagerada de computar os ganhos e de menosprezar as perdas”, explica.

A cada ciclo de liberação dos jogos, afirmam os especialistas na área da saúde, há um aumento sú-



bito da proporção de pessoas que desenvolvem transtorno do jogo e buscam ajuda. Esse número volta a cair depois de um tempo, mas sempre para um patamar superior ao inicial. “É assim aqui e no restante do mundo”, afirma Tavares, da USP.

Agora, no entanto, há diferenças importantes. Uma delas é a facilidade de acesso. Até alguns anos atrás era preciso se deslocar até um lugar específico – uma banca de jogo do bicho, uma casa de bingo – para fazer uma aposta. Os jogos de quota fixa liberados em 2018 funcionam por meio de sites ou aplicativos instalados no celular, ao alcance de qualquer um.

Otra diferença é a de realizar apostas múltiplas e jogar continuamente. “Atendo pacientes que participam de três jogos simultaneamente”, conta a psicóloga Elizabeth Carneiro, uma das criadoras do Ambulatório de Transtornos do Impulso e Dependências Comportamentais na Santa Casa do Rio de Janeiro, que hoje dirige um centro particular de tratamento de dependências. “Mesmo nas apostas esportivas, a gratificação pode ser praticamente imediata se ela for feita durante a partida. A estimulação rápida em alta intensidade está disponível 24 horas por dia.”

“O problema agora está na palma da mão”, alerta um frequentador do grupo de Jogadores Anônimos (J.A.) do bairro do Jabaquara, na zona sul de São Paulo, que pediu para não ter o nome divulgado. João, vamos chamá-lo assim, começou a apostar em cavalos, durante uma visita ao Jockey Club de São Paulo em 2013, antes de se aventurar por outras modalidades e se perceber aprisionado pela dependência. Em uma década, ele perdeu dois carros, uma loja e o apartamento

da família para o jogo. Abstinente há 3,5 anos, ele retornou às reuniões do J.A. em 2020, depois de passar pelo Amjo, e relata ter notado um aumento na procura pelo grupo de apoio de lá para cá.

Além da preocupação com o potencial aumento de adultos com transtorno do jogo, os especialistas em saúde mental estão apreensivos com o que pode ocorrer com as crianças e os adolescentes. Bem antes da febre das *bets*, Spritzer havia observado naquele levantamento nacional dos anos 2000 que a frequência de adolescentes que participavam de jogos de azar no Brasil era de 6,9%, inferior à de países nos quais o jogo era liberado. No entanto, a proporção de jovens que desenvolviam relação problemática com o jogo era a mesma, 1,6%, segundo artigo publicado no *Journal of Gambling Studies* em 2011. Trabalhando com dados do mesmo levantamento, Carneiro, do Rio, verificou que entre pessoas mais jovens a progressão do problema era muito mais rápida: menos de dois anos após começarem a apostar, já apresentavam uma relação patológica com o jogo. Esse tempo era, em média, de 12 anos entre as pessoas com mais de 35 anos, como relatou em 2014 na *Psychiatry Research*.

“Com o cérebro ainda em maturação, os adolescentes são mais vulneráveis à propaganda. Eles têm mais dificuldade de inibir os impulsos e tomar decisões pensando nas consequências de longo prazo”, conta Spritzer. “O que estamos vendo agora é como se fosse uma fase de experimentação da sociedade com essas novas formas de jogos de azar”, diz Carneiro. “Vai levar alguns anos para descobrirmos o tamanho do problema e, certamente, não será pequeno.” ■

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



MEMÓRIAS AFIADAS DE UM CENTENÁRIO

Aos 108 anos, veterinário revisita a carreira de militar e de pesquisador e fala de sua contribuição no combate à brucelose e na formação de primatologistas

Fabício Marques | RETRATO Léo Ramos Chaves

IDADE 108 anos

ESPECIALIDADE

Veterinária e primatologia

INSTITUIÇÃO

Universidade de Brasília (UnB)

FORMAÇÃO

Graduação na Escola de Veterinária do Exército (1937), doutorado em microbiologia na Escola Nacional de Veterinária (1946)

Milton Thiago de Mello morreu no dia 1º de outubro, em Brasília. A entrevista ao lado foi concedida há quatro meses.

Aos 108 anos de idade e quase nove décadas de carreira, o primatologista e médico-veterinário carioca Milton Thiago de Mello carrega ao menos três “etiquetas”, como ele costuma dizer, ao se autodefinir. A primeira é a de especialista em brucelose, zoonose do gado bovino da qual se tornou especialista e ajudou a combater no Brasil e na América Latina. A segunda é a de primeiro produtor de penicilina no Brasil, em um experimento feito no porão do então Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, nos tempos da Segunda Guerra Mundial. A última é a de primatologista, em que ajudou a formar líderes dessa área no Brasil ao criar cursos de especialização a partir da década de 1970, com atividades no meio da floresta em diferentes biomas brasileiros – a última vez em que esteve em uma expedição à Amazônia foi aos 91 anos.

Sua trajetória conciliou a pesquisa com a rotina de militar. Aos 16 anos, entrou para o Exército, em cuja Escola de Veterinária, no Rio de Janeiro, se formaria em 1937. Depois de servir como militar veterinário em quartéis no Rio Grande do Sul e no Rio de Janeiro, foi para a reserva em 1969 com patente de coronel. Em paralelo, atuou em instituições como o Instituto Oswaldo Cruz, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e na Universidade de Brasília (UnB), onde criou um centro de primatologia que se tornou referência no país.

No exterior, teve períodos como pesquisador da Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, e como consultor de organizações internacionais em países como El Salvador e República Dominicana, onde viveu vários anos. Foi em El Salvador que conheceu a psiquiatra Angela, de 90 anos, com quem é casado há 60 anos e teve três filhos. Reconhecido no exterior, Milton Thiago de Mello recebeu em 2013 a mais alta honraria da medicina veterinária mundial, o Prêmio John Gamgee, concedido durante o 31º Congresso Mundial de Veterinária, na República Tcheca.

Com memória e língua afiadas, ele recebeu *Pesquisa FAPESP* por mais de duas horas na casa em que vive à beira do Lago Paranoá, em Brasília, para a entrevista a seguir.

Sua trajetória profissional conciliou a pesquisa em medicina veterinária com a carreira militar. Como essas duas carreiras conviveram?

Foi extremamente simples. Com 16 anos de idade, em 1933, eu não tinha onde cair morto e sentei praça no Exército, no quartel da praia Vermelha, no Rio de Janeiro. E a primeira escola de veterinária que se fez no Brasil, em 1910, foi criada pelo Exército para combater uma doença, uma zoonose chamada mormo, causada por uma bactéria que matava muitos cavalos e era transmitida para as pessoas. Eu me tornei aluno dessa escola. Passei quatro anos na Escola de Veterinária do Exército, que tinha sido feita por militares treinados no Instituto Pasteur de Paris. Os laboratórios eram formidáveis e os professores oficiais do Exército formados pelos franceses. Eu era considerado um bom aluno, mas como era irreverente, de vez em quando ficava preso no quartel do Regimento de Cavalaria, perto da Quinta da Boa Vista. Terminei o meu curso e o Exército me mandou para o Rio Grande do Sul. E lá fui eu, em 1937, um tenentinho, para Santa Maria, que na época chamávamos de Santa Maria da Boca do Monte.

Conseguiu trabalhar com pesquisa lá?

Não, mas depois acabei sendo chamado para organizar em Porto Alegre um laboratório do Exército para apoiar o tratamento de cavalos. Ali, sim, fiz minha primeira pesquisa, sobre verminoses dos cavalos no Rio Grande do Sul. Mas logo me chamaram de volta para Santa Maria. O então coronel Alcio Souto [1896-1948] assumiu o quartel e determinou que todos os que estavam à disposição de outros órgãos retornassem. O regimento tinha mil e tantos cavalos que puxavam canhões herdados da Primeira Guerra Mundial e eles ficaram descuidados no período em que fui para Porto Alegre. Eu consegui ajeitar a cavalaria e ganhei o respeito do comandante. Depois, fui para o interior, em um quartel em Cachoeira do Sul. Também me dei muito bem com o comandante, um coronel que escrevia discursos para o Eurico Gaspar Dutra [1883-1974], ministro da Guerra e depois presidente da República. Era um grande intelectual, escreveu vários livros, um grande homem. Chamava-se José de Lima Figueiredo [1902-1956]. Quando ele deixou o comando do quartel, me



O tempo passou, meus colegas morreram e eu é que sobrevivi com a etiqueta de sujeito que fez pela primeira vez a penicilina no Brasil

perguntou: “Para onde você gostaria de ir?”. Respondi: “Rio de Janeiro”. Queria me casar. Escolhi ir para o Instituto de Biologia do Exército, mas acabei me indispondo por lá. Nessa época, pedi permissão para fazer um curso avançado no Instituto Oswaldo Cruz.

E aí o senhor permaneceu como pesquisador no Instituto Oswaldo Cruz?

Fiz o curso e, no final, ganhei a mesma medalha de ouro que tinham dado aos meus professores da Escola de Veterinária do Exército. Pensei em pedir demissão do Exército, mas gostava da vida militar e resolvi continuar. Continuei no Exército e, paralelamente, na atual Fiocruz, sem ganhar um tostão a mais.

Com que tipo de doença o senhor trabalhava?

Quando cheguei, um dos professores, Genésio Pacheco, estudava uma doença muito grave dos bovinos, a brucelose, e me convidou para trabalhar com ele. A doença bacteriana matava muitas vacas, era um empecilho para a criação de bovino no Brasil. Escrevemos um livro

que se tornou referência sobre a doença. Publiquei muitos trabalhos e, no início dos anos 2000, vi sugestões que eu tinha feito 40 anos antes serem incorporadas pelo Ministério da Agricultura no Programa Nacional de Combate à Brucelose e Tuberculose dos Bovinos, como a vacinação de bezerros, a educação de fazendeiros e técnicos sobre a doença, inquéritos sobre brucelose em amostras representativas do gado e a criação de uma legislação especial sobre o assunto. Eu já estava aposentado da universidade quando o ministério adotou tudo aquilo, às vezes usando as mesmas palavras.

O senhor foi um dos responsáveis pela primeira produção de penicilina fora dos Estados Unidos e da Inglaterra. Qual foi a importância desse experimento?

Eu tive várias etiquetas na minha carreira: a da brucelose, a da penicilina, a dos macacos. Quando entrei no Instituto Oswaldo Cruz, fui estudar fungos causadores de doenças no Laboratório de Micologia. Em 1928, Alexander Fleming [1881-1955], que era microbiologista escocês, pouco conhecido, observou que havia um fungo que impedia estafilococos de crescer e publicou o achado. Anos mais tarde, veio a Segunda Guerra Mundial e, com ela, o desafio de tratar soldados feridos com infecções. E havia dois supercientistas na Inglaterra, Howard Florey [1898-1968] e Ernst Chain [1906-1979], que resolveram explorar aquilo e fazer um líquido que matava micróbios. Chamaram o líquido de penicilina, porque partia de um fungo chamado penicílio. Nessa altura, em 1944, eu estava no tal laboratório, já era um cientista conhecido, e sugeri: “Por que não fazemos a mesma coisa que o Florey e o Chain fizeram?”. Produzimos a penicilina no porão do instituto em 1945, eu e mais dois colegas, Amadeu Cury [1917-2008] e Masao Goto [1919-1986], médicos recém-formados. Colocamos o antibiótico em garrações grandes. Com esse líquido bruto, médicos do Instituto Oswaldo Cruz salvaram muitas pessoas que tinham contraído uma doença chamada boubá, que ataca a boca. Acharmos que aquilo não tinha importância, nem nos demos ao trabalho de publicar. O tempo passou, meus colegas morreram e eu é que sobrevivi com a etiqueta de sujeito que fez pela primeira vez a penicilina no Brasil.



Milton Thiago de Mello em uma viagem a Roma com a mulher, Angela, com quem é casado há seis décadas

Quantas pessoas foi possível salvar? Usaram em outras doenças além da boubá?

Salvar gente não, mas curar a doença. A boubá era deformante, mas não mortal, causada por um micróbio que é parecido com o que causa a sífilis. Mas médicos do Rio de Janeiro curaram sífilíticos com essa penicilina bruta. Logo a indústria farmacêutica assumiu a tarefa de produzir o antibiótico.

Nesse período no Instituto Oswaldo Cruz, quais foram as suas principais contribuições?

O trabalho com brucelose durou mais de 20 anos. Essa certamente foi a principal contribuição. Comecei a trabalhar com um grande homem que, infelizmente, morreu jovem. Chamava-se Paulo de Góes [1913-1982], era um microbiologista, médico, professor da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ]. Resolvemos fazer um Instituto de Microbiologia na UFRJ, que leva o nome dele. Era um amigo fraterno. Criamos – eu, o Paulo de Góes, o Carlos Chagas Filho [1910-2000] e o Amadeu Cury – um programa de pós-graduação imitando o que havia no Oswaldo Cruz.

Foi nessa época que o senhor foi trabalhar no exterior pela primeira vez?

Estava eu quieto fazendo pesquisa no Oswaldo Cruz, quando um amigo me perguntou o que eu achava de ter uma bolsa da Fundação Guggenheim. Eu respondi que não me sentia capaz e ele me esculhambou: “Então eles te escolhem para receber essa bolsa lá nos Estados

Unidos e você diz que não tem condições?”. Fiquei surpreso, não sabia que tinha sido indicado e, claro, aceitei. Me separei no primeiro casamento e fui fazer, ainda sobre brucelose, estudos sobre infecções de brucelas por via aérea – no melhor laboratório do mundo que trabalhava com esse tema, no Departamento de Bacteriologia da Universidade da Califórnia em Berkeley, Estados Unidos. A bolsa não era muita coisa, mas dava para me sustentar bem. No laboratório, havia uma briga entre os microbiologistas clás-

“

Em Berkeley, havia uma briga entre microbiologistas clássicos e os mais jovens, que fundaram a biologia molecular

sicos, grupo ao qual eu pertencia, e os microbiologistas jovens que fundaram a biologia molecular. Só no prédio onde trabalhávamos havia cinco prêmios Nobel. Nessa altura, eu era coronel do Exército. Quando terminou o período de um ano e meio da bolsa, me propuseram pedir demissão do Exército e ficar lá. Não aceitei e retornei ao Brasil.

Depois disso o senhor foi para El Salvador? O que foi fazer lá?

A Organização Pan-americana da Saúde, a Opas, me convidou para fazer umas visitas a laboratórios dos Estados Unidos e do México para ver quais teriam condições de aceitar bolsistas da instituição. E lá fui eu fazer conferências. Um amigo, Alfonso Trejos, estava lá como professor convidado em El Salvador e me fez um convite: “Você não quer vir dar um curso de três meses aqui?”. Fiquei três anos. Lá, conheci minha esposa, Angela, que era pesquisadora médica. Nos casamos. Foi em El Salvador que nasceu meu filho, Milton José, que hoje é coronel do Exército brasileiro.

Como era El Salvador naquela época?

É o menor país da América, mas tinha figuras excepcionais. Me impressionou uma médica que completou recentemente 100 anos e ganhou uma estátua em praça pública. Maria Isabel Rodrigues era diretora da Opas e da Escola de Medicina, onde a minha esposa fazia pesquisa e eu fui ser professor.

O senhor deixou o Oswaldo Cruz nessa época. Por quê?

Os militares estavam no poder e tinham escolhido para dirigir o instituto um sujeito de triste memória, chamado Francisco de Paula Rocha Lagoa [1919-2013], que depois virou ministro da Saúde. Havia a polarização no instituto entre os pesquisadores de esquerda, que eram excepcionais, e os de direita, que também eram excepcionais. Eu me dava com os dois grupos, porque era neutro. O Rocha Lagoa cismou que eu era do grupo da esquerda e não permitiu que eu prosseguisse com a pesquisa que tinha feito em Berkeley. Ele acabou saindo, mas eu não quis mais ficar ali e voltei para o Instituto de Microbiologia na UFRJ. Quando retornei de El Salvador, assumi minha função no Exército, que era de catedrático do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Fiquei

até ir para a reserva, em 1969, quando já estava contratado pelas Nações Unidas para uma missão na República Dominicana. Ali, passei cinco anos.

O senhor permaneceu na República Dominicana entre 1969 e 1974. Qual era o seu trabalho?

Minha missão era no Pnud [Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento] e na FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura] como perito em microbiologia em um projeto na Escola de Veterinária da Universidade Autônoma de Santo Domingo. A maioria das pessoas na universidade era de esquerda e havia uma animosidade muito grande contra os Estados Unidos. Anos antes havia sido derrubado o regime de direita do ditador Rafael Trujillo [1891-1961], que foi assassinado. Soube que não queriam me deixar entrar na universidade, por eu ser coronel do Exército aqui no Brasil, mas alguém das Nações Unidas disse que se eu fosse embora não mandariam outro. Cheguei no aeroporto em um DC-3. O país vivia do agronegócio e sofria com três doenças dos animais. O ministro da Agricultura, que era um jovem muito inteligente, me pediu: “Doutor de Mello, o senhor não quer ajudar a gente?”. Acabei ajudando.

Quais eram as doenças?

A primeira era a brucelose. A segunda, a peste suína, e a terceira uma doença de frangos. Eu entendia das três. Passei cinco anos e saí de bem com esquerdistas e direitistas.

De lá, o senhor veio para a UnB?

O reitor da UnB na época era um amigo genial que fez a penicilina comigo no Oswaldo Cruz, o Amadeu Cury. Era civil e tinha como vice-reitor um capitão de mar e guerra, o José Carlos de Almeida Azevedo [1932-2010], que teve um papel na consolidação da UnB – ele se tornou o reitor mais tarde. Eu estava lá na República Dominicana e os dois, o Azevedo e o Cury, me mandaram uma passagem e convidaram para ajudar a ajeitar a universidade na parte de pesquisa. Foi em 1974. Voltei para o Brasil com minha mulher e três filhos para ser decano de pesquisa e pós-graduação. Me deram um apartamento de luxo em um prédio que tinha sido feito para embaixadores.

Como era a UnB naquela época? O que encontrou?

Bom, se você é nomeado decano de pesquisa e pós-graduação, qual é sua primeira providência? Ver como essas atividades estão sendo realizadas na instituição. Eu marcava entrevistas nos institutos, nos departamentos. Encontrei em uma dessas reuniões um docente chamado Agenor de Mello Sobrinho, do Departamento de Biologia Animal, um sujeito de temperamento agressivo que andava de motocicleta, com óculos de policial rodoviário. Todo mundo tinha medo dele. A certa altura da conversa ele deu um soco na mesa e começou a reclamar e a falar mal da universidade e da reitoria. Eu perguntei a ele: “Professor, como é o seu nome?”. Ele respondeu: “Agenor de Mello Sobrinho”. Perguntei: “O senhor acha mesmo que a universidade é tudo isso?”. “Sim, senhor”, respondeu. “E o que o senhor está fazendo aqui? Por que não vai embora?”. Para a admiração de todos, ele refluíu: “Desculpe, eu estava nervoso”. Fiquei conhecido como o homem que enfrentou o Agenor. Naquela época, fui procurado pela Johanna Döbereiner [1924-2000], que estava na Embrapa, uma grande pesquisadora que deveria ter ganhado o prêmio Nobel por seu trabalho sobre a fixação de

nitrogênio no solo. Organizamos na UnB um congresso mundial de microbiologia. No período em que fui decano tive condições e oportunidade de fazer muita coisa. Depois soube que meu trabalho na universidade tinha o respaldo do antigo comandante do Colégio Militar do Rio de Janeiro, onde eu era catedrático, o general Adalberto Pereira dos Santos [1905-1984], que vinha a ser o vice-presidente da República na época.

Por que passou a trabalhar com primatas depois que veio para a UnB?

Nos Estados Unidos eu já tinha trabalhado com primatas. Quando cheguei aqui, disse para o Azevedo e o Cury que queria retomar essa pesquisa. O Cury foi para a janela da reitoria, olhou para um morrinho e disse: “Os macacos estão ali, você vai lá e apanha”. Perguntei a ele: “Mas, se não tem macaco, então não tem primatologia?”. Ele disse: “Também não”. Resolvi, isso em 1984, criar cursos para formar pessoas. Aí me etiquetaram de novo como o gênio da macacologia.

E como eram esses cursos?

Era uma coisa de maluco. Eu era coronel da reserva, já tinha recebido prêmios de sociedades de zoologia e de veterinária ou em reconhecimento à minha pesquisa sobre brucelose, e fui dormir no chão da floresta para que os alunos conhecessem os primatas. Eram cursos de especialização para graduados de qualquer área, mas a maior parte dos alunos era de biólogos e veterinários. Íamos para lugares onde houvesse primatas e pesquisadores que estivessem trabalhando com eles, em estados como Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Bahia e em biomas como Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia. Não havia aulas formais. Os alunos recebiam por osmose o que os pesquisadores sabiam. O Ibama e o Exército nos ajudavam, às vezes. A primatologia hoje está muito boa. Tem uns 130 pesquisadores que se destacam e que passaram por esses cursos. Outro dia vi na televisão um deles, o Mauricio Talebi, da Universidade Federal de São Paulo, que tem um trabalho na Mata Atlântica e é um desses macacólogos que gostam de trabalhar no mato. É um grande pesquisador. Também ajudei a reorganizar a Sociedade Brasileira de Primatologia, da qual fui presidente, e a promover os primeiros congressos brasileiros de primatologia, que acontecem de dois em dois anos. Estão na 16ª edição.

“

A primatologia extramuros está em moda por causa da preocupação com o meio ambiente. Alguns estudantes se encantam com essa vertente

Como foi a criação do Centro de Primatologia da UnB?

Um dos meus interesses era estudar a reprodução dos macacos que vivem aqui no Cerrado. Criamos o centro na fazenda da universidade, no subúrbio de Brasília, perto do aeroporto. Acabei me contrapondo a um dos poucos pesquisadores que entendiam de macacos no Brasil, o Ademar Coimbra-Filho [1924-2016]. Ele é conhecido por redescobrir o mico-leão-preto, no Pontal do Paranapanema, e por seu trabalho na conservação do mico-leão-dourado, no Rio de Janeiro. Tentei colaborar com ele, mas a princípio não fui bem recebido. Ele afirmava que os macacos furavam galhos e troncos de árvore para extrair a seiva. Na instalação que eu tinha feito em Brasília, os poleiros eram de cabos de vassoura e os macacos furavam do mesmo jeito. Publiquei isso, mostrando que não era seiva o que procuravam. Quando teve o terceiro Congresso Brasileiro de Primatologia, o Coimbra andava atrás de mim. Uma hora não tive como escapar. Ele disse: “Sabe, Milton, você tem razão. O macaco rói porque tem que roer. Se tem seiva, ele aproveita. Mas não rói para obter a seiva”. Aí ficamos amigos. Eu gostaria de transformar o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro, que o Coimbra criou, em uma universidade de classe mundial em primatologia, mas não encontrei apoio. O centro é coordenado por um dos seguidores do Coimbra, o Alcides Pissinatti.

O que o senhor diria para um estudante que tenha interesse em estudar primatologia hoje?

Que a primatologia tem a ciência intramuros e a ciência extramuros. A ciência intramuros é feita na mesa, no microscópio. Foi onde eu estive durante muitos anos. A primatologia extramuros é a que está mais em moda atualmente por causa da preocupação com o meio ambiente. Alguns estudantes se encantam mais com essa vertente. Um dos meus alunos, José de Souza e Silva Júnior, o Cazuza, pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi, é um dos maiores nomes dessa área e já descobriu alguns macacos. Uma das honrarias na zoologia mundial é quando você descobre um bicho e põe o nome de uma pessoa. Esse aluno descobriu um bicho na Amazônia e



Todo mundo me pergunta a que devo a minha longevidade. Para manter a boa saúde, você tem que ter amigos e eu tenho muitos

me homenageou: o nome do macaco é *Callicebus miltoni*. O nome popular na Amazônia é titi.

O senhor já viu esse macaco?

Nunca vi de perto.

O senhor tem discípulos?

Não quero ter discípulos. Quero compartilhar o meu conhecimento, conforme for o nível da pessoa, desde o jardim de infância até os homens dos superinstitutos de pesquisa. Quando eu completei 100 anos, em 2016, fui homenageado em uma conferência internacional aqui em Brasília que durou três dias. Vieram primatologistas do mundo inteiro. Veio gente da microbiologia, da veterinária, de universidades. Eu resolvi fazer um livro de memórias sobre o que fiz nos 100 anos.

É uma autobiografia?

Não é bem uma biografia, é um pedaço disso, um pedaço daquilo. O título do livro é *Poste de cozumel*, em referência a uma estrutura conhecida no Brasil como poste de fita, com sete faixas, ao redor do qual as pessoas dançam. Cada

faixa representa um aspecto da minha trajetória: família, Exército, veterinária, ciência, ensino, sociedades e vida internacional. Aí, chegou o aniversário de 101 anos. Resolvemos reeditar o livro acrescentando uma reportagem fotográfica sobre a comemoração do centenário. Vieram os 102 anos e o livro foi atualizado – e assim sucessivamente nos anos seguintes. Nos 108 anos que completei no início deste ano, saiu mais uma edição com acréscimos.

O senhor participa de um estudo sobre centenários saudáveis que está sendo feito pelo Centro de Estudos do Genoma Humano e Células-tronco, da Universidade de São Paulo (USP)? Como foi a experiência?

Soube desse projeto da Mayana Zatz lendo uma reportagem em uma revista e achei interessante. Eu estava com 105 anos na época. Fizemos contato e veio um assistente da Mayana coletar meu sangue.

Aos 108 anos de idade, como está a sua saúde?

Todo mundo me pergunta isso. A que devo a minha longevidade? Devo à minha saúde. Quando eu era um adolescente, queria ser homem macho. E resolvi fumar um charuto. Como não tinha dinheiro, com uns tostões comprei um que na época era chamado charuto palhaço. Passei 48 horas vomitando e nunca mais fumei. A saúde não foi comprometida porque o pulmão ficou sadio. Para manter a boa saúde, você tem que ter amigos e eu tenho muitos. Há poucos anos, sofri uma queda no meu apartamento no Rio de Janeiro e me quebrei todo. Por isso hoje eu ando na maior parte do tempo de cadeira de rodas. Dessa quebração toda, fiquei obrigado a sair menos de casa e já não vejo os amigos com a mesma frequência de antes. Recebo alguns para tomar um uisquinho, mas não como antes. Ah, tanto quanto possível tento me afastar dos médicos.

Por quê?

Porque eles receitam muita coisa. Minha esposa é médica, mas felizmente é psiquiatra.

O senhor não gosta de tomar remédio, é isso?

Eu tomo obrigado. ■

LEGISLAÇÃO

PLATAFORMA DE TESTES



Instituições públicas e empresas do país avaliam produtos e serviços inovadores em ambientes regulatórios experimentais, os chamados *sandboxes*

Sarah Schmidt

Depois de operar por um ano em um regime regulatório simplificado, a startup paulistana Pier recebeu autorização permanente para funcionar como seguradora em maio de 2022. Nesse período, a empresa testou dois tipos de seguros contra roubo e furto de celular e de automóveis, comercializando-os diretamente com os clientes. As apólices são contratadas exclusivamente pelo aplicativo de celular e têm vigência mensal, podendo ser canceladas a qualquer momento pelo segurado. No caso dos automóveis, a vistoria é feita de maneira remota com base em fotografias enviadas pelo próprio usuário.

A startup foi uma das empresas autorizadas pela Superintendência de Seguros Privados (Susep), autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda, a testar inovações no mercado de seguros em um espaço monitorado pelo órgão regulador e mais flexível, também chamado de *sandbox* regulatório ou ambiente regulatório experimental. Uma das exigências flexibilizadas pela Susep foi a redução do valor do capital mínimo requerido, exigido para uma seguradora começar a operar no país e a garantir a cobertura de possíveis riscos e perdas, de R\$ 15 milhões para R\$ 1 milhão.

O termo *sandbox*, ou caixa de areia em português, é uma alusão a espaços comuns em parques infantis, onde crianças brincam sob a supervisão dos pais, e foi emprestado das empresas de software, que têm o hábito de lançar versões experimentais de programas em ambientes computacionais isolados, que podem ser testados sem comprometer o sistema em que rodam. O conceito vem sendo adotado por instituições públicas do setor financeiro, agências reguladoras das áreas de energia, transportes e telecomunicações, além de municípios, para testar e acelerar a imple-

mentação de novas tecnologias e serviços com processos menos burocráticos. E ganhou força jurídica ao ser previsto na Lei Complementar nº 146/2019, conhecida como marco legal das startups, sancionada em junho de 2021.

“Como o mercado de seguros, assim como o bancário, é altamente regulado, dificilmente startups menores conseguiriam autorização para testar novos produtos diretamente com clientes sem um ambiente experimental”, observa o CFO (diretor financeiro) da Pier Seguradora, Carlos Colucci. Antes de participar do *sandbox*, a empresa atuava apenas como uma *insurtech*, um tipo de negócio que faz a intermediação entre grandes seguradoras e clientes finais. Segundo Colucci, em setembro de 2021, ainda no ambiente experimental, a empresa aumentou o número de clientes e recebeu um aporte de US\$ 20 milhões. Com o tamanho atingido, pôde solicitar a saída do ambiente regulatório simplificado.

OS CASOS PIONEIROS

“A ideia é criar um ambiente com regras flexíveis e ver como elas funcionam no mundo real em um experimento monitorado pelo órgão regulador e com um número limitado de clientes”, explica o cientista político Clóvis Alberto Vieira de Melo, coordenador do Lab Policy Solutions da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e um dos autores de um artigo sobre o tema, publicado na *Revista do TCU* em janeiro de 2024. O trabalho analisou casos pioneiros em autarquias do sistema financeiro nacional: os do Banco Central do Brasil (Bacen), voltado para os sistemas financeiro e de pagamentos, da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), para o mercado de capitais, e da Susep, para os seguros privados.

O artigo destaca que as autarquias realizaram as primeiras chamadas em 2020. No primeiro proces-

so de admissão da CVM, de 34 propostas recebidas, apenas as de quatro empresas foram aprovadas. Uma delas foi apresentada pela Vórtx, startup da área de tokenização de valores mobiliários, um processo que transforma ativos financeiros em ativos digitais por meio da tecnologia *blockchain*. Outra era a Basement, que apoiava empresas de pequeno porte interessadas em aumentar seu capital oferecendo títulos financeiros. As duas empresas acabaram se fundindo quando deixaram o ambiente experimental em 2022. Iniciativas como essa da CVM têm estimulado investimentos em fintechs, empresas que desenvolvem soluções tecnológicas inovadoras para o mercado financeiro. Segundo apreciação da nota informativa "Fintechs e Sandbox no Brasil", publicada pelo Ministério da Fazenda em junho de 2019, o modelo de sandbox tinha, à época, grande potencial para fomentar especialmente serviços inovadores nesse setor, que evoluem rapidamente. Isso, de fato, vem ocorrendo.

No Bacen, a primeira chamada recebeu 52 propostas, das quais sete foram aprovadas. Ao menos duas serão acompanhadas pelo Comitê Estratégico de Gestão do Sandbox Regulatório (Cesb) do Bacen até o final de 2024, segundo a última ata de reunião do comitê disponível no site do órgão, de 17 de novembro de 2023. São elas: um aplicativo para realizar transações de pagamento de crédito usando as funcionalidades do Pix, proposto pelo Banco Itaúcard, e a criação de uma rede de pontos físicos em estabelecimentos comerciais parceiros para receber depósitos em dinheiro de clientes do banco digital Mercado Pago – pelas normas vigentes, isso só poderia ser feito via pagamento de boleto em agências bancárias.

A Susep realizou dois *sandboxes* até agora e, em julho deste ano, abriu inscrições para o terceiro. Durante o período de testes, as empresas precisam enviar relatórios periódicos para o órgão regulador, com informações sobre o número

de apólices comercializadas, de acidentes e de faturamento, por exemplo, para que seu desempenho seja monitorado. A startup paulistana 88i passou por esse processo. Hoje, está em busca de uma licença definitiva para se tornar uma seguradora, após três anos no *sandbox*. “Estamos em processo de saída desse ambiente experimental, mostrando que nosso modelo de negócio é sustentável e que podemos operar com segurança no mercado regulado de forma permanente”, explica a chefe de operações e cofundadora da empresa, Rosi Sena. A 88i testou o serviço das chamadas “microapólices”, que cobrem acidentes pessoais de motoristas de aplicativos e de mercadorias transportadas, emitidas de maneira digital. O sistema da empresa gera documentos em tempo real durante o trajeto da corrida, que se encerram assim que o percurso é finalizado, e tem clientes da área de mobilidade e delivery.

LIMITAÇÕES E EXPANSÃO PARA OUTRAS ÁREAS

O estudo da UFCG destaca que nenhuma dessas iniciativas divulgou estimativas dos impactos sociais das soluções testadas ou recomendações de aprimoramento de regulação com base em experiências nos *sandboxes*. “Esse é um processo muito novo e que requer um tempo de implementação. Ainda faltam relatórios que exponham seus efeitos”, avalia Melo.

Segundo o artigo, no Reino Unido, o conceito de *sandbox* foi testado pela primeira vez em 2015, por meio da Financial Conduct Authority, órgão regulador financeiro britânico. Cerca de dois terços das empresas que participaram do primeiro edital obtiveram uma autorização para atuar no mercado e, dessas, 40% receberam aportes de capital.

As experiências do setor financeiro do Brasil inspiraram iniciativas nas áreas de transportes, telecomunicações, proteção de dados, distribuição de energia e aplicações para cidades inteligentes. “O movimento tem crescido, porque esse é um instrumento do direito administrativo bastante pragmático, voltado para a realidade”, observa o advogado Rafael Vêras, da Fundação Getúlio Vargas (FGV) do Rio de Janeiro, que analisou exemplos de ambientes experimentais promovidos por agências reguladoras, em um artigo publicado na revista *Interesse Público* em maio de 2024.

Ele destaca a experiência da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). A primeira avalia desde março de 2023 o chamado pedágio fluxo livre, ou *free flow*, no trecho da BR-101 entre Ubatuba (SP) e Rio de Janeiro (RJ), administrado pela concessionária CCR. O *free flow* consiste em uma forma de pagamento automático em que o usuário não precisa parar e a cobrança do pedágio é feita trecho a trecho, de maneira modulada. Os veículos são identificados em pórticos que re-

**O CONCEITO VEM SENDO
ADOTADO POR ÓRGÃOS
REGULADORES PARA TESTAR
E ACELERAR A IMPLEMENTAÇÃO
DE NOVAS TECNOLOGIAS
E SERVIÇOS COM PROCESSOS
MENOS BUROCRÁTICOS**



conhecem TAG ou as próprias placas – similar ao sistema ponto a ponto já implementado em algumas rodovias do estado de São Paulo, mas novidade em estradas federais. Já a iniciativa da Aneel remonta a 2019, quando a Enel Distribuição São Paulo solicitou autorização para implementar um projeto-piloto de autoleitura, no qual os próprios consumidores residenciais podem registrar o consumo de energia elétrica e enviar os dados para a empresa.

“No âmbito municipal, a cidade do Rio de Janeiro tem um exemplo interessante, o Sandbox.Rio”, destaca Vêras. Criado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Inovação e Simplificação, suas chamadas são abertas para empresas, institutos de pesquisa e outras entidades voltadas à promoção de inovações tecnológicas, que podem ser autorizadas a operar por 6 ou 12 meses no ambiente experimental.

Em julho de 2022, a secretaria divulgou as quatro primeiras empresas selecionadas no 1º ciclo do *sandbox*, sendo que duas delas tiveram seus projetos finalizados e saíram do regime. É o caso da MyView, que testou robôs terrestres para o serviço de delivery. A empresa ainda não recebeu autorização para circular. “Estamos fechando o relatório de análise dos resultados dos testes. É necessário compreender melhor esses impactos e em escala mínima não foi possível concluir pela viabilidade desse projeto nesse momento”, explica a subsecretária de Regulação e Ambiente de Negócios da secretaria, Carina de Castro Quirino.

Segundo Quirino, outras duas empresas tiveram o período de testes renovados. Entre elas está a startup da Eve Air Mobility, da fabricante brasileira Embraer, que trabalha no desenvolvi-

mento de eVTOL, veículos elétricos que decolam e pousam na vertical. “A empresa está desenvolvendo todo o arcabouço regulatório conosco sobre a instalação de um porto de eVTOL na Lagoa Rodrigo de Freitas”, afirma a subsecretária. Em junho, foram divulgadas mais seis empresas selecionadas para o 2º ciclo, como a Boos Bikes, cujo projeto é instalar um hub de estacionamento e carregamento de bicicletas elétricas na cidade.

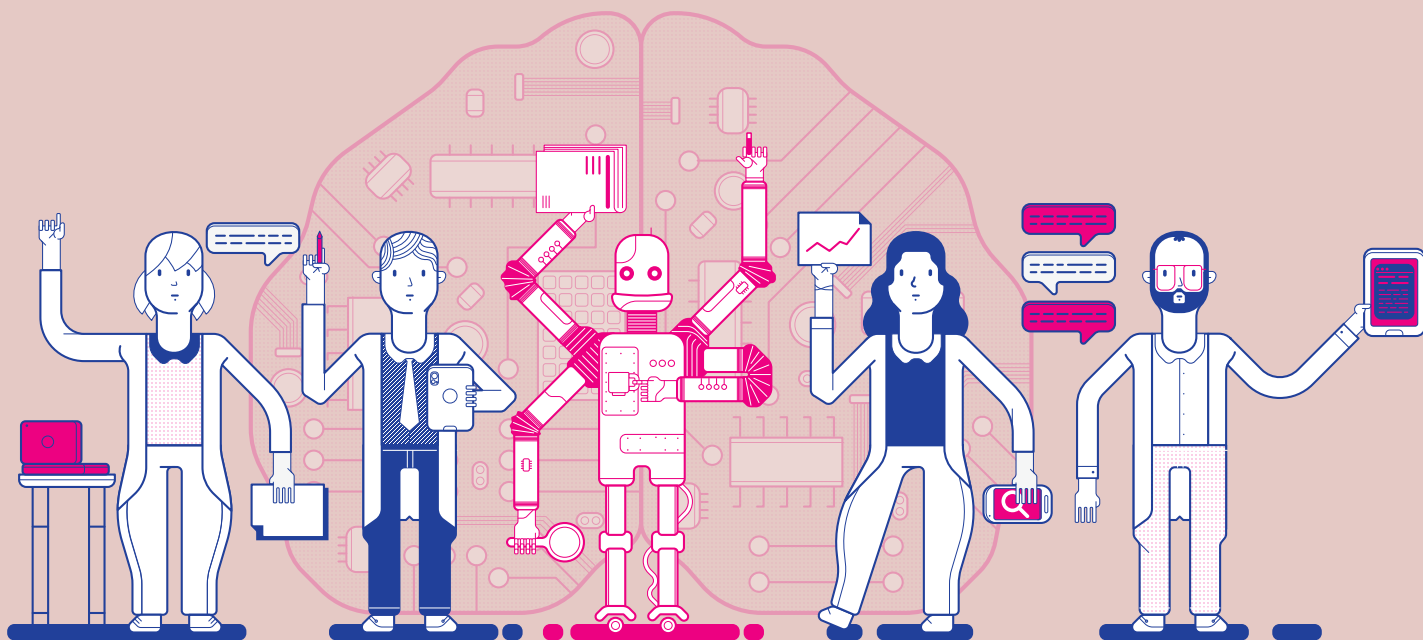
ENCONTROS

A economista Lorrayne Porciuncula, diretora-executiva da Datasphere Initiative, organização especializada em governança de dados com sede na Suíça e escritório no Brasil, destaca o caso da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), que aprovou o primeiro projeto-piloto de *sandbox* regulatório em fevereiro deste ano. O projeto permitirá que municípios utilizem repetidores de radiofrequências e reforçadores de sinais para melhorar a cobertura de telefonia móvel em áreas onde o sinal é insuficiente. “Esse exemplo é interessante porque afeta diretamente a vida das pessoas. De acordo com a regulamentação atual, municípios não podem oferecer serviços de telecomunicações, apenas empresas autorizadas. Mas muitas pessoas ficam sem acesso”, observa ela. A economista organizou um evento sobre experiências nacionais e internacionais de *sandboxes* em 21 de fevereiro, em Brasília.

Em junho, a Advocacia-Geral da União (AGU) lançou com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) uma consulta pública para receber propostas de melhorias em processos de *sandbox* regulatório na administração pública. As contribuições estão em avaliação e poderão ser aproveitadas em um guia de boas práticas sobre o tema, que deve ser publicado ainda neste ano.

Segundo o procurador federal Bruno Portela, coordenador do Laboratório de Inovação da AGU e responsável pela elaboração do guia, foram mapeadas aproximadamente 80 experiências de *sandbox* no país e no exterior. “O guia deve servir como orientação a órgãos públicos com o propósito de garantir segurança jurídica a gestores que busquem utilizar o instrumento de *sandbox* para modernizar a relação do Estado com as entidades reguladas”, diz Portela. “A nossa ideia é ampliar o guia para outras boas práticas regulatórias”, complementa o procurador. Para Porciuncula, a iniciativa da AGU é bem-vinda, desde que não traga limitações para novos modelos de *sandbox*. “É preciso tomar cuidado para não engessar uma prática que precisa ser flexível por natureza”, conclui. ■

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



APLICAÇÕES INOVADORAS

Número de projetos financiados pelo programa Pipe em startups de inteligência artificial aumentou 20 vezes na última década

Sarah Schmidt

A startup paulista NeuralMind iniciou no ano passado o desenvolvimento de uma ferramenta de inteligência artificial (IA) para auxiliar a fiscalização de denúncias de fraudes em compras públicas do Tribunal de Contas da União (TCU). Batizada de Instrução Assistida com Inteligência Artificial (Inacia), a solução é um buscador de informações em documentos jurídicos escritos na língua portuguesa, desenvolvido pela empresa, que se integra ao modelo de previsão de linguagem GPT-4, da OpenAI.

Seu objetivo é fornecer aos analistas do TCU informações mais precisas quando precisam fazer buscas em processos que estão sendo analisados. “O sistema auxilia o auditor a entender mais rápido quais são os principais fatos dos documentos, ao reunir as provas apresentadas e informar as jurisprudências sobre aquele tema”, explica o engenheiro da computação Roberto Lotufo, um dos fundadores da startup, instalada no Parque Científico e Tecnológico da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O software NeuralSearchX, desenvolvido pela empresa, utiliza redes neurais para fazer buscas mais precisas em coleções de documentos em português. O processo foi detalhado em artigo publicado em

março de 2024 na revista *Digital Government: Research and Practice*.

O desenvolvimento do NeuralSearchX ocorreu em um dos 383 projetos baseados em soluções de IA apoiados pelo programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, nos últimos 26 anos. O número de projetos Pipe nessa área tem aumentado em ritmo acelerado. Apenas na última década, cresceu cerca de 20 vezes. Em 2013, eram apenas três projetos de IA financiados, totalizando cerca de R\$ 245 mil; 10 anos depois, contabilizaram-se 61, com investimento de quase R\$ 12,8 milhões (*ver gráfico*). Desde o primeiro ano do programa Pipe, em 1997, as áreas que concentraram mais projetos de IA foram ciências exatas e da Terra (43%), seguidas por engenharias (23%) e ciências agrárias (12%).

“A inteligência artificial é a onda tecnológica do momento”, observa o cientista da computação Rodolfo Azevedo, coordenador-geral de Tecnologias e Parcerias em Inovação da FAPESP e professor do Instituto de Computação da Unicamp. Ele explica que a Fundação prioriza o financiamento de empresas que explorem novas maneiras de usar essas tecnologias. “É importante também que as startups procurem inovar barateando processos e tornando-os escaláveis. Assim, elas têm o potencial de melhorar a vida das pessoas”, afirma.

Um dos caminhos mais comuns seguidos por essas empresas, segundo Azevedo, é usar arquiteturas ou algoritmos já consolidados e extrair novas informações e usos, aplicando-os a uma base de dados própria ou integrando novas soluções, como é o caso do buscador da NeuralMind integrado ao GPT. “Boa parte do período em que as empresas são financiadas pelo Pipe é usada em capacitar mão de obra, ainda escassa na área, e treinar os modelos de IA para funcionalidades personalizadas”, complementa.

“O crescimento verificado nos últimos anos reflete o cenário de expansão de empresas de IA no Brasil e no mundo”, avalia o cientista da computação Eduardo de Rezende Francisco, da Fundação Getulio Vargas (FGV), em São Paulo. De acordo com o levantamento Emerging Tech Report 2024, da plataforma de startups Distrito, 45% das 2.252 startups de tecnologias emergentes mapeadas na América Latina são focadas em IA, seguida por internet das coisas (IoT), com 16%, e dataficação, o processo de transformação de informações em dados digitais, representando 12% do total. O Brasil lidera o mercado latino-americano com 74% das startups de IA.

O estudo da Distrito também aponta que, nos últimos seis anos, as startups de tecnologias emergentes da América Latina receberam US\$ 3,8 bilhões em investimentos. O setor de IA responde por 60% desse volume – US\$ 2,4 bilhões. “Investimentos públicos não reembolsáveis, como os do programa Pipe, têm papel fundamental para incentivar a pesquisa e a inovação com mais liberdade, principalmente no contexto da IA”, observa Francisco.

Globalmente, o mercado de inteligência artificial foi estimado em US\$ 196,6 bilhões em 2023, segundo a consultoria de inteligência de mercado Grand View Research. O setor é liderado por Estados Unidos, China, União Europeia e Reino Unido. Em 2022, apenas o valor do investimento privado em IA foi de US\$ 92 bilhões, 18 vezes superior ao de 2013, de acordo com outro relatório, o “AI index report 2023”, elaborado pelo Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI).

MAPEANDO A INSÔNIA E O CLIMA

A startup Vigilantes do Sono, incubada no Hospital Israelita Albert Einstein, na capital paulista, que recebeu financiamento do programa da FAPESP, criou um aplicativo de mesmo nome que usa aprendizagem de máquina para propor ao usuário estratégias que ajudem a melhorar a qualidade do sono. Entre suas principais funcionalidades, destacam-se um protocolo para tratar a insônia, baseado na terapia cognitivo-comportamental, e uma ferramenta de triagem para apneia do sono.

A seção sobre insônia tem conversas guiadas por um chatbot. Já o teste de apneia utiliza sensores do smartphone, como câmera, acelerômetro e microfone, para detectar características físicas e comportamentais associadas ao distúrbio. “A ideia é oferecer uma abordagem mais disponível para a saúde do sono, especialmente no Brasil, onde o acesso a tratamento e laboratórios especializados é limitado. Queremos, um dia, chegar ao SUS [Sistema Único de Saúde]”, diz a psicóloga Laura Castro, sócia-fundadora e diretora de psicologia e pesquisa da empresa.

O desenvolvimento, o treinamento e a validação do algoritmo para a área de apneia, módulo mais recente do aplicativo, foram estruturados durante um projeto Pipe fase 2 ainda em andamento. O objetivo é auxiliar a detecção de sintomas de risco da doença – dependendo do resultado, a ferramenta sugere ao usuário procurar atendimento médico especializado, por exemplo.

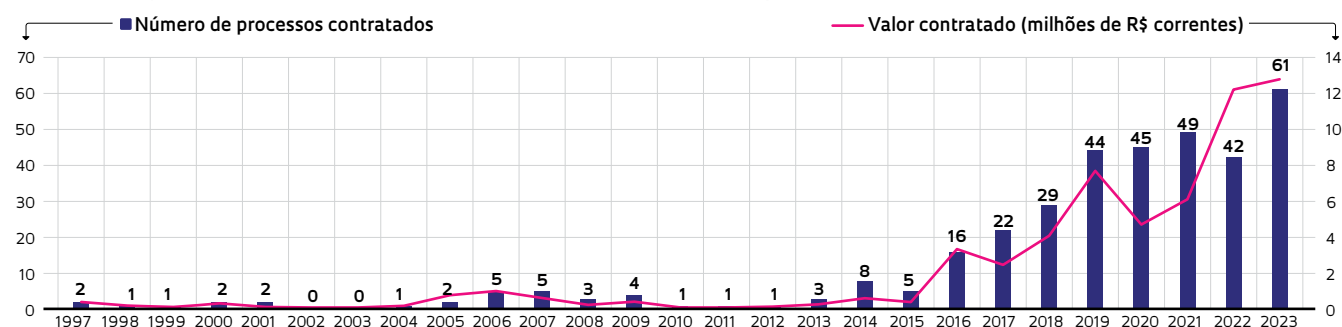
Já a startup MeteoIA, de São Paulo, outra participante do Pipe, desenvolveu um sistema baseado em redes neurais para criar modelos personalizados de riscos climáticos de longo prazo. Os modelos têm aplicações diversas, como a realização de previsões para concessionárias de rodovias de deslizamentos de taludes (encostas inclinadas) ou de anomalias climáticas que afetam a produção agrícola.

Na área de energia, a startup desenvolveu um modelo para hidrelétricas, treinado durante dois projetos Pipe entre novembro de 2020 e abril de 2024, que elabora a previsão de chuvas nas bacias hidrográficas do Sistema Interligado Nacional (SIN), que é a rede de produção e distribuição de energia elétrica do país. “O sistema prevê anomalias de chuvas nos próximos 12 meses e tem 70% de acurácia. Não estima o dia exato em que ela vai ocorrer, mas os meses em que há mais chances de haver um nível de precipitação superior ao esperado”, explica o cientista Thomas Martin, cofundador da startup. ■

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

PROJETOS PIPE RELACIONADOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Número de processos de valores contratados em R\$ correntes, por ano*



FONTE: FAPESP (BV E POWER BI)

*Em 2024, até 11 de julho, 28 projetos foram financiados



BOAS PRÁTICAS

Resultados de pesquisa com firma reconhecida

Iniciativa compila artigos científicos acompanhados por estudos que verificam suas conclusões

Um banco de dados experimental disponibilizou cerca de 1,1 mil artigos científicos das áreas de psicologia, medicina e gestão que estão acompanhados por seus respectivos estudos de replicação, ou seja, pelos trabalhos de autoria de outros pesquisadores realizados exclusivamente para verificar a validade dos achados originais. O repositório é coordenado pela iniciativa Estrutura para Treinamento em Pesquisa Aberta e Reprodutível (Forrt), criada em 2018 por pesquisadores de 28 países para tornar mais frequentes e acessíveis essas confirmações de resultados, um mecanismo de autocorreção da ciência que busca avaliar a confiabilidade de publicações e desconsiderá-las caso não sejam consistentes.

“Queremos tornar mais fácil o rastreamento de estudos de replicação. Geralmente, é difícil encontrá-los, porque os periódicos raramente os vinculam ao trabalho original”, disse à revista *Nature Index* um dos coordenadores da iniciativa, o psicólogo Lukas Röseler, diretor do Centro de Ciência Aberta da Universidade de Münster, na Alemanha. Um objetivo adicional é estimular pesquisadores a divulgar tentativas de confirmar resultados obtidos por colegas. “É difícil publicar

esse tipo de trabalho, independentemente de suas conclusões”, afirmou o pesquisador, referindo-se ao interesse restrito que tais estudos despertam em revistas científicas de prestígio.

A compilação de artigos e de suas checagens vem sendo executada, por enquanto, de forma manual: voluntários do projeto reúnem os estudos de replicação e os associam aos achados originais em uma planilha on-line. Alguns *papers* estão vinculados a até outros quatro trabalhos que verificaram a validade de um ou mais de seus resultados. É certo que a iniciativa se beneficia de esforços da comunidade científica feitos nos últimos 15 anos para reavaliar artigos de diferentes campos do conhecimento e aferir se são realmente confiáveis.

O objetivo dessas reanálises era enfrentar o que se convencionou chamar de “crise de reprodutibilidade”, causada por uma sucessão de artigos que caíram em descrédito depois que foram desmentidos em experimentos subsequentes ou tiveram desempenho mais acanhado do que a promessa inicial – incluindo-se aí possíveis terapias contra o câncer. A maior parte dos trabalhos armazenados no repositório, por enquanto, é da área de psicologia, um campo de pesquisa especialmente afetado pela quebra de confiança. Contribuíram para isso escândalos como o protagonizado pelo psicólogo social Diederick Stapel, demitido em 2011 da Universidade de Tilburg, nos Países Baixos, que teve 58 artigos retratados por fraude e manipulação de dados. Em 2016, uma colaboração internacional para investigar estudos de psicologia experimental publicados em três revistas da área só conseguiu confirmar resultados obtidos em 36 dos 100 *papers* avaliados. No mesmo ano, um conjunto de cerca de 50 mil artigos de psicologia passou pelo escrutínio de um software capaz de detectar inconsistências estatísticas – e foram encontrados problemas na metade deles (ver Pesquisa FAPESP nº 253).

No rol de artigos reunidos pela iniciativa Forrt, há diferentes desfechos. Em 40% deles, a tentativa de confirmar os achados originais foi bem-sucedida. Foi o caso de um estudo publicado em 2015 na revista *Personality and Social Psychology Bulletin* por Benjamin Cheung e Steven Heine, da Universidade da Columbia Britânica, no Canadá. O trabalho afirmou que o recurso de utilizar fatores genéticos para explicar comportamentos criminosos produz percepções diferentes das geradas quando o delito é atribuído a uma influência do ambiente – isso, contudo, não gera vantagens para um réu diante de um júri, segundo os autores. Isso porque a percepção, favorável para o acusado, de que ele não tinha controle sobre seus atos é compensada pela percepção negativa de que ele pode reincidir com facilidade e segue sendo uma ameaça. A conclusão se baseou em mais

de 600 entrevistas com estudantes universitários e indivíduos que responderam a um questionário de forma remunerada em uma plataforma on-line. Em 2016, o psicólogo Jarret Crawford, pesquisador do The College of New Jersey, nos Estados Unidos, repetiu o estudo e reavaliou 16 efeitos observados por Cheung e Heine. Obteve os mesmos achados em 14 deles – e em um 15º, apesar de diferente, o sentido era similar. Só um efeito não foi constatado. “Os autores do artigo original pagaram aos participantes da pesquisa três vezes mais do que eu, mas isso não parece ter influenciado os resultados”, escreveu Crawford.

J á 58% das tentativas de replicação registradas no repositório fracassaram. Isso ocorreu por diferentes motivos: os dados apontaram na direção contrária do achado original, os resultados, mesmo convergentes, foram estatisticamente insignificantes ou as amostras não permitiram uma comparação fidedigna. Um dos casos de insucesso foi um artigo publicado em 2008 no *Journal of Personality and Social Psychology* por um grupo da Universidade de Leiden, nos Países Baixos. Segundo sua análise, indivíduos que demonstram raiva em meio a uma negociação não necessariamente têm mais chances de levar seus oponentes a ceder do que aqueles que demonstram felicidade ao barganhar, como a literatura acadêmica descreveu. De acordo com o *paper*, em algumas situações específicas, o uso da raiva pode atrapalhar a barganha e causar prejuízos. O estudo de replicação, realizado em 2014 por dois psicólogos da Universidade de Viena, não detectou essa desvantagem ao refazer o experimento com 27 homens e 53 mulheres da Áustria utilizando a mesma metodologia. Os 2% de trabalhos restantes foram inconclusivos ou então tiveram resultados díspares, em que uma tentativa confirmou os dados originais enquanto outra não.

A iniciativa Forrt tem outras ambições, como gerar conhecimento sobre reprodutibilidade a partir de análises do conteúdo do banco de dados. Röseler dá um exemplo: pesquisadores hoje são encorajados a publicar relatórios registrados de seus projetos antes que eles sejam realizados, informando o desenho e a metodologia adotados, bem como as hipóteses a serem avaliadas. Com isso, busca-se evitar que o autor manipule essas premissas na hora de publicar os resultados para adaptá-las ao que foi encontrado. “Gostaríamos de ver empiricamente se estratégias como essas afetam a probabilidade de um estudo ser replicável”, afirmou. Outro plano do grupo é lançar uma revista científica de acesso aberto e revisada por pares exclusivamente para publicar estudos de replicação de diferentes disciplinas. ■

Fabício Marques

Ferramenta on-line aponta artigos com referências invalidadas

O cientista da computação Guillaume Cabanac, da Universidade de Toulouse, na França, lançou uma ferramenta on-line capaz de examinar um trabalho científico e apontar na sua bibliografia a existência e a quantidade de artigos que sofreram retratação. Batizado de Detector de Pés de Barro, expressão emprestada da *Bíblia* em alusão a estátuas construídas sobre bases frágeis, o software já rastreou ao menos 1,7 mil *papers* que têm uma boa quantidade de referências consideradas inválidas, o que pode, a depender da importância delas, comprometer as conclusões dos artigos.

O pesquisador compartilhou com a revista *Nature* uma lista com exemplos extremos desses artigos. Um deles é um trabalho publicado em 2023 por dois engenheiros da computação do Instituto de Ciência, Tecnologia e Estudos Avançados Vels, em Pallavaram, na Índia, em que 18 das 30 referências bibliográficas – 60% do total – haviam sido retra-

tadas. O estudo foi publicado nos anais de uma conferência internacional sobre estruturas e sistemas inteligentes promovida pelo Instituto dos Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE). “Não estamos acusando ninguém de fazer algo errado. Estamos apenas observando que, em algumas bibliografias, as referências foram retratadas ou retiradas, o que significa que o artigo pode não ser confiável”, disse Cabanac à revista *Nature*.

Nenhum autor está livre de ver canceladas uma ou mais referências mencionadas em seus artigos e não é incomum precisar publicar correções para eliminar de um *paper* esses registros inválidos. Mas, quando a extensão de citações retratadas é muito grande, isso pode mostrar que o autor selecionou sua bibliografia de modo desleixado, sem verificar a validade das referências. A negligência pode estar associada a comportamentos ainda mais graves.

No topo da lista de Cabanac, há um artigo que teve 65% de suas 51 referências

retratadas. O trabalho foi publicado em 2012 no periódico *Materials Research* pelo engenheiro Ali Nazari, acusado de má conduta científica e demitido em 2019 da Universidade de Tecnologia Swinburne, em Melbourne, na Austrália. Das 33 referências retratadas, 32 são de artigos de autoria do próprio Nazari, que ocupa a 5ª posição na lista de autores com maior produção científica invalidada, feita pelo site Retraction Watch. Ele já teve 104 artigos retratados por adulteração de imagens, duplicação de resultados e manipulação do processo de revisão por pares.

O Detector de Pés de Barro é a segunda contribuição de Cabanac para rastrear *papers* problemáticos. Em 2021, ele e colegas desenvolveram um software que detecta a presença em artigos do que denominaram “frases torturadas”, expressões estranhas ou mal traduzidas que evidenciam tentativas de burlar sistemas de detecção de plágio ou uso de programas de inteligência artificial para gerar os textos (ver Pesquisa FAPESP nº 317).

Sites piratas se fazem passar por organizadores de conferências científicas e abordam participantes

Esquemas fraudulentos para lesar participantes e organizadores de conferências acadêmicas vêm crescendo nos Estados Unidos. Sites piratas que se fazem passar pelas sociedades médicas e científicas promotoras desses eventos ou que alegam ser empresas parceiras estão fazendo propaganda na internet oferecendo inscrições e hospedagem com grandes descontos. A Associação Internacional para o Estudo do Câncer de Pulmão denunciou uma empresa chamada Global Travel Experts Team que abordava e oferecia vantagens a potenciais participantes da Conferência Mundial sobre Câncer de Pulmão de 2024, realizada em setembro na cidade de San Diego, nos Estados Unidos. A empresa registrou um domínio de e-mail semelhante ao da conferência, embora não tivesse vinculação com o evento.

A Sociedade Americana de Hematologia também alertou os participantes de sua reunião anual, que vai acontecer em dezembro igualmente em San Diego, sobre a ação de sites e agências de viagem “que perseguem agressivamente os participantes para registrá-los na reunião e reservar seus quartos de hóspedes com descontos supostamente significativos”, de acordo com comunicado da entidade. Um porta-voz da Sociedade Americana de Oncologia Clínica, vítima de esquemas fraudulentos em sua conferência anual, disse ao site Oncology News Central que as fraudes têm aparência cada vez mais realista. “É muito fácil para os participantes clicarem em um site falso recomendado pelo Google pensando que estão reservando hospedagem conosco.”

CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



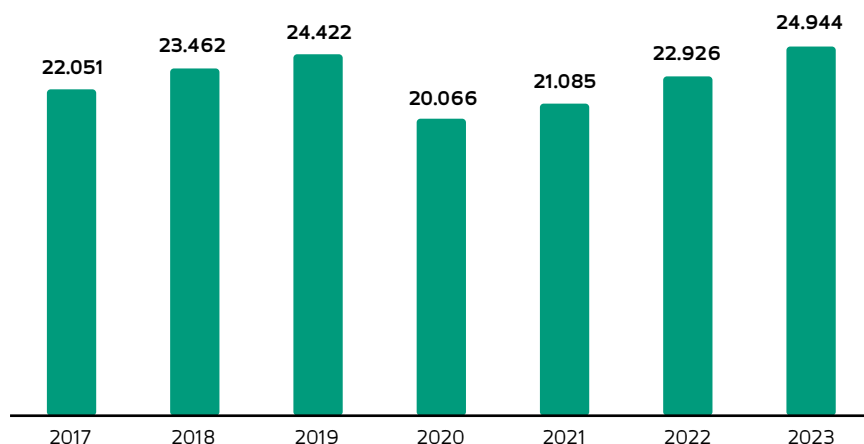
Entre no QR Code para assinar nossas newsletters



Títulos de doutorado concedidos recuperam o nível pré-pandemia

TOTAL DE CONCESSÕES

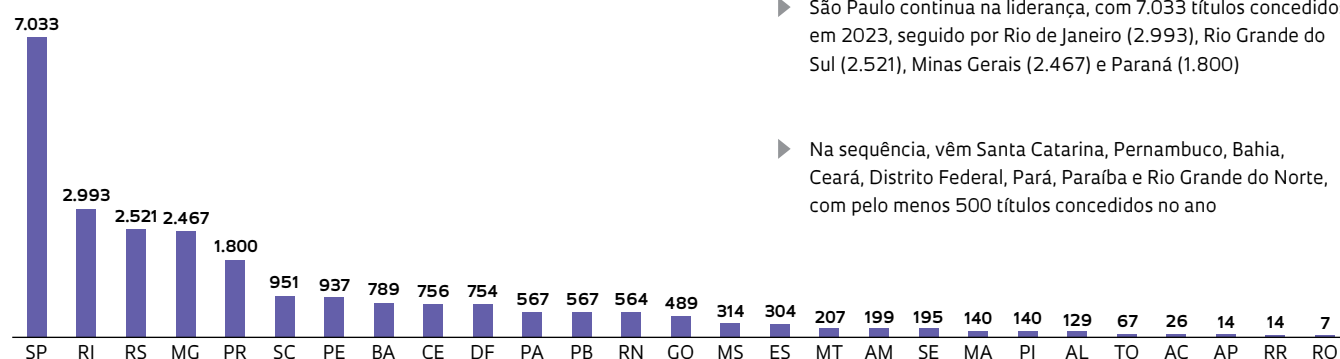
Entre 2017 e 2023



► Após queda significativa entre 2019 e 2020 (de 24.422 para 20.066, ou 17,8%), o número de títulos de doutorado concedidos voltou a crescer desde 2021, atingindo 24.944 títulos em 2023

TÍTULOS CONCEDIDOS

Por unidades da federação (2023)

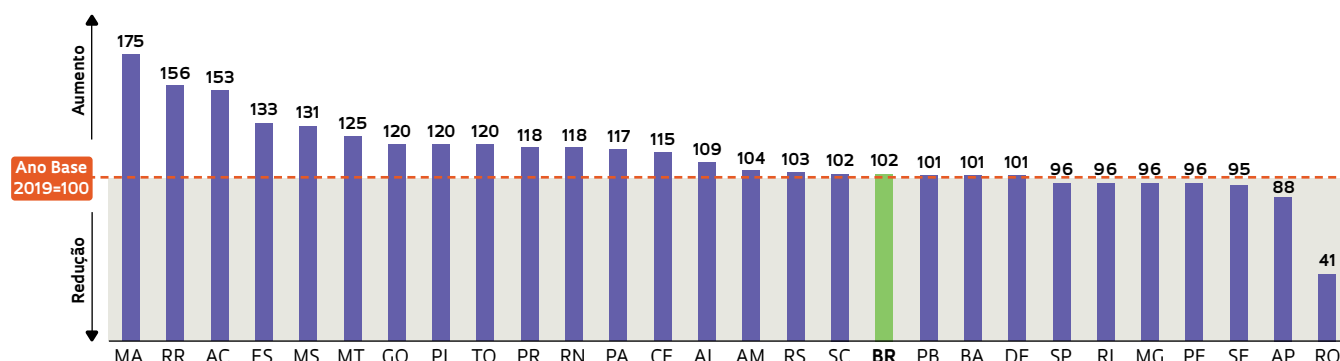


► São Paulo continua na liderança, com 7.033 títulos concedidos em 2023, seguido por Rio de Janeiro (2.993), Rio Grande do Sul (2.521), Minas Gerais (2.467) e Paraná (1.800)

► Na sequência, vêm Santa Catarina, Pernambuco, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Pará, Paraíba e Rio Grande do Norte, com pelo menos 500 títulos concedidos no ano

NÚMERO-ÍNDICE DOS TÍTULOS CONCEDIDOS EM 2023

Ano base 2019 = 100



► O número de títulos de 2023 superou em 2% o registrado em 2019, refletindo o crescimento desse indicador na maioria das unidades da federação (ver gráfico acima)

► As que superaram em maiores proporções o resultado de 2019 foram, sobretudo, as situadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (com exceção do DF), além de Espírito Santo e Paraná

► As que não atingiram a média nacional foram algumas das que, tradicionalmente, lideram a formação de doutores, como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Pernambuco, além de Sergipe, Amapá e Rondônia

Caminhos do conhecimento

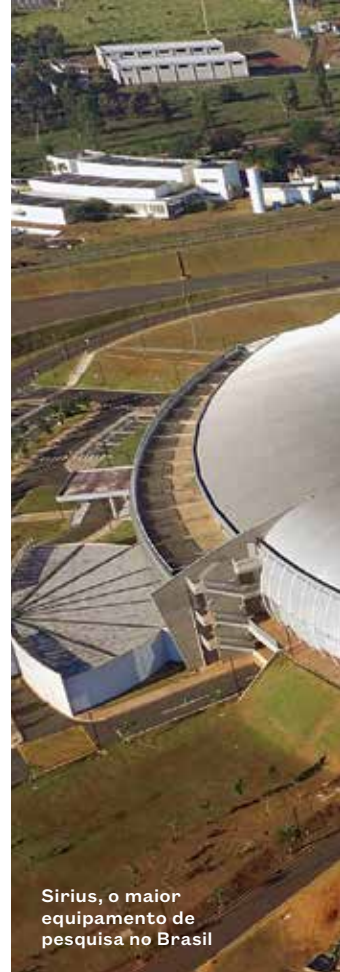
25 temas de pesquisa que se destacaram neste século

MARCOS PIVETTA

Sem a pretensão de fazer uma lista das maiores descobertas e avanços do conhecimento do último quarto de século, *Pesquisa FAPESP* elenca 25 destaques da ciência e da tecnologia brasileira e internacional que tiveram – e ainda têm – grande impacto nos rumos da pesquisa e da inovação desde o lançamento da revista, há 25 anos. Por limitações da própria proposta, enumerações desse tipo são sempre incompletas e questionáveis. Temas importantes inevitavelmente ficaram de fora e outros, segundo o olhar de alguns, não mereceriam figurar no rol. Feitos os reparos, segue a lista, que tem apenas o intuito de ressaltar como a ciência se move e reconstrói as bases de seu conhecimento em um curto período.

Sirius, luz síncrotron na estrutura da matéria

Inaugurado em novembro de 2018 no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), a 15 quilômetros de Campinas (SP), o Sirius é a maior e mais complexa infraestrutura científica construída no Brasil. É um acelerador de partículas que gera uma fonte de radiação síncrotron, um tipo especial de luz que, como um microscópio gigante, permite investigar a estrutura da matéria na escala dos átomos e das moléculas. Custou cerca de R\$ 2 bilhões. Ainda não está totalmente pronto. Seis de suas 14 estações experimentais estão em plena operação.



Sirius, o maior equipamento de pesquisa no Brasil

De raridades, exoplanetas viraram algo comum

A descoberta de exoplanetas era algo excepcional na década de 1990, quando os primeiros mundos ao redor de outras estrelas – que não o Sol – foram encontrados. Hoje está confirmada a existência de mais de 5.600 exoplanetas com características distintas. Nenhum deles com vida como na Terra.

Sociedades complexas na Amazônia

Estudos arqueológicos recentes feitos na Amazônia indicam que a floresta tropical pode ter abrigado sociedades complexas, com uma população de milhões de habitantes, no período pré-colonial. Vestígios de grandes aldeias, ligadas por estradas, e a presença da terra preta de índio, um tipo de solo associado à ocupação humana prolongada, são evidências que sustentam essa nova visão. Alguns trabalhos sugerem que a floresta amazônica sempre foi uma formação manejada pelos ameríndios, não sendo já há séculos um bioma totalmente natural.



A ancestralidade miscigenada dos brasileiros

Estudos genéticos feitos com o DNA de diferentes grupos da população nacional nas duas últimas décadas indicam que, independentemente da cor da pele, boa parte dos brasileiros teve ou tem ancestrais do sexo masculino vindos da Europa e do sexo feminino de origem africana ou ameríndia.

O sequenciamento do genoma humano

Em 12 de fevereiro de 2001, duas das revistas científicas de maior prestígio, *Nature* e *Science*, publicaram rascunhos do sequenciamento de todo o genoma humano realizado por dois grupos independentes e concorrentes: o consórcio público internacional e a empresa privada norte-americana Celera. A iniciativa pública demorou mais de dez anos e gastou US\$ 2,7 bilhões para lograr êxito. Os trabalhos serviram de inspiração e impulsionaram a pesquisa e a tecnologia genômica nas décadas seguintes. Hoje, sequenciar o DNA de uma pessoa pode demorar apenas algumas horas e custar US\$ 600.

2

James Webb, o sucessor do Hubble

No Natal de 2021, foi lançado o Telescópio Espacial James Webb (JWST), um projeto de US\$ 10 bilhões que é considerado uma espécie de sucessor do telescópio Hubble. O JWST é o maior, mais caro e mais potente instrumento de observação do Universo. A qualidade de suas imagens encanta a todos e deve impulsionar a astronomia.



Sequenciar o primeiro genoma humano demorou mais de uma década e custou bilhões de dólares

A detecção do bóson de Higgs

Quarenta e nove anos depois de sua existência ter sido prevista pelo físico teórico britânico Peter Higgs (1929-2024), o bóson de Higgs foi oficialmente considerado como descoberto em 2012. O anúncio foi feito por pesquisadores do LHC, o maior acelerador de partículas do mundo. O bóson de Higgs é a partícula subatômica que dá massa a todas as outras partículas. Era uma peça importante do chamado modelo-padrão da física, que explica as interações entre partículas e forças presentes na matéria visível do Universo, que, até então, faltava ser encontrada.

Xylella promove a genômica nacional

A edição de 13 de julho de 2000 da revista *Nature* destacou em sua capa o sequenciamento do primeiro genoma de um patógeno que ataca plantas, a bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da doença do amarelinho nos laranjais. O trabalho foi feito por uma rede virtual de laboratórios formada por duas centenas de pesquisadores do estado de São Paulo, com financiamento da FAPESP. Pioneiro no Brasil, o projeto criou competência no campo da genômica e da bioinformática e inspirou o estabelecimento de iniciativas semelhantes no estado e no país.

A grande floresta tropical vira objeto de estudo

A criação do Experimento em Larga Escala na Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) em 1998 colocou de vez o maior bioma brasileiro como objeto de estudos multidisciplinares de dezenas de grupos de pesquisadores do Brasil, da Europa e dos Estados Unidos. O programa estimulou trabalhos sobre o uso da terra e o clima na Amazônia com enfoques baseados nas áreas de química, física, biologia, entre outras. Nas principais universidades brasileiras é difícil encontrar pesquisadores seniores que trabalham com algum tema amazônico e já não tenham participado do LBA.

Amazônia tem sido assolada por secas cada vez mais frequentes





China produz hoje cerca de um quarto da ciência mundial

China passa EUA na produção de ciência

No final da década passada, a China desbancou os Estados Unidos da condição de maior produtor mundial de conhecimento científico. Vários indicadores apontam nessa direção. Em 2022, por exemplo, um trabalho do Instituto Nacional de Política de Ciência e Tecnologia do Japão afirmou que os chineses foram responsáveis por 23,4% dos artigos publicados entre 2018 e 2020 em revistas científicas, segundo dados da empresa Clarivate Analytics – mais do que qualquer outro país. Os chineses também são os mais citados em periódicos de alto prestígio.

Carro flex faz o Brasil rodar

O lançamento comercial do primeiro carro bicomcombustível, também chamado total flex, em março de 2003, mudou o mercado de automóveis de passageiros do Brasil. Movidos a gasolina ou a etanol, ou a uma mistura de ambos, esses veículos se tornaram um diferencial da indústria automobilística do país. Em 2023, os carros flex representavam mais de 76% da frota de veículos que circulavam nas vias nacionais. Se abastecidos com etanol, os automóveis bicomcombustíveis emitem menos poluição do que os que rodam impulsionados por derivados do petróleo.

O berço dos dinossauros

Ao lado da Argentina, o Brasil se tornou nas duas últimas décadas o lugar do planeta com os mais antigos fósseis de dinossauros. Esses achados colocaram a América do Sul como o provável berço desses répteis extintos há 65 milhões de anos. Pelo menos seis espécies de dinossauros que viveram mais de 230 milhões de anos atrás foram encontradas na formação geológica Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Cinco dessas seis espécies foram descobertas de 1999 para cá. A maior delas tinha 2,5 metros de comprimento e sua altura batia na cintura de uma pessoa adulta.

A ascensão da inteligência artificial

No final de 2022, o cidadão comum tomou contato com uma área de pesquisa que há anos se desenvolvia na academia e em empresas: os softwares de inteligência artificial (IA) generativa. O lançamento comercial do ChatGPT, uma ferramenta da startup norte-americana OpenAI, causou um misto de excitação e medo. Apesar de cometer muitos erros, o sistema cria textos articulados a partir de perguntas e comandos dos usuários e pode simular conversas com um ser humano. Serviços de IA de outras empresas também foram lançados, alguns capazes de gerar imagens e vídeos.

A descoberta do grafeno

Os físicos Andre Geim e Konstantin Novoselov, da Universidade de Manchester, Reino Unido, isolaram e caracterizaram o grafeno em 2004. Com uma fita adesiva, esfoliaram uma amostra de grafite, o mesmo material usado em lápis, e produziram uma folha cristalina de átomos de carbono organizados em rede, em forma hexagonal, com apenas um átomo de espessura. O feito lhes rendeu o Nobel de Física em 2010. Resistente, mas flexível, bom condutor de eletricidade, o grafeno inaugurou a era dos chamados materiais bidimensionais, que podem apresentar propriedades notáveis.

A chegada das vacinas de mRNA

O surgimento da pandemia de Covid-19 no início de 2020 acelerou a criação das vacinas de RNA mensageiro (mRNA), um novo tipo de imunizante que estava sendo desenvolvido e testado há anos, mas que ainda não tinha sido aprovado para uso em humanos. Imunizantes seguros e eficazes feitos com essa tecnologia por duas empresas, BioNTech/Pfizer e Moderna, foram largamente empregados na pandemia. Dois pioneiros das vacinas de mRNA, a bioquímica húngara Katalin Karikó e o imunologista norte-americano Drew Weissman, ganharam o Nobel de Medicina de 2023.

O risco dos alimentos ultraprocessados

Há cerca de 15 anos, um grupo na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP) propôs uma forma inovadora de categorizar os alimentos que favorecem a obesidade e impactam a saúde, sobretudo os criados pela indústria para serem baratos, de sabor intenso e quase sempre irresistíveis. Segundo a classificação Nova, esses produtos prontos para consumo, feitos a partir de formulações de substâncias resultantes do processamento de alimentos, foram denominados ultraprocessados. O conceito passou a ser adotado internacionalmente.



Alimentos ultraprocessados têm grande impacto sobre a saúde

As mulheres da edição gênica

A microbiologista francesa Emmanuelle Charpentier e a bioquímica norte-americana Jennifer Doudna dividiram o Prêmio Nobel de Química de 2020 pelo desenvolvimento da ferramenta de edição de genes conhecida como Crispr. Ambas tiveram papel importante na criação e difusão da tecnologia, surgida no início da década passada e que, devido à sua alta precisão, já é usada na modificação genética de plantas e tem potencial para ser empregada no tratamento de certas doenças. Foi a primeira vez que duas mulheres compartilharam o prêmio dessa área sem a companhia de um homem.

Embraer conquista a aviação regional

Em fevereiro de 2002, o protótipo do Embraer 170, com capacidade para 70 passageiros, fez seu voo inaugural. Lançado no mercado dois anos depois, ele foi o primeiro modelo de uma bem-sucedida família de jatos destinados à aviação comercial regional que levou a empresa brasileira a se tornar a terceira maior produtora de aviões do mundo, atrás da Boeing e da Airbus. Com mais de 9 mil aeronaves produzidas, se considerados todos os tipos de aeronaves de seu catálogo, a Embraer é a maior fabricante de jatos comerciais de até 150 assentos e a principal exportadora de bens de alto valor agregado do Brasil.

Miniórgãos para pesquisa e tratamentos

Gerados a partir do cultivo *in vitro* de células-tronco, os organoides, também denominados miniórgãos, são estruturas tridimensionais em miniatura que reproduzem, com um bom grau de fidelidade, a heterogeneidade celular e as funções de órgãos humanos. São modelos clínicos promissores para o estudo de doenças, o teste de terapias e o desenvolvimento de uma medicina regenerativa. Desde a primeira década deste século, as técnicas de criação de diferentes miniórgãos, como intestinos, cérebro, fígado e pulmões, estão em franca evolução, abrindo uma nova perspectiva clínica.

Guardião da Amazônia

Lançado em fevereiro de 2021, o Amazonia 1 é o primeiro satélite nacional de médio porte inteiramente projetado e construído no país. Ele foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O Amazonia 1 sobrevoa o território nacional diversas vezes ao dia e suas imagens são usadas para monitoramento ambiental, no planejamento agrícola e urbano. Ele é um dos satélites usados pelo Inpe para registrar o desmatamento da Amazônia e de outros biomas, ao lado de congêneres norte-americanos, europeus e sino-brasileiros.

Medalha Fields para a matemática nacional

Em 2014, o carioca Artur Avila, do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa), tornou-se o primeiro sul-americano a ganhar a Medalha Fields, o maior prêmio internacional da matemática. A honraria é dada a pesquisadores que têm menos de 40 anos no momento da escolha. Especialista em sistemas dinâmicos, Avila tem hoje 45 anos, é professor na Universidade de Zurique, Suíça, e pesquisador do Impa.

As ondas gravitacionais finalmente chegaram

Na teoria da relatividade geral, Albert Einstein (1879-1955) previu, em 1915, que o movimento extremamente acelerado de objetos com muita massa produziria vibrações no espaço-tempo, o tecido do qual é feito o Universo. Exatos 100 anos depois, em 2015, os detectores do Observatório Ligo, nos Estados Unidos, flagraram pela primeira vez esse tipo de perturbação. Ondas gravitacionais geradas pela colisão de dois buracos negros foram registradas pelo observatório, um evento que inaugurou a área de estudos desse tipo de fenômeno.

Homem impulsiona mudanças climáticas

Na primeira parte de seu sexto relatório, divulgada em agosto de 2021, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) não deixou margem para dúvidas: “É inequívoco que a influência humana esquentou a atmosfera, o oceano e a superfície terrestre”. O texto reafirmava, com um grau de certeza maior do que nos documentos anteriores, que o aquecimento global é consequência do crescimento das emissões de gases de efeito estufa, produzidos essencialmente por atividades humanas, sobretudo a queima de combustíveis fósseis.

Uma curva de crescimento para os recém-nascidos

A partir de estudos feitos com uma amostra de mais de 7 mil crianças do Brasil, dos Estados Unidos, da Noruega, de Omã, de Gana e da Índia na primeira metade dos anos 2000, uma equipe de epidemiologistas da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), no Rio Grande do Sul, foi uma das que mais contribuíram para o estabelecimento das curvas de crescimento infantil recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Esses parâmetros, que acompanham a idade, o peso e a altura das crianças, são adotados em mais de 140 países.

A primeira imagem de um buraco negro

Uma mancha escura envolta em um anel iluminado, ligeiramente desfocado, no centro da galáxia Messier 87 (M87), situada no céu em direção à constelação de Virgem. Essa imagem, divulgada em 2019, é a primeira obtida de um buraco negro. A rigor, ela não mostra o buraco negro em si, mas a sombra deixada pelo horizonte de eventos, região a partir da qual a gravidade cresce absurdamente e captura tudo o que está por perto. O feito foi obtido pela equipe do projeto internacional Telescópio Horizonte de Eventos (EHT). Em 2022, a iniciativa produziu uma imagem do buraco negro localizado no centro da Via Láctea.



Imagem do buraco negro no centro da galáxia Messier 87

Resposta ao tempo

Reportagens publicadas nos primórdios da revista resgatam interesses e caminhos da ciência brasileira

FABRÍCIO MARQUES

Um passeio pelas primeiras edições de *Pesquisa FAPESP* permite observar como alguns temas de interesse da pesquisa brasileira evoluíram e ganharam novos contornos nos últimos 25 anos, assim como mudaram os desafios impostos a cientistas e gestores acadêmicos. Um exemplo valioso está em uma reportagem publicada em abril de 2000, que noticiou o reconhecimento de 104 cientistas brasileiros que escreveram artigos de grande repercussão entre 1990 e 1999. A homenagem foi feita pelo Institute for Scientific Information (ISI), responsável pela base de dados Web of Science (WoS), e distinguiu autores de *papers* que haviam sido citados pelo menos 50 vezes em outros estudos. “Lembro de receber um certificado, que ainda tenho guardado”, recorda-se o nefrologista Roberto Zatz, do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), coautor de um artigo publicado em 1992 na revista *Hypertension* que figurava no topo da lista brasileira do ISI, com 259 citações no ano 2000 – hoje acumula mais de 700 citações.

O artigo resultou de uma linha de pesquisa explorada por Zatz e seu colega Gilberto de Nucci, pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), acerca de um tema emergente na época, o óxido nítrico, molécula produzida pelas paredes dos vasos sanguíneos, que tem um papel regulador da pressão arterial e deu origem a medicamentos vasodilatadores. O *paper* se tornou uma referência para outros pesquisadores porque o grupo liderado por Zatz descobriu uma forma de inibir a produção de óxido nítrico em ratos, que ficaram, então, hipertensos. “Como era um método relativamente fácil para induzir a doença nos ratos, muita gente passou a usar esses animais

como modelo para pesquisas sobre hipertensão e a citar o nosso artigo”, explica Zatz.

Para compor a lista dos artigos mais citados, o ISI havia compilado 66.974 *papers* escritos por pesquisadores brasileiros ou radicados no país na década de 1990 – desse universo, extraiu 27 artigos cujos autores receberam a homenagem. Esses números soam irrisórios quando comparados com o desempenho atual dos cientistas brasileiros, que publicaram, apenas em 2019, o mesmo patamar de 66,9 mil artigos obtidos ao longo da década de 1990, de acordo com a WoS. Em 2023, por conta da pandemia, a produção brasileira caiu para 56,3 mil artigos.

Da mesma forma, mudou muito o perfil dos artigos altamente citados – no Brasil e no mundo – principalmente devido à formação de redes de colaboração. “Estudos multicêntricos, que avaliam tratamentos em vários lugares do mundo para obter estatísticas robustas, podem ter centenas de autores. Quando esses estudos envolvem doenças cardiovasculares, câncer ou diabetes, e apontam diretrizes de tratamento, acabam sendo muito citados”, afirma Zatz. Se estudos sobre óxido nítrico já não têm o apelo do passado, outros assuntos ganharam destaque. Em 2021, *Pesquisa FAPESP* publicou uma reportagem sobre a relação de 21 pesquisadores brasileiros que estavam entre os mais citados no mundo naquele momento. Esses autores, que exploram temas como alimentos ultraprocessados, epidemiologia, virologia e mudanças climáticas, produziram artigos que receberam, em um dos casos, até 4 mil citações (ver *Pesquisa FAPESP* nº 310).

O alcance dos resultados de pesquisa foi ampliado de forma radical desde o final da década de 1990, com a disponibilização de periódicos pela internet e, posteriormente, o avanço do movimento de acesso aberto a informações científicas. Uma reportagem publicada por *Pesquisa FAPESP* em junho de 2000 destacava o progresso do Programa Biblioteca Eletrônica (ProBE), criado pela Fundação em 1999 para garantir acesso on-line a revistas científicas internacionais a pesquisadores e alunos das universidades e institutos de pesquisa públicos sediados no estado de São Paulo. O texto destacava o número de periódicos disponíveis: 841. O ProBE encerrou suas atividades no final de 2002, transferindo sua experiência para uma iniciativa em âmbito nacional, o Portal de Periódicos, mantido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que hoje oferece para pesquisadores de universidades públicas do Brasil inteiro acesso ao conteúdo de mais de 40 mil periódicos e 150 mil livros. “O ProBE foi lançado para racionalizar os custos com assinaturas de revistas, compartilhando-as com várias universidades de São Paulo. Mas teve um crescimento muito rápido. Os

A capa sobre o vigor do presidencialismo brasileiro, de dezembro de 1999: pesquisa analisou de forma pioneira as votações no Congresso



pesquisadores gostaram de ter acesso às revistas na tela do computador”, explica a bibliotecária Rosaly Fávero Krzyzanowski, que foi coordenadora operacional do ProBE e implementou a Biblioteca Virtual da FAPESP.

No ano em que *Pesquisa FAPESP* foi criada, as discussões sobre problemas e desafios da ciência brasileira se debruçavam sobre alguns temas que hoje parecem superados ou perderam relevância. Os debates da 51ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), realizada em Porto Alegre (RS), foram especialmente acalorados em dois temas – o Mercosul e os alimentos transgênicos – conforme reportagem publicada em julho de 1999 em uma das últimas edições do boletim *Notícias FAPESP*, que antecedeu a revista. O bloco econômico regional estava no centro de um debate sobre as possibilidades e os limites de integração econômica que atraía a atenção dos pesquisadores – o tema oficial da reunião era “Mercosul: a quebra de barreiras”.

Já o barulho em torno dos transgênicos evidenciava uma cisão entre lideranças científicas a propósito da proibição imposta na época à multinacional Monsanto para comercializar suas variedades de soja geneticamente modificada no país. Enquanto o comando da SBPC defendia uma moratória de cinco anos para o plantio desses produtos, até que se fizessem novos estudos, geneticistas presentes no encontro, como Francisco Salzano (1928-2018), homenageado no evento, defendiam a liberação imediata dos produtos.

Na mais recente reunião da SBPC, realizada em Belém (PA), em julho, nem o Mercosul nem os transgênicos foram assunto – o mote do encontro

foi o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Entre os temas quentes da reunião, espelhando alguns desafios prementes da ciência brasileira, destacaram-se as mudanças climáticas, o desenvolvimento de vacinas e a inteligência artificial. Mas também há tópicos perenes. Os desafios para garantir financiamento adequado à ciência e à educação superior foram discutidos nos eventos de 1999 e de 2024. Há 25 anos, a conversa girava em torno da necessidade de ampliar as fontes de financiamento à pesquisa e o orçamento das universidades federais. Em 2024, a evolução do orçamento das universidades federais também foi discutida, com destaque para a necessidade de aumentar os recursos para despesas de custeio e assistência estudantil, a fim de dar respaldo a políticas de inclusão e de cotas.

Em março de 2000, uma reportagem abordou resultados de um projeto de pesquisa sobre compostos químicos extraídos de plantas da Mata Atlântica e do Cerrado paulista que apresentavam algum potencial para se transformarem em fármacos. De acordo com o texto, em experimentos preliminares de laboratório, seis espécies exibiram ação antibiótica, enquanto outras oito apresentaram alguma ação antioxidante contra tumores ou a doença de Chagas. A química Vanderlan Bolzani, do Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que coordenava esse projeto, conta que a busca de moléculas de interesse farmacêutico na biodiversidade era um tema emergente de pesquisa. “Se falava muito em bioprospecção e esse projeto, criado um ano depois do início do programa Biota FAPESP, era influenciado por essa ambição”, conta ela, referindo-se ao programa criado em

1999 para caracterizar as espécies da biodiversidade paulista.

O programa criou a rede Biota de Bioprospecção e Bioensaios (BIOprospecTA), com o propósito de buscar substâncias biologicamente ativas na biodiversidade do estado de São Paulo e identificar modelos químicos que pudessem ser usados na concepção de fármacos e cosméticos. Segundo Bolzani, que se tornou coordenadora dessa rede, empresas farmacêuticas como a Apsen e a Aché chegaram a financiar projetos de pesquisa em busca de moléculas, mas, com o tempo, a vertente foi perdendo fôlego ante os custos elevados de pesquisa e desenvolvimento que são naturais na criação de novos remédios. “Na hora de fazer estudos pré-clínicos de compostos, que custavam muito caro, as empresas se desinteressavam”, afirma. A pesquisa com produtos naturais, ela explica, deu lugar a uma estratégia menos custosa, que é tentar modificar compostos já existentes para que tenham novas propriedades ou fazer modelagem computacional.

Se o título da reportagem de 2000, “Novos medicamentos nas matas”, ficou no papel, o conhecimento gerado por essa linha de investigação expandiu-se. O Núcleo de Bioensaios, Biossíntese e Ecofisiologia de Produtos Naturais (NuBBE) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), em Araraquara, criado por Bolzani, dispõe de uma base de dados sobre 640 compostos químicos extraídos da biodiversidade brasileira, além de uma “extratoteca” com amostras de 1,5 mil substâncias. “O material está disponível para que outros pesquisadores possam explorar esse conhecimento acumulado”, afirmou.

CIÊNCIA POLÍTICA

Um projeto de pesquisa sobre as interações entre os poderes Executivo e Legislativo no Brasil



A prospecção de compostos da biodiversidade, descrita em matéria de março de 2000, gerou conhecimento, mas não resultou em fármacos



inspirou a reportagem de capa publicada em dezembro de 1999. “O presidencialismo torna fácil governar”, afirmava o título interno. Os cientistas políticos Argelina Cheibub Figueiredo, então na Unicamp, e Fernando Papaterra Limongi, então na USP, promoveram uma análise inédita de votações nominais de projetos no Parlamento brasileiro e concluíram que o presidencialismo moldado pela Constituição de 1988 garantia ao Executivo ferramentas institucionais fortes o suficiente para dar andamento a sua agenda no Congresso e induzir a cooperação de partidos políticos.

As conclusões do projeto podem soar anacrônicas hoje, em um momento em que se discute a ampliação do controle do Parlamento sobre o orçamento federal e as derrotas impostas pelo Legislativo ao governo em temas como segurança pública, meio ambiente e direitos dos povos originários, apesar do apoio à pauta econômica.

Limongi observa que é bastante antiga a ideia de que o Brasil é difícil de governar e o Executivo tem dificuldade de obter a cooperação necessária do Legislativo, movido por interesses fisiológicos. “Toda vez que o sistema político brasileiro vive uma crise, essa interpretação reaparece, seja pela voz de autores brasileiros ou brasilianistas”, afirma. Ele considera que a percepção atual sobre o balanço de poder entre Executivo e Legislativo é uma versão atualizada da tese e, igualmente, não tem respaldo em evidências. “Evidentemente, não se trata de negar que o Congresso ampliou seu poder sobre o orçamento, com a criação de emendas impositivas, de bancada e Pix. Mas isso não significa que o presidente da República ficou fraco ou perdeu as condições de governar”, avalia. “Ele continua forte, com a faca e o queijo na mão, mantém influência sobre o orçamento e tem mecanismos para controlar boa parte do processo político e obter cooperação dos partidos. A meu ver, as conclusões do projeto seguem válidas.”

Limongi vê outra origem para o problema atual. “É uma herança do governo anterior, que de certa forma abriu mão de governar e entregou o controle do orçamento para os presidentes da Câmara e do Senado a fim neutralizar qualquer risco de um processo de impeachment. Não é simples retornar para o que era antes, mas já se vê uma reafirmação progressiva do Executivo no controle do orçamento”, afirma o cientista político, que seguiu investigando as interações entre o Executivo e o Legislativo em três projetos temáticos da FAPESP subsequentes, entre 2001 e 2023. Agora, ele se prepara para virar a chave: quer investigar as razões e os efeitos da instabilidade política, para compreender as condições em que vários governos da América Latina não conseguiram cumprir seus mandatos, interrompidos por deposição ou impeachment. ■

Movimento das Humanidades

Pesquisadores ajudam a explicar alguns dos conceitos que, ao longo dos anos, se tornaram mais presentes em estudos e foram abordados por reportagens da revista

CHRISTINA QUEIROZ

Termos disseminados nas ciências humanas e sociais nos últimos 25 anos – o tempo de existência de *Pesquisa FAPESP* – refletem o avanço do conhecimento científico em áreas como economia, história e sociologia. Nesse período, as universidades brasileiras se tornaram mais diversas e foram desenvolvidos novos enfoques para analisar questões históricas e culturais. Além disso, percebe-se

uma maior preocupação com assuntos que tradicionalmente estiveram mais presentes em outros campos do saber, como o meio ambiente e as novas tecnologias.

A editoria de Humanidades de *Pesquisa FAPESP* vem acompanhando de perto essas mudanças e compilou uma breve lista com alguns dos conceitos que foram abordados em nossas reportagens. A pedido da revista, partindo de definições próprias ou apoiados em referências de outros especialistas, pesquisadores de diferentes instituições elaboraram definições que procuram sintetizar aspectos essenciais relacionados aos termos.

Antropoceno

As formas pelas quais as sociedades se desenvolveram, sobretudo a partir da era industrial, iniciada no século XVIII, produziram impactos na Terra. Os efeitos do crescimento populacional, da urbanização, da exploração de recursos naturais e do desenvolvimento de tecnologias e artefatos que utilizam combustíveis fósseis foram capazes de alterar características naturais, como o clima, modificando o funcionamento do sistema terrestre. Nesse contexto, surge a ideia de Antropoceno. O biólogo Eugene Stoermer (1934-2012), da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, cunhou o termo na década de 1980. Mas o conceito ganhou visibilidade a partir de um trabalho que elaborou em parceria com o químico holandês Paul Crutzen (1933-2021) no ano 2000. O vocábulo indica a emergência de uma nova época geológica cujas mudanças observadas no planeta teriam sido impulsionadas por ações humanas. Porém ele nunca foi consenso. Em março de 2024, após um debate que durou cerca de 15 anos, um comitê de especialistas em geologia refutou que essas mudanças sejam tão profundas a ponto de ser declarada uma nova era geológica. Apesar disso, o termo continua a ser utilizado por cientistas de diversas áreas, inclusive das ciências humanas e sociais, que o consideram útil para explicar as ameaças ambientais induzidas pela humanidade.

Gabriela Marques di Giulio, pesquisadora da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP)

O Antropoceno define a emergência de uma nova era geológica, provocada pela ação humana no planeta

FOTOS: LÉO RAMOS CHAVES/REVISTA PESQUISA FAPESP





Dentre os pilares da bioeconomia estão a valorização da biodiversidade e o fortalecimento de mercados locais

Bioeconomia

Busca o desenvolvimento sustentável, que valoriza a conservação da biodiversidade, a inclusão social e o uso responsável de recursos naturais por meio de cadeias de valor que fortalecem a economia local e regional. Isso seria possível por meio da geração de empregos dignos e do acesso equitativo a benefícios decorrentes da utilização de elementos da natureza, da tecnologia associada a conhecimentos tradicionais, à conservação do meio ambiente, dentre outros elementos.

Jacques Marcovitch e Maria Sylvia Macchione Saes, da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária (FEA) da USP

Cidadania digital

Conforme o Marco Civil da Internet, criado em 2014, o termo representa os direitos e os deveres dos cidadãos quanto à utilização responsável e segura de redes e plataformas digitais. Diz respeito à responsabilidade moral e jurídica dos usuários dessas ferramentas com relação a terceiros. Abarca a exigência de uso de tecnologias da informação para finalidades socialmente aceitas, incluindo a busca de fontes de conhecimento seguras e o cuidado na produção e retransmissão de conteúdo.

Celso Campilongo e Lucas Fucci Amato, da Faculdade de Direito (FD) da USP

Decolonialidade

Refere-se ao processo de desconstrução de estruturas de poder, conhecimento e cultura que foram estabelecidas durante o colonialismo e continuam a influenciar as sociedades contemporâneas. De acordo com essa perspectiva, o pensamento teleológico colonial impõe um modelo único de história e sociedade, o europeu, que oprime outros tipos de existência no planeta. A decolonialidade é a luta pela superação da estrutura colonial e a libertação de outras epistemologias e formas de vida.

Márcio Seligmann-Silva, professor do Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas (IEL-Unicamp)

Desinformação

Veiculação de fatos, declarações, atributos falsos e distorcidos sobre pessoas, situações, processos e produtos. O termo refere-se, especialmente, à transmissão massiva e difusa de informações falsas por meio de plataformas digitais. Porém o conceito de desinformação nesse contexto possui múltiplas facetas, como não informar; ou causar dúvida no consumidor, provocando confusão, falsidade ou falsificação.

Celso Campilongo e Lucas Fucci Amato, da FD-USP

Economia circular

É um sistema focado no desenvolvimento sustentável, que dissocia o crescimento do consumo de recursos. Ela é restaurativa e regenerativa, projetada para eliminar resíduos e poluição. Enfatiza a permanência dos materiais no sistema econômico pelo maior tempo possível, extraindo o valor máximo durante o uso e regenerando os recursos após cada ciclo.

Marly Monteiro de Carvalho e Roberta de Castro Souza Piao, da Escola Politécnica (Poli) da USP, **Jacques Marcovitch e Maria Sylvia Macchione Saes**, da FEA-USP



Cuidadores de idosos integram a força de trabalho remunerada da economia do cuidado

1

Economia do cuidado

As bases do conceito apareceram em 1969, em trabalhos de economistas feministas que desafiavam enfoques consolidados sobre processos econômicos. O principal argumento era o de que a teoria do valor-trabalho deveria ser analisada não apenas pela perspectiva do trabalho produtivo e improdutivo, mas também a partir da chamada reprodução social. Esse paradigma defende que a base de toda a produção econômica é o ofício de cuidado não remunerado, desempenhado nos lares quase exclusivamente por mulheres. Sem ele, o funcionamento da economia torna-se inviável. Diferentes autoras começaram a mensurar o custo dessas atividades em sentido amplo, instituindo, assim, o campo da economia do cuidado.

Jorge Félix, professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP

Gamificação

Gamificação é um conceito que, em sua versão contemporânea, surge em 2003 com o britânico Nick Pelling, programador e designer de games. No entanto, o termo só adquire uma maior popularidade a partir de 2010. A definição de gamificação envolve a utilização de recursos de design de jogos fora do contexto deles. São estratégias comuns aos games de entretenimento adotadas em ambientes empresariais, educacionais ou de treinamentos.

Sérgio Bairon, historiador da Escola de Comunicação e Artes (ECA) da USP

Interseccionalidade

O conceito ocupa um lugar central em teorias que abordam as desigualdades multidimensionais, oferecendo uma chave para compreender os sistemas de opressão e exploração de maneira interdependente e relacional. Introduzido no mundo acadêmico pela jurista e socióloga norte-americana Kimberlé Crenshaw em 1989, o termo abriu novas perspectivas nas ciências humanas, ao propor uma análise das desigualdades sem hierarquizar os fatores de gênero, raça e classe e distanciando-se, assim, de abordagens tradicionais. No Brasil, a filósofa Lélia Gonzalez (1935-1994) foi uma das pioneiras a desenvolver o pensamento interseccional em suas análises, destacando, em suas obras, a discriminação tríplice vivida por mulheres negras: social, racial e sexual. Pelas mãos dessas mulheres, o conceito de interseccionalidade tornou-se incontornável nas teorias sociais contemporâneas.

Flavia Rios, socióloga e diretora do Instituto de Ciências Humanas e Filosofia da Universidade Federal Fluminense (UFF)

2



A interseccionalidade analisa as desigualdades sem hierarquizar gênero, raça e classe

Justiça ambiental e climática

A noção de justiça ambiental e climática defende que problemas ambientais, como os efeitos do aquecimento do planeta, são desigualmente distribuídos em termos socioespaciais, tanto em relação às responsabilidades como aos seus efeitos. Assim, em sociedades desiguais, como a brasileira, a maior parte dos danos ambientais e impactos climáticos afeta de forma mais significativa populações de baixa renda, grupos sociais discriminados e povos étnicos tradicionais, como os quilombolas.

Gabriela Marques di Giulio, da FSP-USP

Mandatos coletivos

Os mandatos coletivos são formados por um grupo de pessoas que se candidatam para um único cargo eletivo no Executivo ou Legislativo em níveis municipal, estadual ou federal. A vinculação jurídica do mandato fica a cargo de um dos candidatos, filiado a um partido. São distintos dos mandatos compartilhados, que derivam de campanhas eleitorais feitas por um indivíduo. Em ambos os casos, os membros se comprometem a exercer o mandato de modo coletivo e participativo, mas nos coletivos os coparlamentares dividem funções. O modelo ainda não é regulamentado pelo Tribunal Superior Eleitoral (TSE).

Debora Rezende de Almeida, do Instituto de Ciência Política da Universidade de Brasília (Ipol-UnB)

Migrações transnacionais

Definem os processos migratórios que envolvem o deslocamento por diferentes países e, muitas vezes, incluem o lugar de nascimento, com o qual a pessoa mantém vínculos. Em geral, ocorrem entre países do hemisfério Sul em face das restrições impostas pelo Norte Global para imigrantes indesejados. Trata-se de relações sociais que imigrantes e refugiados estabelecem com diferentes lugares de destino e suas origens: é estar lá e aqui, em um sistema transnacional de reprodução social. Esses processos são resultantes tanto da dinâmica da globalização quanto de práticas sociais. Para entender tal fluxo, pesquisadores levam em conta aspectos econômicos, políticos, jurídicos, entre outros.

Rosana Baeninger, do Núcleo de Estudos de População (Neпо) “Elza Berquó” da Unicamp

Necropolítica

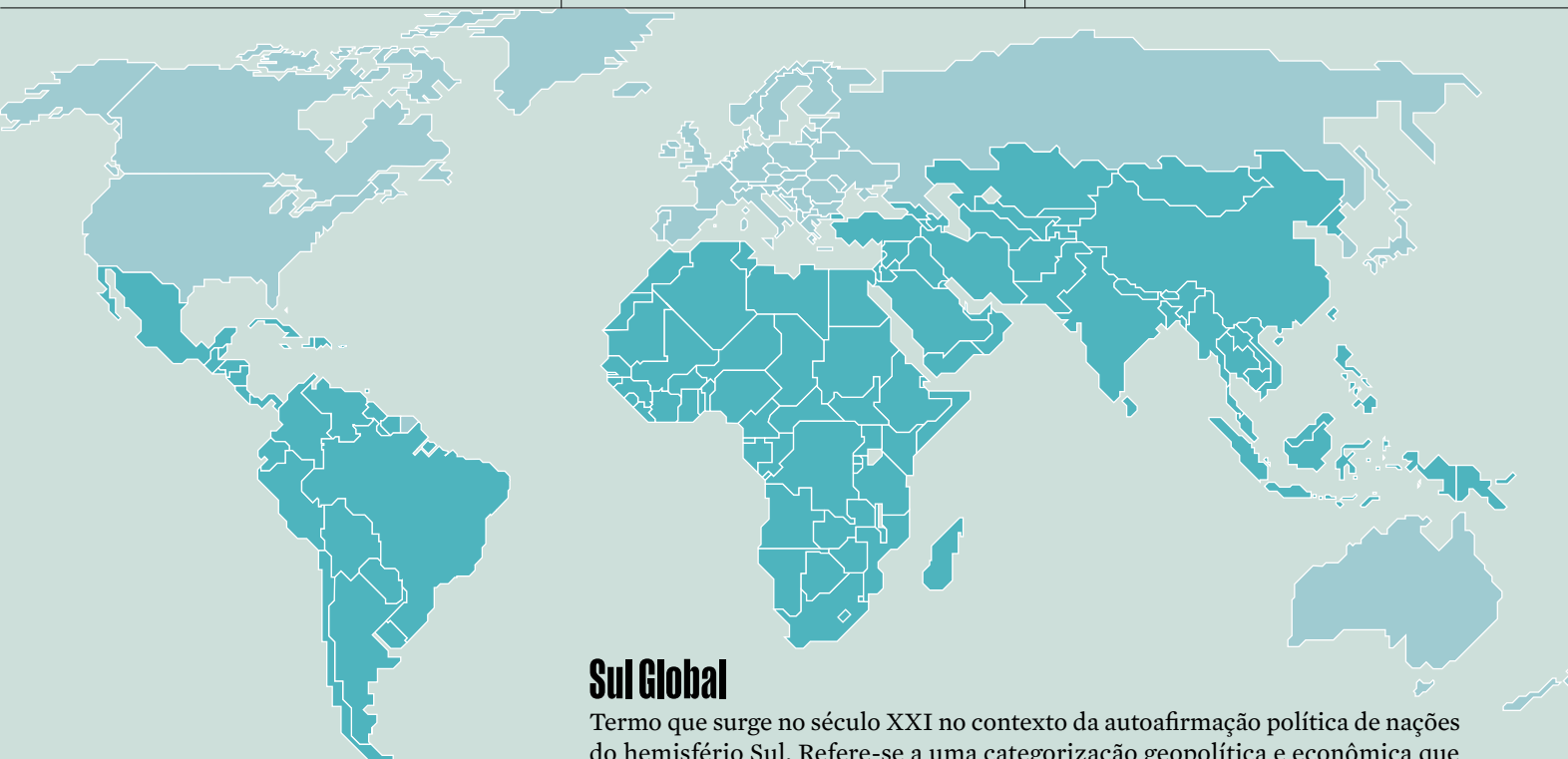
Conceito filosófico que, baseado em relações hierárquicas de poder, descreve o senso de naturalização de processos de morte. Uso do poder político e social, especialmente por parte do Estado, de forma a determinar, por meio de ações ou omissões, quem pode permanecer vivo ou morrer. O conceito foi cunhado pelo filósofo, teórico político e historiador camaronês Achille Mbembe e publicado pela primeira vez em ensaio homônimo em 2003. Ele tomou como ponto de partida a discussão elaborada sobre “racismo de Estado” pelo filósofo francês Michel Foucault (1926-1984).

Alan Alves Brito, astrofísico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), **Dicionário da Academia Brasileira de Letras (ABL)** e **Guia didático e histórico de verbetes sobre a morte e o morrer** (Casaletta, 2022)

Racismo institucional

Termo introduzido na sociologia na década de 1970 pelo político e ativista norte-americano Stokely Carmichael (1941-1998) e disseminado por Robert Blauner (1929-2016), da Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos. Para Blauner, essa forma de racismo está presente em regras e procedimentos institucionais. O racismo institucional, também denominado racismo sistêmico, é um mecanismo estrutural que garante a exclusão seletiva de grupos racialmente subordinados, como negros, indígenas e ciganos. Opera de forma a induzir, manter e condicionar a organização e a ação do Estado, suas instituições e políticas públicas, assim como a atuação de instituições privadas.

Antonio Sérgio Guimarães, sociólogo da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP, e **Geledés – Instituto da Mulher Negra**



Sul Global

Termo que surge no século XXI no contexto da autoafirmação política de nações do hemisfério Sul. Refere-se a uma categorização geopolítica e econômica que engloba os países e as regiões que, historicamente, foram marginalizados ou explorados no sistema econômico mundial, especialmente durante o colonialismo e o imperialismo. Abarca algumas nações da América Latina, da África, da Ásia e do Oriente Médio. A ideia de Sul Global opõe-se a conceitos comprometidos com a noção de história linear e única, entre eles a ideia de “países em desenvolvimento” e “Terceiro Mundo”. A articulação de saberes e poderes políticos do Sul visa romper com a hegemonia política e epistemológica de países que se alimentaram e ainda dependem da violência (neo)colonial.

Márcio Seligmann-Silva, do IEL-Unicamp

O Sul Global abarca países que foram explorados pelo colonialismo e pelo imperialismo



Ferramenta educacional

Pesquisadores e professores usam reportagens da revista em sala de aula para ensinar e discutir ciência e seus processos

SARAH SCHMIDT

No último semestre, o químico Alu Vieira, professor da Escola Estadual Carlos Gomes, em Campinas (SP), incluiu em suas aulas o debate sobre textos de divulgação científica com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), de idades entre 25 e 70 anos. Vieira gosta de explorar principalmente as entrevistas, devido ao formato do texto, de perguntas e respostas. Ele os exibe em um telão e faz uma leitura coletiva, em que alguns alunos leem as questões e outros as respostas. A entrevista com o virologista Maurício Nogueira, da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp), sobre a recente epidemia de dengue, publicada em fevereiro on-line e em março na edição impressa de *Pesquisa FAPESP*, foi debatida com os estudantes. “Aproveitei para conversar sobre

como a doença se manifesta, as formas de transmissão, o ciclo de vida do mosquito e políticas públicas de combate”, explica.

Há cerca de três anos, ele leva textos da revista e de outras publicações para atividades em sala de aula também com alunos do ensino médio regular. Vieira, que cursa mestrado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em ensino de ciências e matemática com um projeto sobre divulgação científica, apoia-se em textos da revista para montar algumas de suas aulas, pesquisando temas que pretende abordar. “Entro no site e busco o tema ou o termo de que necessito. É mais preciso do que pesquisar no Google e mais prático do que buscar por artigos científicos”, diz.

Ele se soma a outros professores que têm desenvolvido atividades pedagógicas em sala de aula com textos e demais conteúdos de *Pesquisa FAPESP*, que completa 25 anos neste mês de outubro. Atualmente, 3.463 escolas da rede estadual de São Paulo recebem exemplares da revista e 22 escolas privadas assinam a publicação.

A estratégia de usar a ferramenta de buscas do site da revista para pesquisar temas que pretende trabalhar com estudantes do ensino médio é igualmente adotada pela bióloga Lydia Getschko, da Escola Móbile, na capital paulista. “Pergunto-me: como posso instigar os alunos sobre temas que parecem chatos?”, conta. Se a aula será sobre o sistema urinário, por exemplo, Getschko procura por termos relacionados para encontrar entrevistas e outros formatos que possam ser trabalhados com os estudantes. “Para essa finalidade, encontro conteúdos mais qualificados no site da revista”, avalia.

Assinante da revista há 10 anos – um presente do pai quando ela ingressou na graduação em biologia –, Getschko coordena a área de ciências da natureza e matemática de um projeto de iniciação científica e artística da escola, em que os alunos pesquisam sobre um tema, com o acompanhamento de um orientador, e ao final precisam produzir um vídeo de divulgação científica sobre ele. Ao lado da historiadora Denise Mendes, que coordena a área de humanidades e artes, a bióloga propôs que os 22 alunos que finalizassem seus projetos ganhassem como presente uma assinatura de 12 meses de *Pesquisa FAPESP*. A escola topou e, desde junho, os estudantes recebem os exemplares em casa.

Os formandos do ano anterior recebiam outras revistas que não tinham como foco a produção nacional, destaca Mendes. “Neste ano, pensa-

mos: são adolescentes interessados em pesquisa, então por que não valorizar a ciência produzida por aqui?”, diz. O estudante Bruno Pozzobon, de 18 anos, aluno da 3ª série do ensino médio, um dos premiados, concorda. “Gosto da sensação de proximidade que sinto ao ler as reportagens. Descubro pesquisas feitas em locais próximos a mim. Posso procurar o contato de um pesquisador entrevistado que pode estar, por exemplo, na USP, mandar uma mensagem e combinar de visitá-lo”, diz ele, que pretende seguir carreira acadêmica na área de física.

Já a estudante Gabriela Pedrozo, de 18 anos, não costumava ler revistas, mas conta que criou o hábito ao folhear *Pesquisa FAPESP* nas manhãs de sábado, enquanto sua mãe lê jornais. Depois, as duas trocam as publicações. “Gosto da seção de notas, que está logo no começo da revista, porque é uma leitura rápida”, conta.

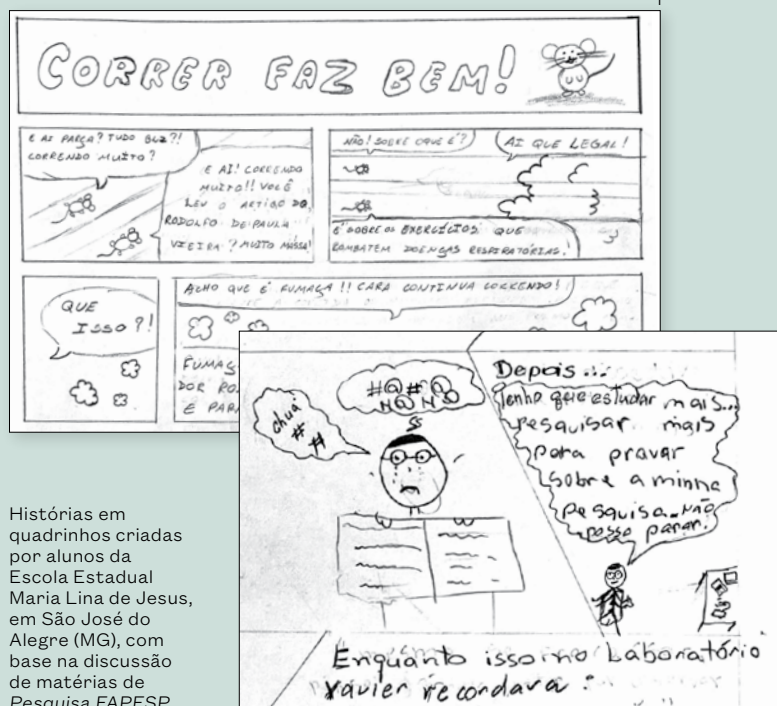
DE VOLTA AO IMPRESSO

O resgate do hábito de ler informações no papel foi um dos motivos que levaram o Colégio Santa Marcelina, na capital paulista, a incluir a revista como material paradidático para 160 alunos da 9ª série do ensino fundamental à 3ª série do ensino médio. “A ideia é estimular nos estudantes pensamentos mais elaborados, que são favorecidos ao manipular o material impresso e na pausa para a leitura de informações mais densas, tão diferentes das que aparecem nos *feeds* dos celulares”, observa a coordenadora pedagógica Lisliê Vidal.

“Nas telas, não consigo ficar muito tempo focada. Gosto de marcar, anotar e grifar os exemplares físicos quando um professor pede para ler textos da revista”, conta a estudante Rafaela Giori Silva, de 14 anos. Ela vê na publicação um material interessante para pesquisar ideias para as redações, por exemplo. “Já usei informações falsas em trabalhos, por engano, quando fiz buscas na internet. É legal ter acesso a fontes confiáveis.”

Já o estudante Matheus Eterovic Bortoletto Vicente, de 14 anos, que pensa em ser engenheiro, não tinha o costume de receber assinaturas de publicações em casa. “Sempre tive o hábito de ler notícias soltas na internet e tem sido legal ter acesso à revista porque o material vem todo organizado. É uma maneira diferente de consumir informação. Meus pais também viraram leitores da revista”, conta.

“Outro objetivo é despertar o interesse dos alunos pelo mundo da ciência na sala de aula”, diz



Histórias em quadrinhos criadas por alunos da Escola Estadual Maria Lina de Jesus, em São José do Alegre (MG), com base na discussão de matérias de Pesquisa FAPESP

a oceanógrafa Andressa Pinter Ninin, coordenadora de ciências da natureza da escola. Para que os professores se lembrem de pensar em atividades didáticas com o novo material, eles recebem atualizações sobre novas edições, com links para o site, entre outras informações, em um boletim interno enviado semanalmente por Vidal. Cerca de oito professores trabalham com reportagens da revista em suas aulas, em disciplinas que vão da redação a ciências da natureza.

Para abordar as evidências da evolução, a bióloga Roberta Basso Vieira usou duas reportagens de paleontologia: uma, publicada em fevereiro, sobre a pata ferida de um tigre-dentes-de-sabre, e outra, de março, sobre o fóssil de um anfíbio que viveu há cerca de 250 milhões de anos onde hoje é o Rio Grande do Sul. Grupos de no máximo quatro alunos leram e construíram um mapa conceitual daquele conteúdo, com anotações, ilustrações e desenhos. “Os estudantes ficaram empolgados, principalmente quando viram que um dos fósseis foi descoberto no país”, diz Basso Vieira.

Essas discussões podem ajudar a aproximar e despertar o interesse dos estudantes pelo mundo acadêmico, na visão do físico Franco Giagio, coordenador pedagógico do Colégio FAAP de Ribeirão Preto (SP). Desde 2011, ele leva textos da revista para discutir com os alunos em sala de aula, buscando exemplos que possam mostrar a aplicação de pesquisas no desenvolvimento de novas tecnologias e levantando debates críticos.

Professores do colégio também usam as reportagens como base para a elaboração de provas temáticas bimestrais, que são interdisciplinares.

Elas são aplicadas aos alunos das 1ª e 2ª séries do ensino médio. Um dos elementos que o físico destaca como úteis nas avaliações são os infográficos que integram muitas reportagens. “Com um único infográfico conseguimos formular perguntas para duas ou três disciplinas diferentes”, conta.

Ele chegou a usar três reportagens da revista em uma avaliação. “Muitos textos tratam de temas que estão na fronteira do conhecimento, o que ajuda a trazer discussões atualizadas para os alunos”, diz. Giagio cita como exemplo uma prova de 2019 que trazia perguntas elaboradas com base na reportagem “As máquinas que tudo veem”.

Giagio ainda utiliza reportagens da revista para formular simulados para a 3ª série do ensino médio e para o curso pré-vestibular. Em sua visão, o uso desses conteúdos em provas é estratégico porque é comum que exames vestibulares para ingresso nas universidades públicas paulistas e provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) utilizem reportagens de *Pesquisa FAPESP* como fonte para questões. Em novembro de 2023, a redação da prova do Enem teve como tema a invisibilidade do trabalho de cuidado realizado pela mulher no Brasil e um dos materiais de apoio para o desenvolvimento do texto pelos estudantes foi a capa da revista de janeiro de 2021 que aborda o problema.

NA ACADEMIA E OS BASTIDORES DA CIÊNCIA

Para os alunos que ingressaram na universidade, a revista é útil para que acompanhem o que é produzido na ciência nacional. Essa é a visão da historiadora Ivia Minelli, professora de humanidades da Ilum, escola superior de ciência do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas. No início do

Em 2024, alunos do Colégio Santa Marcelina passaram a utilizar a revista como material paradidático





3



4

“

Descubro pesquisas feitas em locais próximos a mim

ano, ela levou a reportagem sobre as chamadas “rochas de plástico” para ser debatida com seus alunos em uma disciplina sobre o Antropoceno.

“Pela característica interdisciplinar que o curso evoca, a abrangência temática dos estudos que *Pesquisa FAPESP* aborda é muito rica para ser discutida com os estudantes”, diz Minelli, também professora do Programa de Pós-graduação em História da Unicamp. Outra reportagem que ela costuma sempre levar para ser consultada e discutida por seus alunos da Ilum é “O gênero da ciência”, que aborda os desafios e os impactos de se levar igualdade de gênero e diversidade para as pesquisas científicas.

Há três anos, a biomédica e neurocientista Melanie Fontes-Dutra, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), em São Leopoldo (RS), tem trabalhado textos da revista com seus alunos da graduação em biomedicina. Ela leva reportagens para instigar os alunos a escrever resenhas sobre assuntos atuais de temas da área da saúde. Também já utilizou os textos como enunciados de avaliações sobre medicações e vacinas. “Gosto muito de usar a revista pela visibilidade da ciência que fazemos no país. Penso que isso estimula os alunos a olhar para a área acadêmica como oportunidade de atuação”, observa.

“

Gosto da seção de notas, que está logo no começo da revista

Pesquisadores têm procurado investigar o potencial do uso da revista em atividades pedagógicas. Em maio de 2022, a química Ana Caroline Vieira Correia selecionou a reportagem “Ciência do Brasil visível no mundo”, de *Pesquisa FAPESP*, para ser discutida em sala de aula com alunos da 1ª série do ensino médio. O texto, publicado em novembro de 2021 no site e em dezembro na edição impressa, apresentava 21 pesquisadores brasileiros que estavam em uma lista de cientistas altamente citados, divulgada naquele ano. “Nosso objetivo era que os alunos ampliassem a sua compreensão sobre a ciência e o trabalho de pesquisadores brasileiros contemporâneos”, diz ela. A atividade era parte da pesquisa de mestrado de Correia em ensino de ciências, defendido em agosto de 2023 na Universidade Federal de Itajubá (Unifei), em Minas Gerais.

Para isso, a química coordenou a leitura e a discussão da reportagem com 22 alunos da Escola Estadual Florival Xavier, em Itajubá, durante dois encontros. Na sequência, os alunos visitaram laboratórios e conversaram com pesquisadores da Unifei. Antes e depois das atividades, ela aplicou

Os estudantes Bruno Pozzobon e Gabriela Pedrozo, premiados pela Escola Móvil com assinaturas da revista



questionários sobre como os estudantes percebiam o trabalho dos cientistas, e os questionários finais indicaram que eles notaram aspectos da natureza da ciência sobre os quais não haviam refletido nas primeiras respostas. Os resultados foram publicados em janeiro de 2023 na *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*.

Os alunos notaram, por exemplo, que os cientistas não atuam sozinhos, mas em grupos de pesquisa, que eles não vivem trancados em laboratórios e o conhecimento que produzem é validado por pares – pesquisadores da mesma área do conhecimento. “A reportagem foi escolhida por conter elementos que mostram o processo de produção científica, como a representatividade de mulheres pesquisadoras, o financiamento dos estudos e a colaboração entre cientistas. Não são elementos explícitos, mas podem ser apontados pelos professores”, explica Correia.

“Nosso trabalho concluiu que a divulgação científica pode ser uma aliada importante na aproximação dos jovens com o trabalho dos cientistas. Pretendo replicar a atividade com meus alunos”, diz a química, professora da Escola Estadual Major João Pereira e do Colégio Sucesso, ambos de Itajubá. Em agosto, ela ingressou no doutorado da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP).

Outro estudo de pesquisadores da Unifei, publicado na *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* em dezembro de 2017, analisou o potencial de textos de *Pesquisa FAPESP* serem usados em sala de aula como recurso para trabalhar aspectos da sociologia da ciência. As reportagens “Como explicar um coração tão divi-

dido” e “Correr faz bem”, ambas de 2014, foram discutidas com 28 alunos da 1ª série do ensino médio da Escola Estadual Maria Lina de Jesus, no município mineiro de São José do Alegre.

Após uma análise prévia de 10 reportagens da revista, ambos os textos foram selecionados pelas pesquisadoras por estarem relacionados a tópicos recentes estudados pelos alunos, como respiração celular e fotossíntese. Em seguida à leitura e discussão dos textos, mediadas por uma professora de biologia, os estudantes foram convidados a criar histórias em quadrinhos inspiradas pelas reportagens.

No artigo, as pesquisadoras destacam elementos do fazer científico que apareceram nos desenhos, como a ideia de que o conhecimento está sempre em desenvolvimento, a percepção sobre o longo tempo para a construção de um consenso científico e a importância do trabalho coletivo. “As reportagens não abordam apenas conceitos científicos, mas podem, muitas vezes, contar nas entrelinhas a história daquele estudo, além de mostrar dificuldades e divergências entre grupos de pesquisa”, observa a química Jane Raquel Silva de Oliveira, da Unifei, uma das autoras do artigo. Cabe ao professor, então, localizar esses elementos e abordá-los em sala de aula, procurando mostrar o processo de construção da pesquisa que, destaca Oliveira, não costuma aparecer nos livros didáticos.

Para apoiar essas discussões em sala de aula, ela produziu, em 2015, o e-book *Nos bastidores da ciência: Conhecendo o trabalho do cientista*. Entre as reportagens usadas como base, estão textos de *Pesquisa FAPESP*. ■

Roberta Basso Vieira usa reportagens para discutir conceitos abordados nas aulas de biologia

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

A conquista dos leitores

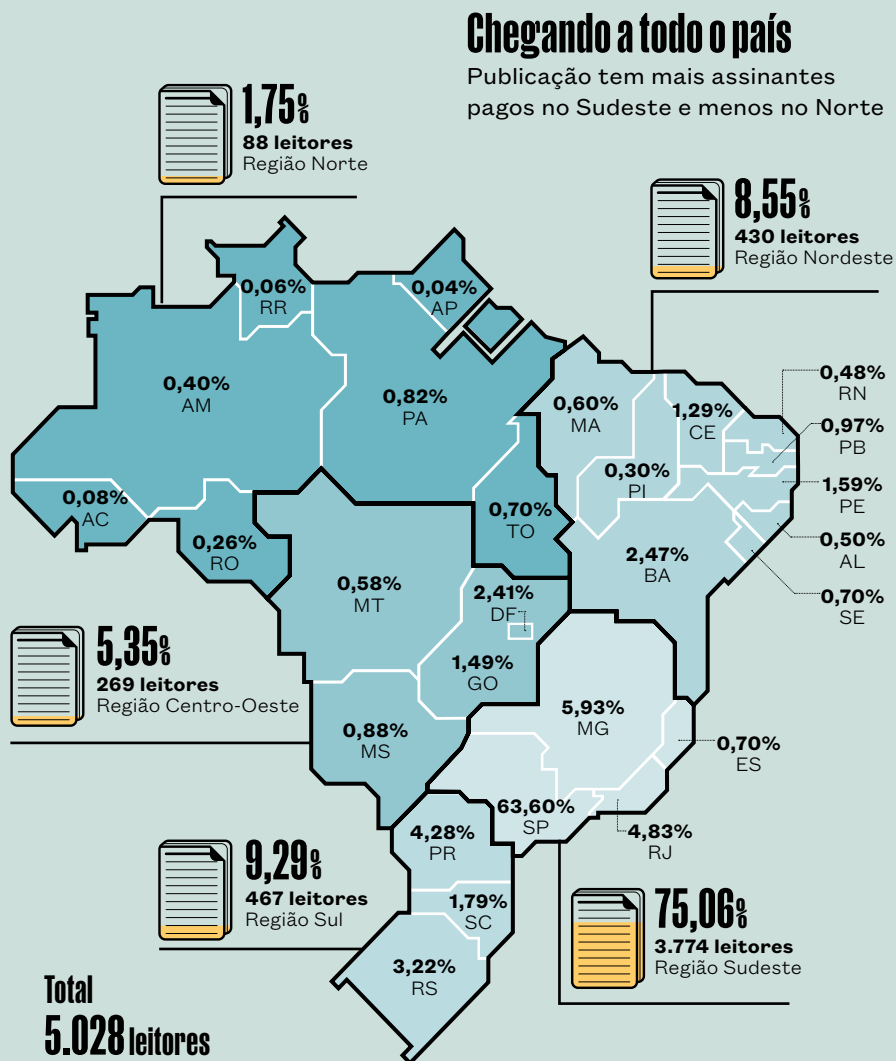
Revista alcança todas as unidades da federação

CARLOS FIORAVANTI

Pesquisa FAPESP começou a ser vendida em banca e por assinatura em 2002. Um ano depois, acolhia leitores novos, interessados pela ciência nacional, não apenas do estado de São Paulo, como seria previsível, mas também do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Espírito Santo, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina. Os assinantes da primeira hora incluem três bibliotecas, duas de instituições de ensino médio – o Centro de Tecnologia em Automação e Informática do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e o Colégio Bandeirantes, da capital paulista – e uma de ensino superior, o Centro Universitário Unifafibe (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Bebedouro), ligado à Associação de Educação e Cultura do Norte Paulista, de Bebedouro (SP).

“A revista melhorou muito”, comenta o auditor fiscal da Receita Federal Marco Aurelio Ferreira Silva, de Santos (SP), assinante há 23 anos, ao observar que, com os anos, as reportagens deixaram de apresentar apenas as pesquisas realizadas no estado de São Paulo e começaram a dar mais atenção à ciência e à tecnologia produzidas em outras partes do país. “Guardo todas. As da *Ciência Hoje* também, desde 1982.”

Com três graduações – em ciências com habilitação em biologia e química, em história e em administração de empresas – e pós-graduação *lato sensu*



em administração pública, Silva é também um ornitólogo amador. Nas matas preservadas de seu sítio em Itariri, a 115 quilômetros de Santos, para onde às vezes leva *Pesquisa FAPESP*, ele diz já ter avistado com binóculo 109 espécies de aves. Lá, ele guarda também cerca de 200 livros sobre plantas e animais.

“Com o tempo, senti que a revista começou a falar para outras pessoas, não só para pesquisadores”, comenta o publicitário e produtor cultural Celso Loducca, leitor da revista há 22 anos. “Assinei logo que soube que existia, para ajudar a ciência no Brasil. Já assinava a *Scientific American*. *Pesquisa FAPESP* representa a ciência brasileira.” Ele a leva, com livros de ciência e história, para ler com calma em sua fazenda no Vale do Paraíba.

“A revista é muito confiável”, observa o historiador Fernando Ferreira, de Rio Branco, no Acre, e termina neste ano o mestrado no Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém. Ele conheceu a versão

on-line da revista, gostou e a assinou em maio de 2023. “Gosto da revista impressa, que levo para os alunos lerem.” Ele é também professor do ensino médio em uma escola estadual de Rio Branco.

Atualmente, *Pesquisa FAPESP* tem leitores em todas as unidades da federação e no Distrito Federal, principalmente no estado de São Paulo, que concentra 63% dos 5.028 leitores pagos (ver *infográfico*). A maior parte dos atuais 28 mil exemplares de tiragem é destinada aos pesquisadores e estudantes de graduação e pós-graduação vinculados a projetos financiados pela FAPESP, a assessores científicos de outros estados, a bibliotecas de escolas públicas do estado de São Paulo, a autoridades de órgãos públicos ligados à ciência e tecnologia e a jornalistas especializados em ciência e tecnologia. ■

Para assinar, acesse:
revistapesquisa.fapesp.br/revista/assine/

An abstract, artistic representation of particle physics. The background is a dark, swirling mass of white and light blue lines, resembling a complex network of particle tracks or a nebula. In the center, there is a horizontal black line that passes through a circular, metallic-looking ring. The overall effect is one of dynamic energy and scientific mystery.

MAIS PERTO DOS NEUTRINOS

IMAGEM FERMILAB

Brasileiros desenvolvem método de purificação de argônio líquido para o experimento internacional Dune, que buscará detectar essas partículas misteriosas

Renata Fontanetto

Uma inovação tecnológica brasileira deverá ser usada pelo Deep Underground Neutrino Experiment (Dune), empreendimento bilionário liderado pelo Fermilab, o principal laboratório de física de partículas dos Estados Unidos, com previsão de início de funcionamento até o final desta década. Com o apoio de outras instituições de pesquisa e empresas nacionais, uma equipe de físicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveu um método de filtragem que retira um tipo de impureza comumente encontrada no argônio líquido: átomos de nitrogênio.

Mantido a 184 graus Celsius (°C) negativos em câmaras, o argônio, que é um gás nobre à temperatura ambiente, torna-se líquido e pode ser empregado para atingir o principal objetivo do experimento: a detecção de neutrinos, misteriosas partículas subatômicas que quase não têm massa, não apresentam carga elétrica e interagem muito pouco com qualquer material. Por ter núcleo atômico relativamente pesado, esse elemento químico tem maior probabilidade de interagir com os neutrinos, a segunda partícula mais abundante do Universo depois dos fótons (partículas de luz).

As câmaras de argônio líquido são o que há de mais avançado para a detecção de neutrinos. Quanto maior seu volume, maior a probabilidade de interação com as partículas. Por isso, o Dune terá quatro piscinas, cada uma com 17 mil toneladas desse elemento químico liquefeito. No entanto, alguns contaminantes dentro do tanque podem comprometer os resultados dos experimentos. Os três mais comuns são o oxigênio, a água e o nitrogênio. Para os dois primeiros tipos de impurezas, existem filtros moleculares eficientes. Para o nitrogênio, não – ao menos até a equipe brasileira aparecer com seu invento.

Os contaminantes são encontrados geralmente numa ordem de grandeza abaixo de 10 partes por milhão (ppm), ou seja, de pouquíssimos microgramas em cada grama de argônio. “Esse nível de impureza inviabiliza a realização do experimento e não existe a possibilidade de comprar no mercado argônio líquido com um grau de pureza mais

elevado”, explica o físico Pascoal Pagliuso, líder do grupo na Unicamp que desenvolveu o novo método. “O nível exigido para o Dune dar certo é de pouquíssimas moléculas de impurezas, em partes por trilhão.”

Maior experimento em construção para estudos de neutrinos, no qual já foram investidos US\$ 3,3 bilhões, o Dune é composto por uma instalação dedicada à produção de um feixe com trilhões dessas partículas, o Long Baseline Neutrino Facility (LBNF), instalado no Fermilab, e dois detectores separados por uma grande distância. Tudo começa no acelerador de partículas do Fermilab, em Batavia, nos arredores de Chicago, estado de Illinois. A partir de colisões de prótons, são geradas partículas menores, que decaem e originam outras partículas. Os neutrinos são um dos subprodutos desses choques e transformações da matéria ocorridos no acelerador, e o LBNF se encarrega de recolher e direcionar, de forma subterrânea, um feixe apenas com essas partículas para os dois detectores.

O primeiro, de menor porte, vai funcionar ali ao lado, perto da fonte de neutrinos no Fermilab, em uma caverna rasa, a 60 metros de profundidade. O segundo, muito maior, ficará a 1.300 quilômetros de distância no interior de uma antiga mina abandonada em Lead, cidade do estado de Dakota do Sul. Nessa localidade, funciona hoje a Sanford Underground Research Facility (Surf), que vai abrigar o detector em uma caverna que está sendo escavada a 1.500 metros de profundidade. A instalação foi projetada para evitar que a detecção do feixe de neutrinos em Dakota do Sul possa sofrer a interferência de raios cósmicos e neutrinos vindos do espaço e de perturbações da superfície.

Com apoio da FAPESP, os pesquisadores brasileiros começaram a desenvolver em 2020 uma forma eficiente de purificar o argônio com o emprego de uma peneira molecular porosa conhecida como zeólita, à base do mineral aluminossilicato (composto de alumínio, silício e oxigênio). A pesquisa básica que deu origem à tecnologia foi uma investigação da equipe de Pagliuso na Unicamp sobre as diferenças entre as moléculas de

Argônio líquido em um criostato com capacidade de 35 toneladas usado no Fermilab

nitrogênio (N_2) e de argônio (Ar) e sua resposta à aplicação de um campo elétrico.

O objetivo prático do trabalho era descobrir uma zeólita que pudesse adsorver (promover a adesão ou fixação) somente as moléculas de nitrogênio, deixando-as livres de argônio. Nessa busca, os conhecimentos do químico Dilson Cardoso, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), especialista em zeólitas, foram imprescindíveis. Foram feitas simulações computacionais com materiais que poderiam ser candidatos a atuar como um filtro para separar o nitrogênio do argônio. “A modelagem permitiu determinar o comportamento dos sistemas de circulação e purificação de argônio, oferecendo dados para o projeto de diversas peças do sistema”, explica o engenheiro químico Dirceu Noriler, da Unicamp. “Ganhamos informação sobre o tempo de saturação dos filtros, o número necessário de purificadores e o de ciclos para alcançar a pureza desejada.”

Em seguida, começaram testes em pequena escala em ambiente controlado superfrio com os materiais mais promissores. Com esse intuito, a Unicamp montou o Criostato de Testes de Purificação de Argônio Líquido (PuLArC). O equipamento, feito de aço inox, com capacidade para abrigar 90 litros de um fluido para ser purificado, foi construído pelas empresas Equatorial Sistemas e Akaer. Para o desenho da parte de refrigeração, o time também contou com a experiência do Laboratório de Criogenia do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro. O criostato é como se fosse uma garrafa térmica de parede dupla, com vácuo no meio. Ele previne a condução de temperatura do ambiente para dentro do recipiente.

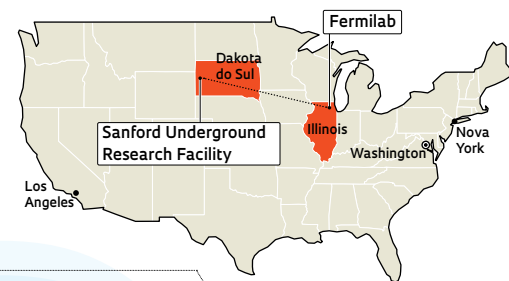
Segundo o engenheiro de materiais Fernando Ferraz, vice-presidente de Operações da Akaer, o experimento possibilitou a geração de modelos 3D de toda a planta de purificação. “Realizamos simulações completas do processo de transporte, montagem e instalação de todos os equipamentos necessários para um dos laboratórios do Dune”, comenta Ferraz. “O processo de controle de pureza do argônio requer ciclos de filtragem nos estados líquido e gasoso, regeneração e condensação.”

Os resultados dos testes feitos no PuLArC foram publicados em agosto de 2024 na revista *Journal of Instrumentation*. Segundo o trabalho, um filtro feito com o material conhecido como Li-FAU, que contém lítio além do aluminossilicato, foi o mais eficiente em capturar moléculas de nitrogênio em meio ao argônio líquido. Com seu emprego, a contaminação em 100 litros de argônio, que inicialmente se situava entre 20 e 50 ppm, desceu para a faixa de 0,1 a 1 ppm em menos de duas horas. O filtro também foi testado pela equipe do Dune em um recipiente maior, com capacidade para 3 mil litros, e os resultados foram igualmente bons.

No momento, o método à base de Li-FAU está em estágio final de testes no ProtoDune, o protótipo do Dune que funciona na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern), na fronteira franco-suíça. Ali, a quantidade de argônio líquido a ser purificado ultrapassa a casa das toneladas. O novo método foi patenteado e pode, no futuro, servir a outros fins. Ele parece ser versátil e ter potencial para ser utilizado para purificar outros gases, talvez o dióxido de carbono, e líquidos em escala industrial.

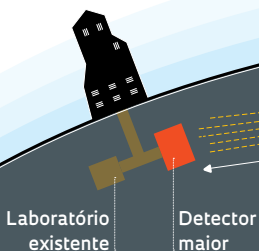
O CAMINHO SUBTERRÂNEO DOS NEUTRINOS

Feixe de partículas vai atravessar a crosta terrestre entre os estados norte-americanos de Illinois e Dakota do Sul



1. A partir das colisões de prótons no acelerador do **Fermilab**, é produzido um feixe de neutrinos que é direcionado para dois detectores subterrâneos

Stanford Underground Research Facility



2. Um dos detectores está a 60 metros de profundidade, perto do Fermilab, e o outro, maior, encontra-se a 1.300 km de distância, em uma caverna a 1.500 metros de profundidade

Detector menor

Produção de neutrinos

Acelerador de prótons

* Todas as medidas estão fora de escala

FONTE: FERMILAB



Caverna do experimento Dune em uma antiga mina de Dakota do Sul onde ficará um dos detectores de neutrinos

O filtro para retirar contaminantes do argônio líquido é a segunda contribuição significativa da participação brasileira no Dune, que reúne 1.400 cientistas e engenheiros de 200 instituições e 35 países. A primeira foi o desenvolvimento de uma armadilha de fótons, que capta a luz cintilante produzida pela interação dos neutrinos com os átomos de argônio. Invisível ao olho humano, a luz apresenta um comprimento de onda de 127 nanômetros. Ao armazenar esse tipo de registro, a armadilha permite estudar propriedades dos neutrinos e reconstituir sua trajetória em três dimensões. O aparato, denominado X-Arapuca, foi criado em meados da década passada pelos físicos Ettore Segreto e Ana Amélia Machado, da Unicamp. Sua versão 2.0, a mais atual, já está sendo utilizada nos Estados Unidos.

Os neutrinos disparados no Fermilab vão viajar pela crosta terrestre e chegar aos tanques com argônio líquido. A interação com o argônio libera elétrons e produz cintilações de luz. Um campo elétrico uniforme dirige os primeiros para detectores de elétrons. Os fótons gerados pelas cintilações são capturados pelas armadilhas X-Arapuca. “Com os fótons produzidos na cintilação, consigo calcular em que momento os neutrinos chegaram, de qual direção vieram e como se deu sua interação com o argônio”, explica Machado. Até hoje, não se conhece a massa de cada um dos três tipos de neutrinos conhecidos – neutrino do múon, neutrino do tau e neutrino do elétron – nem por que eles oscilam entre si conforme se movimentam.

No centro de pesquisas Sanford, onde ficará o maior detector do Dune, pelo menos dois dos quatro módulos do experimento contarão com

X-Arapucas. As armadilhas formarão um sistema de fotodetecção ao redor das piscinas de argônio líquido. Por meio de financiamento da FAPESP, o Brasil será responsável pela construção de parte dos componentes e pela montagem e instalação de 6 mil X-Arapucas em um dos módulos do Dune até o início da tomada de dados, prevista para 2029. “O maior desafio será coordenar o processo de construção das armadilhas no país e o recebimento dos componentes restantes do exterior sem desrespeitar o cronograma do experimento”, avalia Segreto. “No Brasil, vamos produzir as partes mecânicas e os filtros ópticos, que são os itens mais importantes para o funcionamento do dispositivo.”

Para o físico Sylvio Canuto, da Universidade de São Paulo (USP), é muito importante investir no Dune, que deverá revelar detalhes sobre os neutrinos e, consequentemente, sobre a formação do Universo. Uma das questões mais intrigantes é tentar entender por que há mais partículas do que antipartículas no Cosmo. “Em tese, esperaríamos que partículas e antipartículas tivessem sido criadas na mesma proporção no início de tudo. Mas vemos hoje que o Universo é formado majoritariamente por partículas. A origem desse mistério é atribuída ao papel dos neutrinos e hoje estamos mais próximos de desvendá-lo”, comenta Canuto, que acompanha a participação brasileira no Dune desde o início do projeto e é assessor da Diretoria Científica da FAPESP. O próximo passo, segundo o físico da USP, é garantir a participação brasileira no trabalho de análise dos dados produzidos no Dune, formando assim um *hub* de referência no país para a América Latina. ■

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

O PESO DAS FLUTUAÇÕES DO HÉLIO

Alto custo e incertezas no fornecimento do gás dificultam pesquisas e aplicações feitas a temperaturas perto do zero absoluto

Felipe Floresti

Pela quarta vez desde 2006, o hélio passou por uma crise de escassez no mercado global e seu preço chegou a dobrar em relação aos valores do início da década. O custo internacional de 1 metro cúbico (m^3), equivalente a mil litros, passou de US\$ 7 em 2021 para US\$ 14 no ano seguinte. No Brasil, hoje o preço do produto é de R\$ 190, três vezes mais do que nos Estados Unidos ou na Europa. Embora haja sinais de que o pior da crise tenha passado, com um aumento da oferta e redução dos preços nos últimos meses, as limitações no fornecimento global de hélio e seu uso crescente em equipamentos da área médica, processos industriais e atividades de

pesquisa indicam uma demanda em alta por esse gás nobre nos próximos anos.

Por ser mais leve do que o ar e totalmente inerte, o hélio preenche o interior dos balões decorativos que flutuam e fazem a alegria das crianças. Também pode ser utilizado para impulsionar balões meteorológicos e científicos, dirigíveis, entre outros fins. Mas seu principal emprego se deve a uma propriedade singular de sua fase líquida: é o único elemento químico que, em condições normais de pressão, não se torna sólido a temperaturas extremamente próximas do zero absoluto (0 Kelvin), equivalente a $-273,15$ graus Celsius ($^{\circ}C$). A característica torna o hélio líquido indispensável para atividades e aplicações que dependem de baixíssimas temperatu-

ras para funcionar, como aparelhos de ressonância magnética, aceleradores de partículas, computadores quânticos e estudos das propriedades fundamentais de materiais.

Esse é o caso do trabalho feito no Laboratório de Estado Sólido e Baixas Temperaturas do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP). “Quando falta hélio, o impacto é total. Em 2009, a gente ficou um ano sem hélio no departamento e ninguém conseguiu trabalhar. No ano seguinte, não publiquei nenhum artigo”, conta o físico Rafael Sá de Freitas, que comanda o laboratório. Sua linha de pesquisa consiste em submeter diversos materiais a um forte campo magnético a fim de estudar seu comportamento em temperaturas muito baixas. Para isso, precisa recorrer à criogenia. “Trabalho com temperaturas 0,1 °C acima do zero absoluto. Sem o hélio, não chego nem a 70 Kelvin”, explica Freitas, que neste ano sofreu com os preços elevados, mas conseguiu garantir sua cota do produto

“Estamos acompanhando com grande preocupação a oferta do gás e buscando alternativas, não somente para o aumento de custo, mas também para uma interrupção de fornecimento que poderia eventualmente ocorrer”, afirma o físico Eduardo Granado, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Universidade Estadual de Campinas (IFGW-Unicamp), que estuda materiais quânticos e faz uso de sistemas de criogenia. “Tentamos gerenciar os impactos do preço do

hélio nas nossas pesquisas envolvendo baixa temperatura com uma priorização e compartilhamento, entre diversos grupos, dos equipamentos mantidos resfriados simultaneamente.”

O hélio é o segundo elemento mais abundante do Universo, depois do hidrogênio, e se concentra nas estrelas. Na Terra, aparece de forma tímida na atmosfera. A cada milhão de moléculas presentes no ar, cinco são de hélio. É tão leve que escapa muito mais rápido do que os outros gases do campo gravitacional do planeta e se dissipa pelo espaço. Está presente ainda sob a crosta terrestre, onde se origina do decaimento de materiais radioativos, como urânio e tório. Geralmente é encontrado junto a reservas de gás natural, sendo um subproduto da extração desse combustível. Sua produção anual, de cerca de 170 milhões de m³, restringe-se basicamente a cinco países – Qatar, Estados Unidos, Argélia, Rússia e Canadá – e a distribuição é altamente concentrada em poucas e grandes empresas multinacionais. Cerca de metade do gás extraído se perde em etapas de seu processo de engarrafamento e transporte, algo que o torna ainda mais caro.

O mais recente ciclo de escassez do hélio teve início em razão de um grande vazamento na reserva federal dos Estados Unidos, localizada em Amarillo, no Texas, em janeiro de 2022. Isso cortou 10% do

fornecimento mundial de hélio da noite para o dia. Em fevereiro daquele ano, a Rússia entrou em guerra com a Ucrânia. O conflito afetou a produção de gás natural e, por tabela, a extração de hélio. Além disso, quatro unidades de produção do Qatar entraram em manutenção planejada e a Argélia passou a vender o gás natural diretamente para a Europa no lugar de refiná-lo e extrair o hélio. Tudo isso afetou o mercado do produto, que só agora começa a se normalizar.

No Brasil, contabilizada toda sua logística, o hélio se torna um insumo de pesquisa muito dispendioso. Cotações de mercado obtidas por professores do IF-USP indicam que o preço do metro cúbico do gás já vinha em uma crescente desde 2018. De R\$ 31,4 em 2017, dobrou em 2018, atingindo R\$ 68. Chegou a R\$ 150 em 2019, R\$ 190 no início de 2022 e R\$ 495 em novembro daquele ano. Em seguida, o preço recuou para R\$ 270 em outubro de 2023 e R\$ 190 agora em 2024.

Uma alternativa que reduz, em parte, a dependência desse insumo é a adoção dos chamados sistemas livres de criogenia. Apesar do nome, esses dispositivos empregam uma quantidade reduzida de hélio líquido, mantido em um sistema fechado. Sempre que se esquenta e se evapora, o hélio volta a ser resfriado e a se liquefazer por meio de um processo mecânico. Investir nesse tipo de equipamento foi o caminho escolhido pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro, que, desde o ano passado, contabiliza seis equipamentos parados por falta de hélio.

Os sistemas livres de criogenia são mais caros e sua manutenção não é barata, mas representam um investimento mais pontual, que prescinde de financiamento constante para a aquisição de hélio. Como produzem vibração, seu emprego, no entanto, não é indicado para alguns usos, como na área de computação quântica. Também não se prestam a ser usados em sistemas submetidos a campos magnéticos muito intensos. “Gostaríamos de manter alguns equipamentos básicos com o emprego de hélio líquido, mas isso não está sendo possível”, afirma Magda Fontes, do CBPF. Apesar da aparente estabilização do mercado internacional, o preço do hélio dificilmente vai despencar nos próximos anos devido à alta demanda, segundo analistas internacionais. ■



Hélio usado no acelerador de partículas LHC (na outra página) e aparelho de ressonância magnética que também necessita do elemento para funcionar



ADEUS À BUTANVAC

Instituto Butantan interrompe o desenvolvimento de candidata a vacina contra a Covid-19 após resultado inferior ao esperado

Mariana Ceci

Após três anos de trabalho, o Instituto Butantan anunciou, em 23 de agosto, a interrupção dos ensaios clínicos e do desenvolvimento da ButanVac, a candidata a vacina contra a Covid-19 produzida pela instituição. A decisão foi tomada com base nos resultados dos testes de fase 2, feitos com 400 pessoas. Nesse estágio, a segurança e a capacidade de gerar resposta imune da ButanVac foram comparadas às da vacina da Pfizer, disponível no Sistema Único de Saúde (SUS). O candidato a imunizante do Butantan seria usado como dose de reforço e não se saiu como o esperado.

“Antes de os testes iniciarem, ficou estabelecido que haveria uma análise para avaliar se a imunidade produzida pela ButanVac não era inferior à gerada pela vacina comparadora”, conta o infectologista e imunologista Esper Kallás, diretor do Instituto Butantan. “Do ponto de vista de segurança, não houve problema. A tolerabilidade à ButanVac e os eventos colaterais associados a ela foram semelhantes aos provocados pelo imunizante da Pfizer, mas os resultados de imunogenicidade ficaram abaixo dos da vacina usada na comparação”, explica.

Iniciado em 2021, no auge da pandemia, o desenvolvimento da ButanVac fez parte de um projeto de cooperação internacional que adotava uma tecnologia criada pela Escola Icahn de Medicina, parte da rede de hospitais Mount Sinai, de Nova York, nos Estados Unidos. Nela, uma versão inativada do vírus da doença de Newcastle – que gera problemas respiratórios em aves – é geneticamente alterada para incorporar o gene da pro-

Ovos usados na produção dos lotes experimentais da ButanVac (à esq.) e frascos com o composto candidato a imunizante



2

teína *spike* do Sars-CoV-2, causador da Covid-19. Essa proteína permite ao vírus Sars-CoV-2 se ligar aos receptores de superfície das células humanas e invadi-las (ver Pesquisa FAPESP nº 302).

A vacina, chamada genericamente de NDV-HXP-S, foi concebida para ter baixo custo de produção e ser fabricada por países em desenvolvimento na linha de produção das vacinas contra a gripe (influenza) em plataformas de ovos embrionados. Na pandemia, várias nações entraram na corrida pela produção de um imunizante contra a doença. Apenas cinco vacinas – as fabricadas por AstraZeneca, Pfizer/BioNTech, Sinovac, Moderna e Sinopharm – foram produzidas, aprovadas por autoridades sanitárias e distribuídas a tempo de frear as mortes.

Analisando o desempenho de 32 imunizantes desenvolvidos na pandemia, o engenheiro químico Michael L. King, da Universidade da Virgínia, nos Estados Unidos, concluiu que os cinco bem-sucedidos haviam sido produzidos por empresas farmacêuticas que tiveram a habilidade de desenvolver os imunizantes e escalar a produção rapidamente. “Os fatores críticos de sucesso incluem experiência anterior com comercialização e aprovação, sistemas de qualidade robustos, estratégias rigorosas de desenvolvimento de processos, instalações de fabricação flexíveis com força de trabalho qualificada, colaboração, acesso a consumíveis, reagentes e adjuvantes e uma distribuição equitativa da rede global de fabricação de vacinas”, escreveu em um artigo publicado em fevereiro na revista *Vaccine*.

Essas cinco vacinas, no entanto, demandam uma produção com fábricas e ingredientes especializados e custos

elevados de importação. Por esses motivos, alguns países em desenvolvimento decidiram apostar na tecnologia da NDV-HXP-S, que poderia ser armazenada em sistemas convencionais de refrigeração (ver Pesquisa FAPESP nº 303).

Por meio do consórcio internacional, o Mount Sinai repassou a tecnologia de vetor viral sem cobrar *royalties* dos centros de pesquisa no Brasil, na Tailândia, no Vietnã e no México. Para ser aprovada para uso, a vacina precisaria passar por três fases de ensaios clínicos: a primeira para avaliar a segurança, a segunda para medir a capacidade de geração de resposta imune (imunogenicidade) e a terceira para verificar a eficácia – capacidade de evitar a infecção ou impedir o adoecimento.

Os resultados da fase 1 da ButanVac, com 318 participantes, foram promissores. Mostraram que ela era bem tolerada, segura e, na dose mais alta, induzia uma resposta imune importante. Na fase seguinte, 400 voluntários foram alocados aleatoriamente em dois grupos: uma metade recebeu a ButanVac e a outra a vacina da Pfizer. O estudo contava com um critério de análise preestabelecido: a candidata a vacina do Butantan não poderia ter capacidade inferior à da Pfizer de gerar imunidade. Nesse quesito, a ButanVac falhou.

Apesar da decisão brasileira de interromper os ensaios clínicos, os demais países que usam a tecnologia do Mount Sinai seguem com o desenvolvimento de seus imunizantes. As versões produzidas na Tailândia e no México já receberam autorização para uso emergencial. Na

Tailândia, onde a vacina foi chamada de HXP-GPOVac, a Organização Farmacêutica Governamental autorizou seu uso emergencial como dose de reforço em setembro de 2023 para adultos.

Em 6 de junho deste ano, a Comissão Federal de Proteção Contra Riscos Sanitários do México acompanhou a decisão tailandesa e concedeu autorização para uso emergencial da versão mexicana da vacina, batizada de Patria. Dados do ensaio clínico de fase 2/3, realizado com 4.056 voluntários, indicaram que a imunogenicidade da Patria não foi inferior à do imunizante da AstraZeneca, segundo artigo disponibilizado em fevereiro deste ano na plataforma de *preprints* medRxiv. A vacina da AstraZeneca usa tecnologia distinta da Pfizer e é um pouco menos eficaz para prevenir casos sintomáticos. No Vietnã, os resultados apresentados em um *paper* depositado no medRxiv, referente aos testes de fase 2 – que também usou a AstraZeneca como comparativo –, foram similares aos dos mexicanos.

A suspensão dos testes com a ButanVac, no entanto, não representa o fim da busca do Butantan por uma vacina brasileira. “Antes mesmo desse resultado, o Butantan já trabalhava com a possibilidade de usar novas plataformas para desenvolver uma vacina contra a Covid-19”, conta Kallás. Em 2023, a instituição firmou um acordo com o Ministério da Saúde e receberá R\$ 72 milhões para construir uma fábrica para a produção de vacinas de mRNA. Atualmente, o instituto analisa qual linha de desenvolvimento tecnológico será adotada para a produção desse imunizante. ■

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



AS SURPREENDENTES FACES DA CAATINGA

Diversidade de paisagens
fundamenta proposta de detalhamento
dos ambientes do semiárido

Carlos Fioravanti

As matas verdes e densas que cercam a serra de General Sampaio, no Ceará, trazem à mente os tapetes verdes e viçosos da Amazônia. Pelo interior da Paraíba, da Bahia e de Minas, há árvores imponentes, como as barrigudas, que precisam de quatro adultos de braços abertos para serem abraçadas. Pedregosos, com vegetação rala, os campos rupestres da Chapada Diamantina lembram o Cerrado, embora, como as outras paisagens citadas aqui, estejam dentro da Caatinga.

Espalhando-se por 10 estados do Nordeste e Sudeste, a Caatinga tradicionalmente remete apenas a lugares áridos, mas na realidade é mais colorida e variada. Uma proposta de reclassificação, detalhada em um artigo de 59 páginas a ser publicado em breve na revista especializada *The Botanical Review*, do Jardim Botânico de Nova York, nos Estados Unidos, divide a Caatinga em 12 subunidades biogeográficas, de acordo com uma abordagem que considera a distribuição espacial de espécies



Floresta vista do alto de uma torre de observação no planalto de Borborema, em Campina Grande, Paraíba, durante a estação chuvosa

endêmicas (exclusivas), derivada principalmente do tipo de solo (ver mapa na página 68).

“A Caatinga são muitas Caatingas”, sintetiza a botânica Daniela Zappi, uma das autoras do trabalho. Ela percorre o sertão do Nordeste desde 1987 em busca principalmente de cactos, aos quais dedicou o mestrado, o doutorado e boa parte dos 23 anos em que trabalhou no Kew Gardens, no Reino Unido, antes de voltar ao Brasil e dividir-se entre instituições de pesquisa de Belém e Brasília.

“A Caatinga tem onça-pintada, onça-parda e anta, em meio a paisagens de beleza estonteante”, acrescenta o biólogo Marcelo Moro, coordenador do estudo, que anda por lá desde seus tempos de estudante de ciências biológicas na Universidade Federal do Ceará (UFC). Ele começou a detalhar a distribuição geográfica das espécies de plantas e animais de algumas áreas do bioma no doutorado e em estágio de pós-doutorado, ambos na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com bolsa da FAPESP.

Em agosto de 2016, voltou à UFC, agora como professor concursado. “Percebi que o trabalho de

mapear toda a região precisava de mais gente”, contou. Juntaram-se a ele dois geógrafos especializados em mapeamentos, Rubson Maia, da própria UFC, e Luis Costa, da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), em Minas Gerais. Também conseguiu atrair o interesse de quatro botânicos: além de Zappi, Nigel Taylor, botânico aposentado do Jardim Botânico de Kew, Vivian Amorim, da Universidade Federal do Cariri, e Luciano Queiroz, da Universidade Estadual de Feira de Santana, na Bahia. Zappi e Taylor são especialistas em cactos, Amorim em asteráceas, uma família botânica ampla, com 32 mil espécies, e Queiroz em leguminosas, família com 19 mil espécies.

Ao grupo de botânicos coube a tarefa de delimitar as áreas ocupadas por 328 espécies de plantas exclusivas da Caatinga. O mandacaru (*Cereus jamacaru*) e o xique-xique (*Xiquexique gounellei*) crescem por toda a região, mas não nos ambientes vizinhos, enquanto o quipá-mirim (*Tacinga mirim*), outro cacto, só foi encontrado no Ceará. Uma erva de pequenas flores brancas, a vassourinha-de-botão (*Borreria apodiensis*),



Dormideira (*Mimosa boreboremae*), encontrada apenas nas matas do planalto de Borborema

Lagarto *Procynosaurinus tetradactylus*, das dunas do São Francisco

AS PAISAGENS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Proposta de divisão da Caatinga se apoia em diferenças de solo e endemismo de plantas e animais

Áreas vizinhas, mas com fauna e flora próprias

- Costa da Caatinga
- Provincia da Caatinga:
 - Subprovincia Caatinga *stricto sensu*
 - Subprovincia Caatinga arenosa
 - Distritos com muitos afloramentos calcários
 - Provincia Chapada Diamantina

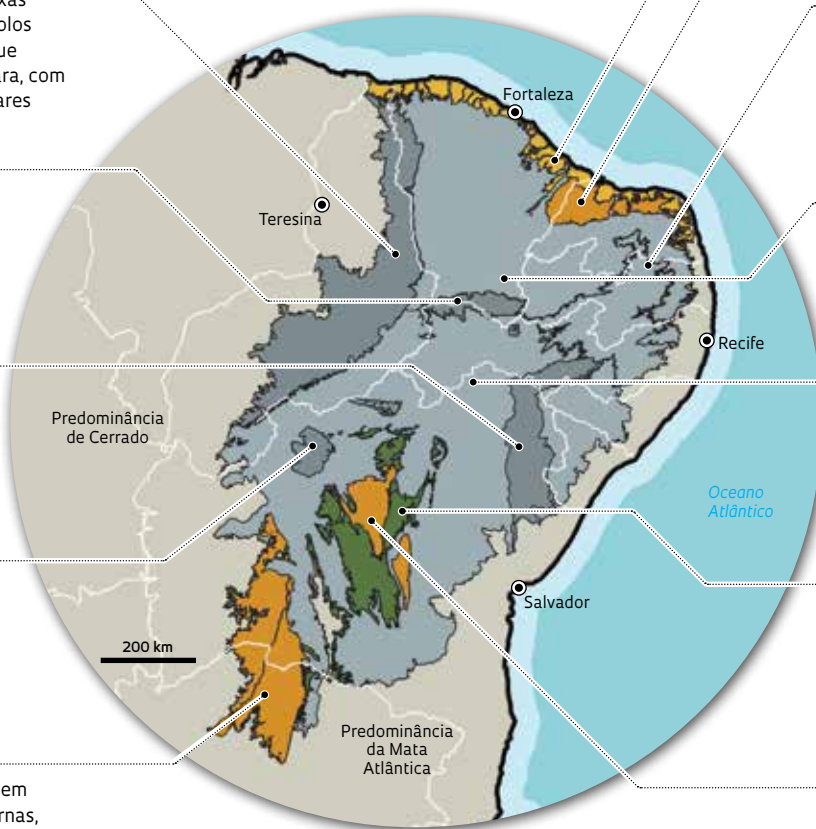
Distrito Ibiapaba-Piauí ●
Predomínio de terras baixas com alguns planaltos e solos arenosos. Está ali o Parque Nacional Serra da Capivara, com pinturas rupestres milenares

Distrito Araripe ●
Rico em fósseis, com trechos de Cerrado, matas úmidas e, no topo arenoso, caatinga

Distrito Tucano-Jatobá ●
Um dos trechos mais secos de Caatinga, com solos arenosos profundos

Distrito das Dunas do São Francisco ●
Campo de dunas continentais com répteis endêmicos, muitos deles adaptados à vida abaixo do solo

Distrito Peruaçu ●
Também com solos ricos em nutrientes e muitas cavernas, ocupado por árvores de grande porte, como as barrigudas



Costa da Caatinga ●
Trecho mais seco do litoral brasileiro, com dunas, restingas, savanas, manguezais e florestas costeiras

Distrito Potiguar ●
Solos derivados da decomposição de rochas calcárias, com muitas cavernas cuja biodiversidade ainda é pouco estudada

Distrito Borborema ●
Uma das áreas de maior altitude do Nordeste, com brejos de altitude nos trechos mais altos e úmidos, e caatinga nos mais baixos e secos

Distrito Depressão Sertaneja Norte ●
Terrenos normalmente baixos e planos, com serras isoladas e solos pedregosos e rasos

Distrito Depressão Sertaneja Sul ●
Maior distrito da Caatinga, com vastas terras baixas, planas ou onduladas, e algumas serras e solos pedregosos e rasos

Provincia Chapada Diamantina ●
Cerrado e campos rupestres ocupam as áreas mais altas e frias, brejos de altitude ocupam as áreas mais úmidas e caatinga as mais secas

Distrito Irecê ●
Também com muitas cavernas. Os solos ricos em nutrientes favorecem a substituição da vegetação nativa por cultivos agrícolas

FONTE: MARCELO FREIRE MORO / UFC



Árvores crescem em um buraco formado em terreno sedimentar de Irecê, Bahia

3 4



Araras-azuis-da-caatinga (*Anodorhynchus leari*), típicas do semiárido brasileiro

limita-se à Chapada do Apodi, na divisa entre os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, uma área com muitas cavernas. Um roedor de 20 centímetros, o rabo-de-facho (*Proechimys yonenagae*), e pelo menos 30 espécies de lagartos são exclusivos das dunas do rio São Francisco, nordeste da Bahia (ver Pesquisa FAPESP nº 57).

Moro e equipe refinaram uma classificação anterior, com oito áreas – ou ecorregiões. A categorização havia sido formulada pela zoóloga Agnes Velloso, da organização não governamental The Nature Conservancy Brasil (TNC Brasil), pelo engenheiro florestal Frans Pareyn e pelo agrônomo Everardo Sampaio, ambos da Associação Plantas do Nordeste (Apne), e publicada como livro em 2002 pela própria Apne.

A nova divisão da Caatinga adota a nomenclatura internacional para delimitação de áreas de endemismos (da maior para a menor, reino, região, domínio, província e distritos), oficializada em julho de 2008 na *Journal of Biogeography* (ver definições detalhadas na ver-

são on-line desta reportagem). De acordo com essa abordagem, toda a Caatinga foi considerada um domínio biogeográfico. As três unidades com maior área são províncias e subprovíncias: dois subtipos de caatinga (neste caso com inicial minúscula por ser uma parte da Caatinga), a *stricto sensu* e a de areia, e a Chapada Diamantina.

A caatinga *stricto sensu* assenta-se em terrenos com rochas cristalinas (vulcânicas) e solos pedregosos e moderadamente férteis. Por sua vez, tem três subdivisões (distritos biogeográficos) – as Depressões Sertanejas Norte e Sul e o Distrito Borborema –, cada uma com comunidades próprias de plantas e animais, embora sejam vizinhas. Só na Depressão Sertaneja Norte, podem ser encontrados, por exemplo, a palmeira *Syagrus cearenses* e o calango-de-lajeiro (*Tropidurus jaguaribanus*); apenas na Depressão Sertaneja Sul crescem o arbusto *Holoregmia viscida* e o pau-jacaré (*Tabaroa caatingicola*); e somente no Distrito Borborema vivem o cacto *Pilosocereus chrysostele* e a erva de flores lilases, a dormideira (*Mimosa borboremae*).

A segunda grande unidade da Caatinga, a caatinga de areia, é constituída por terrenos com rochas sedimentares que originaram solos arenosos e pobres em nutrientes. Por sua vez, é subdividida em quatro partes, cada uma com suas espécies próprias. A cebola-brava (*Cearanthes fuscoviolacea*) é uma das espécies endêmicas do distrito Ibiapaba-Piauí; o soldadinho-do-araripe



Mata preservada em Itapajé, Ceará

5



(*Antilophia bokermanni*), um pássaro pequeno e colorido, vive apenas nas matas úmidas do Araripe; o lagarto-escrivão (*Scriptosaura catimbau*) é típico do distrito Tucano-Jatobá e geralmente vive enterrado. Já na areia das dunas do São Francisco vive o roedor *Trinomys yonenagae*, os lagartos *Procellosaurinus tetradactylus* e *Eurolophosaurus divaricatus* e as serpentes *Typhlops yonenagae* e *T. amoipira*, exclusivos dali.

Na caatinga *stricto sensu* e na de areia, as plantas desenvolveram mecanismos de adaptação ao clima seco: muitas espécies perdem as folhas no início da longa estação seca e rebrotam rapidamente logo que caem as primeiras chuvas. Nessas duas áreas há também espécies comuns às que ocorrem na Mata Atlântica, no Cerrado e em áreas não alagáveis do Pantanal, como o angico (*Anadenanthera colubrina*), a jurema-branca (*Piptadenia retusa*) e a aroeira (*Astronium urundeuva*). “Há, ainda, pequenas áreas, chamadas encraves, de florestas secas no Cerrado e na Mata Atlântica”, diz Moro. Segundo ele, matas secas na Bolívia, na Venezuela e na Colômbia também têm espécies em comum com a caatinga no Brasil.

Já a província da Chapada Diamantina, dentro do Domínio da Caatinga, ocupa as áreas altas da Bahia, com vegetação

Cactos e outras plantas se espalham em Irecê, Bahia

A mata sobe o morro e cerca os inselbergs de Quixadá, no Ceará

de caatinga, matas úmidas, savanas e campos rupestres (ver Pesquisa FAPESP nº 86).

Outro conjunto de unidades são mais três distritos – Potiguar, Irecê e Peraçu –, com muitos afloramentos (rochas expostas) de calcário, redes de cavernas e animais ainda pouco conhecidos, que não se distinguem nos mapas anteriores. Parte das cavernas está protegida no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu.

Uma última unidade se encontra isolada, ao norte, margeando o litoral: é a costa da Caatinga, que reúne espécies de plantas desse bioma, do Cerrado e da Amazônia, devido à precipitação mais alta no litoral que no interior da Caatinga.

Moro, com sua equipe, está mapeando os encraves de matas úmidas nas terras altas em meio à Caatinga, os chamados brejos de altitudes, com espécies de plantas e animais encontrados na Amazônia e na Mata Atlântica, e outras endêmicas. Seu plano é terminar o mapeamento no próximo ano.

“Sem saber em que condições uma espécie ocorre em um dado local, não é possível recuperar uma área degradada, pois a primeira pergunta é ‘quais espécies plantar?’”, comenta o biólogo da Unicamp Fernando Martins, que não participou desse mapeamento, mas estuda a Caatinga há cerca de 30 anos e foi o orientador de doutorado e supervisor de pós-doutorado de Moro.

“Além disso”, ele prossegue, “há espécies que podem viver juntas e outras que se excluem por competição. Espécies vivendo em habitats semelhantes podem viver juntas, pois já houve a exclusão competitiva. Associando espécies a



Campo costeiro com carnaúbas (*Copernicia prunifera*) no Parque Nacional de Jericoacoara, Ceará



3



4

Cavernas de Peruaçu, no norte de Minas Gerais

regiões com ambientes semelhantes obtêm-se muitas informações imprescindíveis tanto na área teórica da biologia quanto na prática”.

Martins gostou de ver que os *shapefiles* – as camadas – do mapa, cada um com os diferentes tipos de ambiente dentro da Caatinga, foram publicados digitalmente com acesso aberto, o que permite a qualquer pesquisador associar os dados que coletar com as distintas áreas. “Isso é muito importante para possibilitar o entendimento não só de como foi possível a evolução de uma biota tão diversificada e regionalizada num ambiente tão severo, mas também sobre como conservar essa biodiversidade e estabelecer novas unidades de conservação capazes de preservar a biota em face da mudança climática”, ele comenta.

A bióloga Marcela Cruz Moreira, orientada por Martins no mestrado, comparou as espécies de angiospermas (plantas com flores) da vegetação de caatinga entre terrenos cristalinos e terrenos sedimentares. A hipótese inicial era de que os terrenos sedimentares, com solos mais profundos e maior capacidade de reter água, poderiam abrigar espécies muito diferentes. Mas não. “Os terrenos cristalinos, que víamos como mais seletivos, sustentam espécies mais diferentes que os sedimentares, podendo sugerir a atuação de processos evolutivos muito complexos”, conta Martins.

O ecólogo Marcelo Tabarelli, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), comenta: “O novo trabalho mostra um olhar mais acurado

sobre a Caatinga, até então considerada como unidade única, embora a gente, que a percorre, saiba que não é. Esse tipo de divisão, baseado em características físicas do ambiente, deve funcionar bem para as plantas, mas não sei se também se aplicaria para outros grupos taxonômicos”.

O geógrafo paraense José Maria Cardoso da Silva, da Universidade de Miami, nos Estados Unidos, ressalta: “A grande questão hoje é saber o quanto dos padrões de endemismo da Caatinga é resultado da pressão humana na região”. As áreas agrícolas e pastagens abandonadas ou em uso cobrem 89% desse bioma, em comparação com o que deve ter existido há milhares de anos, sob as mesmas condições de clima e solo, antes da ocupação humana, de acordo com análises coordenadas pelo biólogo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Helder Araujo e publicadas em outubro de 2023 na *Scientific Reports* (ver Pesquisa FAPESP nº 335).

“O desmatamento tem sido intenso, desde o século XVI, especialmente a leste, nas depressões norte e sul e no Distrito Borborema”, observa Araujo. “Também se perdeu muita mata ciliar, hoje já bastante rara ao longo dos rios, como o São Francisco.” Na caatinga de areia encontram-se as principais unidades de conservação da região, como o Parque Nacional da Serra da Capivara, a Estação Ecológica do Raso da Catarina e a Floresta Nacional Araripe-Apodí, que podem servir como exemplos de parte dos ambientes originais da Caatinga. ■

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



Milho encontrado
em escavação em
Minas Gerais preserva
características antigas

ESPIGAS SOB MEDIDA

Estudo revela
que milho
com características
primitivas era
cultivado no Brasil
entre 1.000
e 500 anos atrás

Enrico Di Gregorio

2



A domesticação
nas Américas deu
origem a uma
grande diversidade
no continente

Há milhares de anos, o milho é parte fundamental da alimentação de muitas culturas indígenas das Américas. No Brasil, receitas e bebidas feitas com o cereal, como o preparado levemente alcoólico chamado de cauim pelos povos Tupi, fazem parte da dieta amazônica e são usadas em rituais. Algumas etnias indígenas brasileiras, como os Guaraní Mbya, consideram-no sagrado. É o grão mais produzido em escala mundial, em grande parte como alimento na pecuária e com presença notável na alimentação humana. Essa relevância faz com que arqueólogos e geneticistas hoje investiguem a origem, a dispersão e os processos de domesticação por quais o milho passou desde a origem da agricultura nas Américas.

Novas interpretações publicadas em setembro na revista *Science Advances* mostraram as similaridades entre amostras arqueológicas do milho e raças cultivadas atualmente por indígenas e agricultores tradicionais brasileiros. Os autores defendem que o milho chegou há 6 mil anos no sudoeste da Amazônia de forma apenas parcialmente domesticada, a partir de sua origem no México, 9 mil anos atrás. Depois,

passou por diferentes etapas de seleção e diversificação em regiões como o Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país.

Isso não significa que a domesticação inicial tenha se completado na Amazônia. Amostras de milho encontradas em Minas Gerais com datas entre 570 e 1.010 anos antes do presente têm características compatíveis com o primeiro milho plantado nas Américas. Atualmente, existem cerca de 300 raças de milho no continente americano. Delas, 15 são brasileiras, divididas em 19 sub-raças, das quais quatro são nativas, associadas aos indígenas, e são chamadas de Entrelaçado, Caingang, Avati Moroti e Lenha.

Os pesquisadores analisaram a morfologia e o DNA de 282 espigas fragmentadas, duas inteiras e 12 grãos de milho antigos encontrados nos anos 1990 por uma equipe do Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) coordenada pelo arqueólogo francês André Prous no Vale do Peruaçu, no norte do estado. A curadoria do material hoje está a cargo do engenheiro-agrônomo e geneticista Fábio de Oliveira Freitas, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, um dos autores do

artigo. “É uma quantidade grande de material encontrado naqueles sítios arqueológicos, ainda mais considerando o alto potencial de degradação devido às condições tropicais do país. A preservação ocorreu porque os milhos estavam em cavernas e foram enterrados dentro de cestos”, diz a geneticista Flaviane Costa, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP) e primeira autora do artigo. Ela fez as análises no âmbito de projetos coordenados pelas geneticistas Elizabeth Ann Veasey, sua orientadora no doutorado, e Maria Imaculada Zucchi, supervisora atual.

Todos os exemplares tinham o que os biólogos chamam de endosperma farináceo: uma grande parte do corpo do grão, onde os nutrientes ficam armazenados, era opaca. Outras versões, mais transparentes, são classificadas como vítreas. As amostras arqueológicas foram comparadas às variantes de milho com endosperma farináceo, cultivadas atualmente por povos indígenas e agricultores tradicionais brasileiros, e com o teosinto, uma planta silvestre aparentada ao milho e considerada semelhante à sua forma ancestral. Os exemplares de teosinto estão armazenados no Museu de Arqueologia e Etnologia de Peabody, da Universidade Harvard, nos Estados Unidos. As informações de milho moderno foram obtidas em coleções da USP e da Universidade da República, no Uruguai.

As amostras arqueológicas são espigas cônicas com quatro a 40 grãos em cada uma de quatro a 18 fileiras. Essa configuração tem semelhanças com o teosinto moderno, cujas espigas cilíndricas têm entre duas e oito fileiras, com número de grãos que varia entre seis e 27 em cada uma. Eles definiram, com base nesses números, que um bom parâmetro para classificar as variantes primitivas de milho, ou seja, as anteriores ou mais basais do processo de domesticação, seria

Pinturas rupestres em cavernas do Peruaçu, em Minas Gerais, indicam que milho e buriti faziam parte da vida dos povos que habitavam a região



Vale do Rio Balsas

9.000

A rota do milho

A partir de sua origem no México, planta foi sendo domesticada e diversificada

▲ Datas aproximadas em anos antes do presente

FONTE: COSTA, F. M. ET AL. SCIENCE ADVANCES. 2024

um número de fileiras inferior a oito, porque nenhuma raça moderna do cereal nas chamadas terras baixas da América do Sul se enquadra nesse critério – normalmente, essas raças sul-americanas exibem cerca de 12 fileiras, mas podem chegar a até 26. Entre as amostras de teosinto, 95% tinham menos de oito fileiras.

Os geneticistas encontraram, em meio às 282 amostras do Vale do Peruaçu, 14 exemplares arqueológicos com quatro ou seis fileiras, apesar de a domesticação do cereal ter se iniciado há 9 mil anos no México e há 5 mil anos na Amazônia ocidental. “Isso é algo completamente novo”, diz o arqueólogo Tiago Hermenegildo, pesquisador em estágio de pós-doutorado no Instituto Max Planck de Geoantropologia, na Alemanha, também vinculado ao Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE) da USP. Ele faz pesquisa arqueológica com milho na Amazônia, mas não participou do estudo. O traço é peculiar porque, em tese, o longo processo de domesticação, marcado pelo aumento das fileiras de grãos, deveria ter eliminado essas características.

A novidade, ao lado de dados comparativos levantados pelos autores, indica que o milho ainda não estava completamente domesticado quando chegou ao Brasil. “O artigo é disruptivo porque, até 2018, se pensava que toda a domesticação do milho havia ocorrido no México”, afirma Costa.



O teosinto, como essas amostras da Universidade Harvard, corresponde à forma ancestral do milho

“Havia um imenso vazio de dados para as terras baixas da América do Sul, que são as regiões do continente abaixo de 1.500 metros de altitude.”

Um estudo de 2018 tinha mapeado o genoma completo de diversas variedades de milho na América do Sul e verificado uma variação nos genes associados à domesticação do milho. Quando o processo está completo, espera-se que formas genéticas (alelos) que aumentam o número de grãos, por exemplo, tornem-se as únicas existentes – ou fixadas, no jargão geneticista. “Agora mostramos exemplares arqueológicos de milho encontrados no Brasil com características primitivas, o que corrobora esses trabalhos anteriores”, afirma a pesquisadora da Esalq.

Ainda não há consenso. “O que os estudos genéticos afirmam é que no início da domesticação, no México, o milho tinha uma troca de genes muito mais intensa com as variantes silvestres”, diz Hermenegildo. “Quando chega ao Brasil, essa troca já não ocorre, apesar de ainda haver fluxo gênico com outras variedades, em um processo de domesticação secundária, e isso é reforçado pelo novo trabalho.”

MIGRAÇÃO NO CONTINENTE

O grupo de Costa também buscou traçar a rota de migração do milho no continente. Para isso, identificou similaridades entre os grupos existentes e os exemplares comparados às amostras arqueológicas de milho das raças Entrelaçado, Caingang, Avati Moroti e Lenha, além de resultados sobre as mesmas raças publicados em

outros artigos. Foi assim que descobriram que exemplares locais de Entrelaçado da Amazônia ocidental se aproximavam das amostras arqueológicas encontradas no Cerrado e na Caatinga.

O milho Avati Moroti está presente em várias partes do Brasil. Exemplares dessa raça encontrados no Cerrado mostraram proximidade com uma amostra da Mata Atlântica e outras descritas na literatura científica. Enquanto isso, outro subgrupo da mesma raça foi identificado mais ao Sul, na região do Pampa. Variedades locais dos milhos Caingang e Lenha também existem no Pampa e na Mata Atlântica.

Isso tudo ajudou os pesquisadores a propor um caminho de migração do cereal. Para eles, o milho foi trazido ao Brasil por migrações à

Amazônia ocidental, de onde foi levado para as regiões de Caatinga e Cerrado, no Centro-Oeste e Nordeste. Ao mesmo tempo, outras ondas de migração também transportaram o grão para as regiões de Mata Atlântica, sobretudo no Sudeste, e ao Pampa, no Sul do Brasil.

“A comunidade científica conhece esses milhos nativos desde 1958, mas ninguém na arqueologia deu atenção até os anos recentes”, destaca Hermenegildo. “Essas evidências atuais sobre o vegetal chegaram a ser completamente ignoradas por décadas de pesquisas arqueológicas na Amazônia; o trabalho é fundamental nesse sentido.”

Ao pôr em evidência a resiliência das características primitivas do milho, o trabalho também tem impacto para as políticas de preservação e manejo atuais. Para Costa, a presença ao longo de milênios de variedades exclusivamente sul-americanas reforça a necessidade de políticas públicas e acordos internacionais para a conservação dessas raças nativas. A falta dessas políticas pode levar ao risco de extinção das variedades locais e raças nativas que ainda existem. “O trabalho valoriza o plantio realizado por populações tradicionais e indígenas.”

Para Hermenegildo, isso é importante porque muitos tipos de milho plantados pelos povos indígenas foram extintos junto com seus agricultores. “Foi uma verdadeira erosão cultural e genética, desde os tempos da colonização.” ■

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

Imagem captada pelo
Olhar durante testes
do equipamento
por tropas do Exército

À PROCURA DO CALOR

Empresa brasileira desenvolve monóculo
de imagem térmica de uso militar capaz de
detectar pessoas na escuridão e em
ambientes com fumaça, poeira e nevoeiro

Yuri Vasconcelos

Um dispositivo óptico que permite que forças militares, policiais e de segurança identifiquem a presença de pessoas, animais, instalações e veículos em condições adversas de luminosidade, apenas pelo calor que emitem, foi desenvolvido pela empresa brasileira especializada em sistemas optrônicos Opto Space & Defense, pertencente ao Grupo Akaer. Sediada em São José dos Campos, a Akaer tem como foco a fabricação de estruturas, equipamentos e sistemas para os setores aeroespacial e de defesa. O monóculo de imagem térmica Olhar, primeiro do gênero criado por uma companhia nacional, foi projetado a partir de requisitos definidos pelo Exército brasileiro. Um primeiro lote com 21 aparelhos foi homologado em agosto, após mais de um ano em testes pela força militar.

“O Olhar foi projetado para ser um equipamento robusto, leve e com dimensões reduzidas. Esse desenvolvimento demonstra que o país detém o conhecimento de visão termal e pode fabricar seus próprios equipamentos. Com ele, ficamos independentes de questões geopolíticas que dificultam a aquisição desses aparelhos pelas Forças Armadas brasileiras”, afirma o engenheiro eletrônico Cláudio Carvas, diretor-presidente da Opto Space & Defense. O projeto, iniciado há mais de 15 anos, foi feito em parceria com o Centro de Tecnologia do Exército (CTEx) e recebeu apoio, em seu estágio inicial, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep).

Menos de 10 países do mundo, entre eles China, Estados Unidos, França, Israel e Reino Unido, dominam a tecnologia de fabricação de monóculos de visão termal para uso militar – e quem tem essa capacidade restringe a comercialização dos dispositivos.

“A visão termal é fundamental para quem entra em guerra. Especialistas em defesa costumam dizer que o soldado brasileiro é cego, porque guerra de dia a gente só vê no cinema. O conflito real acontece à noite, quando as dificuldades são grandes e equipamentos como o monóculo criado pela Akaer são essenciais”, sustenta o físico Jarbas Caiado de Castro Neto, do Instituto

de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), que não participou diretamente do desenvolvimento.

Dispositivos como o Olhar detectam a radiação infravermelha, associada ao calor, emitida pelo corpo humano ou por objetos, e a convertem em uma imagem visível. Para isso, são dotados de sensores, normalmente feitos de silício amorfo ou óxido de vanádio, capazes de captar a emissão de radiação térmica dos corpos. A radiação infravermelha detectada é convertida em sinais elétricos que, por sua vez, são processados dando origem a uma imagem térmica em que diferentes cores ou tons representam diferentes temperaturas. Essa imagem é exibida em um display.

O monóculo criado pela Opto Space & Defense poderá ser usado não apenas em operações militares, mas também em missões de resgate para localizar pessoas, animais e objetos quentes em condições de pouca ou nenhuma visibilidade, como em ambientes com fumaça, poeira e nevoeiro. “O dispositivo detecta partes quentes em uma imagem, seja numa operação noturna ou diurna. Essa é sua grande função”, diz Carvas. “Na maioria das aplicações, o Olhar pode ser utilizado para aumentar a capacidade de observação do usuário.”

Com cerca de 800 gramas e 155 milímetros (mm) de comprimento por 72 mm de largura e 67 mm de altura, o Olhar pode ser operado manualmente ou acoplado a capacetes, fuzis e metralhadoras. Diferentemente da maioria dos concorrentes internacionais, o dispositivo brasileiro tem duas opções de lentes intercambiáveis, com distâncias focais de 14 mm (modelo básico) e 54 mm (modelo Caçador), que aproxima mais a imagem.

MODELO AVANÇADO

Carvas explica que o Olhar difere dos óculos de visão noturna. Os militares norte-americanos usaram esses últimos na missão de captura e morte do terrorista Osama Bin Laden, no Paquistão, em 2011. “Não é a mesma tecnologia. Óculos de visão noturna são intensificadores de luz, ou seja, captam uma luz mínima existente no ambiente e a amplificam para formar uma imagem. O monóculo termal independe da luz ambiente.”

De acordo com a Akaer, que este ano se tornou a primeira empresa brasileira do setor aeroespacial a obter o *status* de fornecedora global de nível 1, ou Tier 1 (ver box na página 79), o monóculo se vale do que há de mais avançado em termos de microeletrônica, mecânica de precisão e óptica. “O projeto óptico das objetivas termais e ocular garante elevado desempenho que se traduz em imagens com alto contraste e baixa distorção”, afirma o executivo da Opto Space & Defense.

Na área de eletrônica, foram desenvolvidas placas de circuito impresso com dimensões reduzidas contendo componentes com encapsulamentos muito pequenos. Também foram utilizados módulos de processamento e um microdisplay com tecnologia Oled, que usa diodos orgânicos emissores de luz, além de um sensor termal de alta resolução, comprado no exterior.

“Para a estrutura mecânica, foi necessário projetar e fabricar o corpo do monóculo em dimensões reduzidas, de forma que ele pudesse abrigar e garantir a segurança dos componentes internos”, informa Carvas. “O conjunto mecânico teve que assegurar o alinhamento óptico do sensor termal e da objetiva, sem o qual a imagem não teria boa resolução e nitidez.” A robustez do sistema foi outro pré-requisito estabelecido pelo Exército. O monóculo resiste por 30 minutos dentro d’água e saiu-se bem nos testes de resistência ao choque, conforme a Akaer.

“Trata-se de uma tecnologia desafiadora”, reconhece Castro Neto, do IFSC-USP, que acom-

panhou o projeto de uma primeira versão do monóculo. Batizado de VDN X-1, ele começou a ser projetado em 2007 nos laboratórios da startup Opto Eletrônica, de São Carlos, da qual o físico foi um dos criadores. Em 2016, a divisão Espaço e Defesa (E&D) da empresa foi comprada pela Akaer e rebatizada de Opto Space & Defense. Três anos depois, o projeto do monóculo foi retomado.

Desenhar e fabricar lentes de visão termal, assim como planejar sua eletrônica, é uma tarefa considerada das mais complexas por quem conheceu o projeto. “Diferentemente das lentes para câmeras no espectro visível, as termais precisam ser feitas de materiais muito específicos, como sulfeto de zinco, silício e germânio, cuja disponibilidade é limitada. O design do sistema óptico é intrincado e precisa ser projetado para anular aberrações cromáticas, distorções e outros problemas, a fim de que se tenha uma imagem precisa”, diz o pesquisador da USP.

Procurado por *Pesquisa FAPESP*, o Exército limitou-se a informar, por meio de nota, que “a avaliação do projeto foi encerrada recentemente e o equipamento ainda está em estudos para adoção”. Durante os processos de avaliação técnica e operacional e homologação, foram analisados múltiplos requisitos de desempenho em laboratório e em campo, segundo normas compatíveis com as definidas pelas Forças Armadas dos Estados Unidos. O lote com 21 aparelhos entregue ao Exército no ano passado foi submetido a testes de suscetibilidade eletromagnética, emissão sonora, resistência a altas e baixas temperaturas, areia, umidade, entre outros.

Ainda não há uma definição sobre quando o monóculo será incorporado ao braço terrestre das Forças Armadas. “Não sabemos quantos aparelhos serão adquiridos nem quando. Mas já recebemos consultas de outros países interessados no equipamento. A venda para o exterior, contudo, depende da autorização do Exército, já que o projeto foi encomendado por ele”, afirma o diretor da Opto Space & Defense.

A Akaer não revela o preço do monóculo. O valor, segundo a empresa, depende de algumas variáveis, como o número de unidades previstas na negociação. Monóculos de imagem térmica já em operação – como os das norte-americanas Teledyne Flir Systems e L3Harris Technologies, uma das fornecedoras do Exército dos Estados Unidos, da britânica BAE Systems e da israelense Elbit Systems – custam a partir de US\$ 3 mil e podem superar US\$ 20 mil. O valor varia conforme as características do dispositivo, o nível de sofisticação tecnológica, os acessórios, entre outros fatores. “O Olhar será competitivo. Não seremos o mais caro nem o mais barato do mercado”, destaca Carvas. ■

Militar leva acoplado ao capacete o monóculo de visão termal da Opto



D328eco: Akaer é a responsável pela fabricação da fuselagem dianteira do turboélice alemão



FORNECEDORA MUNDIAL

Akaer é a primeira empresa brasileira qualificada como fornecedora global de nível 1 para o setor aeroespacial

Em março deste ano, a Akaer, empresa de engenharia do polo aeroespacial de São José dos Campos, no interior paulista, foi selecionada pela fabricante alemã Deutsche Aircraft para projetar e fabricar a fuselagem dianteira do D328eco, turboélice com 40 lugares destinado a mercados regionais. Com o contrato, a companhia tornou-se a primeira empresa brasileira fornecedora global nível 1 (Tier 1) para o mercado aeroespacial, meta que vinha perseguindo nos últimos anos (ver Pesquisa FAPESP nº 270).

“A qualificação da Akaer como Tier 1 é um marco para a indústria aeronáutica brasileira”, destaca o economista Marcos José Barbieri Ferreira, da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), especialista em indústria aeroespacial e de defesa. “Apesar de termos no país a terceira maior fabricante de aviões do mundo, a Embraer, ainda não tínhamos uma companhia Tier 1.”

Ele explica que empresas com essa capacidade são fornecedoras de primeiro nível de componentes estruturais, segmentos e sistemas aeronáuticos complexos, tais como asas, fuselagem (aeroestruturas), trens de pouso,

motores e aviônicos. O Brasil, até então, só tinha companhias Tier 2 e 3, normalmente empresas de pequeno e médio portes fornecedoras de componentes com menor valor agregado, como peças usinadas ou materiais compósitos que irão compor estruturas maiores.

O turboélice D328eco, destinado a uso civil ou militar, está sendo projetado para voar com o chamado combustível sustentável de aviação (SAF), solução em adoção pela indústria aeronáutica para reduzir a pegada de carbono do setor (ver Pesquisa FAPESP nºs 317 e 337). A Akaer estima que a primeira fuselagem fabricada no Brasil será entregue no fim do próximo ano. A aeronave está programada para entrar em operação comercial no quarto trimestre de 2027.

JATO SUPERSÔNICO E FOGUETE

A empresa de São José dos Campos participa de outro projeto internacional de grande porte, a construção do jato militar supersônico Hürjet, da Turquia. A Turkish Aerospace Industry (TAI), líder da iniciativa, selecionou a Akaer como parceira para o desenvolvimento e o detalhamento do projeto estrutural, do cálculo estrutural e das instalações de sistemas da fuselagem traseira, partes da fuselagem central e

instalações da empenagem (superfícies traseiras) do Hürjet. O primeiro protótipo fez seu voo inaugural em abril de 2023.

“O maior desafio nesse projeto foi revisar a concepção e ter toda a documentação do primeiro protótipo liberada em um prazo extremamente curto”, destacou, em nota à imprensa, o vice-presidente de Operações, Fernando Ferraz. “Atender a esse desafio só foi possível em razão da larga bagagem acumulada no desenvolvimento de produtos aeronáuticos complexos para os setores de defesa, aviação executiva e civil.”

A Akaer também está envolvida em projetos estratégicos nacionais, como a revitalização da aeronave de patrulha P-3AM Orion, da Força Aérea Brasileira (FAB), e o desenvolvimento de um novo veículo lançador de pequeno porte capaz de levar ao espaço nano e microsatélites.

No exterior, participa de um projeto em andamento, o Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), nos Estados Unidos. A Akaer construiu, por meio de sua controlada Equatorial Sistemas e do apoio de físicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), uma das máquinas que equiparão o experimento (ver reportagem na página 58). ■

EM BUSCA DE ALTERNATIVAS AO COBRE

Açúcares e óleos essenciais são testados como opção a agrotóxicos contra bactéria que causa o cancro cítrico

Carlos Fioravanti

Nas próximas semanas, quando as chuvas aumentarem, dois biólogos paulistas pretendem levar para os laranjais os compostos em que trabalharam nos últimos anos. Eles querem ver se, a céu aberto, protegem contra a bactéria *Xanthomonas citri subsp. citri*, causadora do cancro cítrico, uma doença antiga da citricultura nacional, que persiste em cerca de 20% das plantações de citros.

André Alexandrino, sócio da startup BionFarm, de São Carlos, pretende avaliar os inibidores que bloqueiam uma enzima da bactéria, sem a qual a doença não avança. Henrique Ferreira, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro, vai a campo com formulações à base de eugenol, óleo marrom-escuro extraído do cravo-da-índia (*Syzygium aro-*

maticum). Os dois compostos apresentaram bons resultados em casa de vegetação e resultam de um trabalho integrado entre universidades, empresas, investidores privados e citricultores.

Problema mundial, o cancro cítrico causa manchas marrons nas folhas e nos frutos de todos os tipos de citros (laranjas, tangerinas e limões), embora algumas variedades sejam mais suscetíveis que outras. Outras espécies de *Xanthomonas* causam doenças em cerca de 400 espécies de plantas, entre elas as que produzem uvas, maracujás, tomates, repolhos, brócolis e couve-flores.

No Brasil, o cancro cítrico foi combatido por meio da eliminação de plantas doentes de 1957, ano em que foi identificado no país, a 2017, quando a erradicação foi substituída por outras formas de controle da doença, com o plantio

de mudas saudáveis e de variedades mais resistentes, uso de quebra-ventos e destruição de frutos contaminados. A bactéria, que se dissemina entre as plantas por meio da água da chuva, é combatida também com agrotóxicos à base de cobre, que não resolvem o problema inteiramente.

“O preço dos defensivos agrícolas feitos com cobre ainda é imbatível, mas estamos nos preparando para quando os consumidores europeus não quiserem mais comprar citros tratados com cobre”, comenta Ferreira, que integra o Centro de Pesquisa em Biologia de Bactérias e Bacteriófagos, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) apoiados pela FAPESP. Embora eficiente, esse tipo de agrotóxico pode se acumular no solo e nas plantas.

Ferreira passou por essa situação no fim de 2021, quando um exportador de

limões orgânicos pediu uma alternativa ao hipoclorito de sódio (água sanitária), que um comprador da Europa não queria mais que usasse para limpar as frutas. Em duas semanas, na própria Unesp, ele testou e validou o efeito bactericida de uma solução com 5% de eugenol, previamente aceita pelos importadores. A solução foi incorporada de imediato à limpeza dos limões antes do empacotamento, como detalhado em um artigo de março de 2021 na *Food Processing and Preservation*. Os resultados motivaram a inclusão do eugenol aos produtos que ele já testava contra cancro cítrico.

A persistência da doença motiva pesquisas em muitos países. Entre as mais recentes, um grupo da Universidade Dr. Panjabrao Deshmukh Krishi Vidyapeeth, na Índia, relatou em setembro de 2023 na *Journal of Plant Disease Sciences* que o extrato de duas plantas usadas na medicina tradicional do país, a amla (*Embolica officinalis*) e a babchi (*Psoralea corylifolia*), funcionou para eliminar *X. citri* em laboratório. Um mês depois, na *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, uma equipe da Universidade Agrícola do Sul da China apresentou oito compostos que inibiram a doença em folhas de citros.

TRABALHO INTEGRADO

Ferreira conta que o eugenol e outros óleos essenciais, como o de orégano (*Origanum vulgare*) e o de capim-limão (*Cymbopogon spp.*), que também apresentaram bons resultados em casas de vegetação, constituem a segunda geração de compostos que ele começou a testar contra *X. citri* há 15 anos. O galato, derivado de um ácido que a planta utiliza contra ataques de insetos, representa a primeira geração e se mostrou eficaz para deter a multiplicação bacteriana, como detalhado em abril de 2015 na *Frontiers in Microbiology*.

Além do galato, Ferreira desenvolveu outros compostos com colegas de duas universidades dos Países Baixos e trabalha na formulação com os especialistas da Santa Clara Agrocência, empresa de defensivos químicos de Ribeirão Preto, interior paulista. “Temos mais de 15 formulações, já testadas e validadas em casas de vegetação, em fase de estudos de viabilidade econômica”, diz.

Otimista, Alexandrino afirma que os inibidores enzimáticos poderiam competir em preço com o cobre. A eficiên-

Frutos recebendo bactericida (à esq.) e folhas (à dir.) de laranjeiras com cancro cítrico, uma antiga praga da citricultura mundial



cia dos dois tipos de compostos se mostrou equivalente nos testes em casas de vegetação, como relatado em maio na revista *Microbiology Spectrum*. Alexandrino, em parceria com o irmão, Daniel, conseguiu o apoio de dois investidores e de um grande produtor de citros, que cederá uma área para os testes.

O desenvolvimento dos inibidores começou por volta de 2009. Em busca de proteínas de *X. citri* relevantes na evolução da doença, a química e farmacêutica-bioquímica Maria Teresa Marques Novo Mansur, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), encontrou a enzima fosfomanose isomerase/GDP-manose pirofosforilase (GDP significa difosfato de guanossina), também conhecida como XanB.

Detalhada em 2017 na *Journal of Proteomics*, essa enzima participa da produção da goma xantana, que facilita a interação da bactéria com a planta. Em seu doutorado na UFSCar, concluído em 2020, Alexandrino examinou o gene que produz a XanB. “Vimos por análises genéticas e testes *in vivo* que, sem essa enzima, a bactéria não causava a doença nos citros”, conta Mansur.

Para desenhar moléculas capazes de inibir a enzima, a química Mariana Barcelos, da equipe de Mansur, procurou o químico Carlos Henrique Tomich Paula da Silva, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP). Em dois anos, a partir de bases de moléculas e modelagem computacional, Tomich e Barcelos, fazendo o mestrado com ele, modelaram a estrutura tridimensional

da enzima e encontraram os pontos de conexão com outras moléculas, os chamados sítios de ligação.

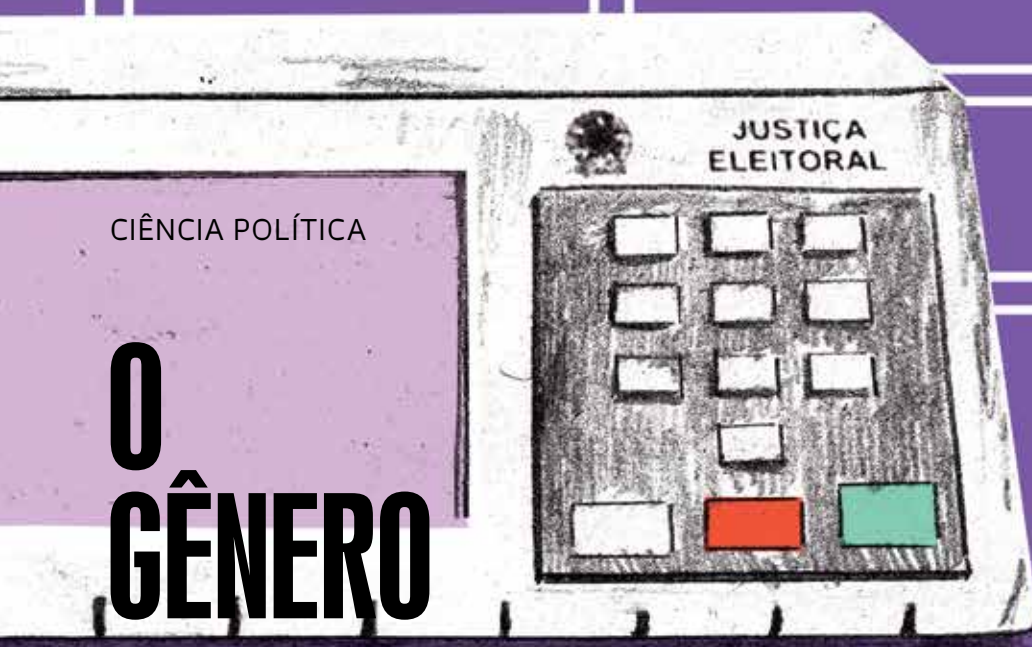
Em seguida, selecionaram os quatro inibidores mais promissores, todos derivados de carboidratos – três são amino-açúcares e o outro um glicosídeo fenólico –, que bloqueiam a interação da bactéria com a planta. Como já eram produzidos comercialmente com outras finalidades, puderam ser importados e Alexandrino os avaliou: “Já temos umas 15 moléculas, mas nem todas são viáveis, por causa do custo de produção”.

Os testes em campo devem se estender por dois anos. “A eficiência dos novos compostos tende a ser menor do que em casa de vegetação, porque o vento e a chuva facilitam a entrada das bactérias nas plantas e o Sol pode acelerar a degradação dos defensivos”, adverte o engenheiro-agrônomo Franklin Behlau, do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), que participa das duas pesquisas.

Ainda que satisfeito com os resultados alcançados até agora, Behlau esboça uma preocupação relacionada à eficiência dos compostos: “Não adianta agir sobre as bactérias apenas quando os compostos são aplicados pouco tempo antes que elas cheguem. No pomar, o efeito tem de persistir por algumas semanas entre uma aplicação e outra. O cobre faz isso bem, mesmo com vento e chuva”.

Ao fim da realização dos testes, se bem-sucedidos, devem começar as avaliações formais exigidas pelos órgãos oficiais para registro e autorização para venda de novos produtos. ■

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



CIÊNCIA POLÍTICA

O GÊNERO NAS ELEIÇÕES

Funcionamento do sistema político e dinâmicas partidárias colaboram para a baixa representatividade feminina na administração pública

Christina Queiroz | ILUSTRAÇÕES Gustavo Nascimento

Passados quase 30 anos da primeira legislação criada no Brasil para estabelecer cotas de gênero em candidaturas de eleições, a representatividade das mulheres na Câmara dos Deputados subiu de 6%, em 1998, para 18%, em 2022. Essa é uma evolução inferior se comparada com a de países como Argentina e México, que também adotaram medidas similares nas décadas de 1990 e 2000 e, hoje, registram 42% e 50% de presença feminina em seus parlamentos, respectivamente. Para compreender por que o país avançou menos em relação a outras nações latino-americanas, pesquisas desenvolvidas em diferentes universidades têm mostrado que as características do sistema eleitoral e a dinâmica de partidos constituem barreiras à ascensão feminina na administração pública brasileira.

Dados da União Interparlamentar (IPU), organização internacional que mede a participação feminina em parlamentos de mais de 180 países, indicam que 73% dos políticos no mundo são homens. Apesar de a baixa representatividade feminina na esfera pública ser um problema global, a situação do Brasil parece ser crítica. O país ocupa a 134ª posição no ranking de igualdade de gênero da IPU, o que representa o pior panorama da América Latina. Assim, embora as mulheres

constituam mais de 50% da população brasileira, a participação feminina na Câmara dos Deputados é de 17,5%, enquanto no Senado é de 17,3%.

“Essa disparidade resulta em barreiras institucionais que colaboram para perpetuar a desigualdade de gênero na administração pública”, afirma a cientista política brasileira Malu Gatto, da University College London (UCL), no Reino Unido, que acaba de publicar o livro *Candidatas – Os primeiros passos das mulheres na política no Brasil* (FGV Editora, 2024). A obra foi elaborada com a também cientista política Débora Thomé, que faz pós-doutorado no Centro de Estudos em Política e Economia do Setor Público (Cepesp) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), em São Paulo, com bolsa da FAPESP.

Resultado de pesquisa desenvolvida entre 2021 e 2023, que envolveu a realização de 188 entrevistas com 102 candidatos de todo o país, sendo 79 mulheres e 23 homens, o trabalho cruzou informações levantadas nos depoimentos com dados eleitorais. “O objetivo foi mapear os obstáculos enfrentados por elas em suas trajetórias, especialmente no momento da candidatura, que historicamente vem sendo menos explorado em estudos acadêmicos”, informa Gatto. De acordo com a cientista política da UCL, isso acontece, entre outros motivos, porque é mais fácil obter dados sobre as mulheres eleitas do que sobre as

candidatas, que muitas vezes acabam não tendo equipes de apoio, dificultando assim o contato.

Os resultados do estudo indicam que uma das grandes barreiras enfrentadas por essas mulheres durante a candidatura envolve a falta de suporte de lideranças partidárias. Isso se traduz, por exemplo, na pouca visibilidade em comícios e nos convites feitos de última hora para reuniões de tomada de decisão. Além disso, apesar de a Emenda Constitucional nº 117, de 2022, determinar que 30% dos recursos partidários sejam destinados a candidatas, a regra nem sempre é cumprida e, muitas vezes, o dinheiro chega para elas por último, impedindo a realização de uma campanha eleitoral eficiente. Outro problema relacionado com a questão financeira, segundo Gatto, é que as candidatas não recebem suporte legal e orientação sobre como podem gastar o dinheiro do fundo partidário. Com isso, diz a pesquisadora, muitas delas dependem de recursos próprios ou de voluntários para ganhar visibilidade pública e competitividade.

A violência foi outra questão mencionada pelas entrevistadas como um aspecto recorrente na experiência da candidatura. “As mulheres relatam episódios de xingamentos e ataques on-line vivenciados durante as campanhas, enquanto casos mais graves de agressões são frequentemente reportados por mulheres negras e transgênero, incluindo assédio sexual e ameaças diretas à segurança”, comenta a pesquisadora. Gatto aponta ainda que, embora homens também sejam vítimas de violência, eles tendem a considerar as agressões como parte inerente do jogo político. “Já as mulheres identificam e denunciam essas práticas, destacando o impacto negativo que elas causam em suas campanhas e no âmbito pessoal”, compara.

Compreender as razões pelas quais a presença feminina na política avança pouco no Brasil tam-

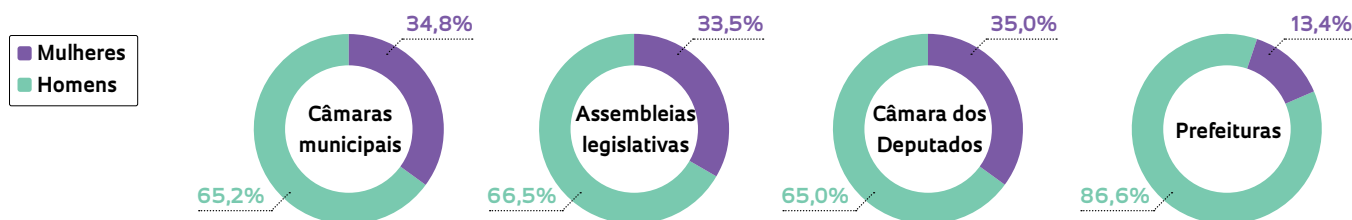
A DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS NOS PARTIDOS TENDE A FAVORECER CANDIDATOS QUE JÁ POSSUEM CAPITAL POLÍTICO E ELES, GERALMENTE, SÃO HOMENS

bém faz parte da agenda de pesquisa da socióloga Clara Maria de Oliveira Araújo, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Um dos motivos para explicar esse cenário envolve as características do sistema eleitoral brasileiro e as regras para eleição de deputados e vereadores. Países como Argentina e México têm um sistema de lista fechada, no qual o eleitor vota no partido, e não no candidato. Nesse modelo, cada partido estabelece previamente a ordem dos candidatos para os quais os votos serão destinados e as leis de cotas determinam que haja alternância entre os homens e as mulheres que integram as listas.

Já no modelo de lista aberta, que vigora no Brasil, o eleitor pode votar tanto em um candidato específico como no partido. Porém, nesse sistema, os votos na legenda são computados para os candidatos mais votados. Segundo Araújo, listas abertas geram uma competição interna dentro dos partidos, que acaba prejudicando as mulheres. “A distribuição de recursos, o tempo de mídia e o apoio financeiro nos partidos tendem

NA CORRIDA ELEITORAL

Candidaturas de homens foram maioria para todos os cargos nos pleitos de 2020* e 2022**



* REFERE-SE ÀS ELEIÇÕES PARA PREFEITURAS E CÂMARAS MUNICIPAIS ** REFERE-SE ÀS ELEIÇÕES PARA ASSEMBLEIAS LEGISLATIVAS E A CÂMARA DOS DEPUTADOS
FONTES: TSE / GATTO, M. E THOMÉ, D. CANDIDATAS – OS PRIMEIROS PASSOS DAS MULHERES NA POLÍTICA NO BRASIL, 2024



a favorecer candidatos que já possuem capital político e eles, geralmente, são homens”, diz a socióloga. Como as mulheres têm menos acesso a esses recursos, suas chances de sucesso eleitoral são mais baixas. Isso significa, de acordo com a pesquisadora, que, além de cotas, é necessário que os partidos ampliem os investimentos e o apoio institucional oferecido às mulheres.

Segundo Araújo, o sistema de lista aberta ajuda a explicar a facilidade com que a política de cotas em partidos foi aprovada no Brasil, em 1995, tramitando mais rapidamente do que em outros países latino-americanos. “As listas abertas do sistema eleitoral brasileiro fazem com que políticas de cotas sejam incapazes de alterar significativamente as chances de eleição de mulheres, ao contrário do que ocorre em países com listas fechadas”, afirma a socióloga.

Entre 2022 e 2023, Araújo realizou também uma pesquisa para o Observatório Nacional das Mulheres na Política da Câmara dos Deputados, analisando as chances de sucesso eleitoral de candidatos que já ocupam cargos políticos. De acordo com ela, os resultados indicam que aqueles que possuem experiência parlamentar têm muito mais chances de serem eleitos novamente, reforçando o efeito circular que perpetua a desigualdade de gênero na administração pública.

A socióloga foi a primeira mulher a assumir a presidência da União Nacional dos Estudantes (UNE), em 1982. À época estudante de graduação e diretora do Departamento Feminino da entidade, ela conta que foi indicada para o cargo depois que o então presidente da UNE precisou se afastar, em razão de perseguição política. Nesse período, Araújo acabou se destacando nos qua-

dros da instituição por ser a única mulher dentre os diretores. “Como poucos estavam dispostos a assumir a presidência da entidade, com receio de serem retaliados pelo regime, acabei sendo a escolhida. De certa forma, isso aconteceu por não restarem alternativas”, deduz.

De acordo com a pesquisadora, durante o seu mandato, que durou até 1983, ela enfrentou preconceito e discriminação, inclusive por parte de grupos progressistas. “Em assembleias com milhares de estudantes, meus argumentos eram frequentemente desqualificados por outros líderes”, relata. A experiência acabou por motivá-la a estudar a participação das mulheres em movimentos sociais. Assim, em 1986, ela iniciou o mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para investigar a presença feminina em três sindicatos: dos metalúrgicos, dos bancários e de telecomunicações. “Nesses espaços, elas também enfrentavam dificuldades para serem ouvidas e havia resistência em aceitá-las como líderes. Algumas eram proibidas de falar em carros de som com a justificativa de que tinham a voz muito fina”, recorda.

Também motivada por uma experiência do cotidiano, Marcella Barbosa Miranda Teixeira, secretária-executiva da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), começou a estudar a presença de mulheres na política em 2019. Isso aconteceu após aquela instituição de ensino, criada em 1969, ter elegido apenas em 2019 sua primeira reitora: a professora Cláudia Aparecida Marlière de Lima. No doutorado em administração, concluído em 2022 na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), Teixeira identificou que as mulheres enfrentam pouca resistência dos partidos para se candidatar aos cargos no Legislativo federal por causa da existência das cotas, mas se depa-

ram com entraves durante a campanha eleitoral. “Há poucas mulheres em cargos de liderança nos partidos, de forma que elas não conseguem participar da tomada de decisões importantes sobre como será o apoio financeiro a cada candidato”, comenta Teixeira.

No estudo, a pesquisadora também identificou que no plenário as deputadas são direcionadas para tratar de temas em geral associados ao gênero feminino, como educação, saúde e família. Por outro lado, são menos incentivadas a atuar em comissões ligadas a finanças, orçamento e justiça. “Mulheres com filhos pequenos costumam ser questionadas sobre a sua capacidade de conciliar vida política com maternidade, enquanto os homens não recebem a mesma cobrança”, compara. Teixeira também observou que, de maneira geral, a maioria das deputadas federais compartilha duas pautas comuns: a busca por maior participação feminina na vida pública e a defesa de medidas específicas à saúde da mulher, como a melhoria do atendimento pré-natal e da assistência ao parto.

Em doutorado em andamento na Universidade de São Paulo (USP) com financiamento da FAPESP, a pesquisadora Vanilda Souza Chaves, formada em relações internacionais, investiga os impactos das cotas no Brasil em comparação com países latino-americanos e as dinâmicas intrapartidárias que afetam a representação das mulheres na política brasileira. De acordo com ela, até 2010, os partidos políticos brasileiros frequentemente não cumpriam as cotas. A situação começou a mudar após alterações na legislação eleitoral e a intervenção do Tribunal Superior Eleitoral (TSE), que passou a fiscalizar o registro das listas apresentadas pelos partidos. Chaves considera que as sanções aplicadas aos partidos no Brasil são menos eficazes do que as ações instituídas em nações como

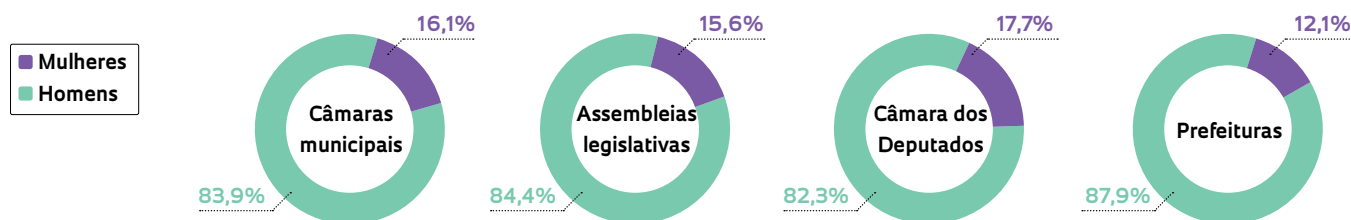
Bolívia e México, que adotaram cotas em 1997 e 2002, respectivamente, e paridade de gênero em 2010. A paridade inclui uma regra de alternância entre homens e mulheres nas listas eleitorais, mesma característica apontada anteriormente por Araújo, da Uerj. Nesses países, os partidos são obrigados a cumprir as cotas de gênero como condição para o registro das candidaturas e a participação em eleições.

Além de mapear os entraves em campanhas eleitorais, o estudo de Gatto e Thomé identificou perfis e motivações que levam as mulheres a pleitear cargos públicos. Muitas delas são líderes comunitárias, que buscam na política uma estratégia para representar e defender os interesses de seus grupos, entre eles organizações religiosas ou associações LGBTI+. Já outras decidem disputar eleições incentivadas pelo desejo de aumentar a representatividade feminina em espaços de poder, como forma de promover a igualdade de gênero, e a inspirar outras mulheres. Além disso, há aquelas que são convidadas por partidos, geralmente por já estarem envolvidas com política institucional ou por terem conexões com figuras influentes. “No entanto, esse convite nem sempre se traduz em apoio efetivo durante a campanha”, reitera Gatto.

A socióloga Alessandra Maia Terra de Faria, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), lembra que, durante a Primeira República (1889-1930), as mulheres não eram nem mesmo mencionadas em textos constitucionais. De acordo com a socióloga, apesar desse panorama ter começado a mudar em 1932, quando elas conquistaram o direito ao voto, foi somente em 1987, cinco décadas mais tarde, que as transformações ganharam corpo. “A Bancada do Batom, criada por um grupo de deputadas federais eleitas para a Assembleia Constituinte [1987-1988], teve papel fundamental à inclusão de direitos na Constituição Federal de 1988”, diz. Entre eles está a ampliação da licença-maternidade de 84 para 120 dias.

OS ESCOLHIDOS EM 2020* E 2022**

Percentual de mulheres que venceram pleitos para prefeituras foi de 12,1%



* REFERE-SE ÀS ELEIÇÕES PARA PREFEITURAS E CÂMARAS MUNICIPAIS ** REFERE-SE ÀS ELEIÇÕES PARA ASSEMBLEIAS LEGISLATIVAS E A CÂMARA DOS DEPUTADOS
FONTES TSE / GATTO, M. E THOMÉ, D. CANDIDATAS – OS PRIMEIROS PASSOS DAS MULHERES NA POLÍTICA NO BRASIL. 2024



Segundo Faria, com a redemocratização do país, as universidades passaram também a desempenhar papel significativo na inclusão de mulheres na arena política brasileira. Um dos exemplos está na trajetória da filósofa e antropóloga Lélia Gonzalez (1935-1994), que atuou, inicialmente, como professora da PUC-RJ e depois disputou eleições para deputada federal (1982) e estadual (1986) pelo Rio de Janeiro. “Apesar de não ter sido eleita, Lélia ajudou a dar visibilidade ao debate sobre a importância de incluir comunidades marginalizadas no Parlamento brasileiro”, pondera.

Para Faria, outra mudança importante foi trazida pela aprovação da Lei nº 9.100, de 1995, que implementou a reserva de 20% das candidaturas para mulheres em listas eleitorais de partidos e coligações nas eleições proporcionais. Em 1997, o Congresso Nacional promulgou a Lei nº 9.504, que sofreu modificações com o decorrer dos anos, mas está em vigor até hoje. Conforme a legislação, ao menos 30% das candidaturas de partidos e coligações para as Câmaras de Vereadores, Assembleia Legislativa, Câmara Legislativa do Distrito Federal e Câmara dos Deputados devem ser reservadas às mulheres. Esse percentual passou a valer a partir de 2000. Em 1998, as cotas para mulheres nos partidos foram de 25%.

Apesar dos desafios mapeados por Gatto e Thomé, a maioria das 79 mulheres entrevistadas demonstrou o desejo de continuar envolvida com política, seja concorrendo em futuras eleições, como apoiando outros candidatos ou atuando em movimentos sociais. “Nas entrevistas, as participantes manifestaram frustração com as dinâmicas

partidárias, mas, no final, expressavam um compromisso renovado com a política”, informa Thomé.

Gatto avalia que aumentar a representatividade feminina na administração pública é fundamental para assegurar que as políticas reflitam a diversidade e as necessidades de toda a população. “A presença de mais mulheres na política tem o potencial de influenciar positivamente a agenda legislativa, incorporando perspectivas e prioridades que historicamente foram negligenciadas”, pondera. Apesar disso, em agosto, foi aprovada uma Proposta de Emenda à Constituição (PEC) para anistiar partidos que descumpriram cotas para candidaturas de mulheres e pessoas negras. Em setembro, lideranças de movimentos sociais e associações entraram com um pedido de suspensão da medida no Supremo Tribunal Federal (STF).

Para Camila Galetti, que faz doutorado na Universidade de Brasília (UnB), a maior presença de mulheres no Parlamento não necessariamente se traduz na ampliação de direitos. Ela recorda que a representatividade feminina, que permaneceu estacionada em torno de 9% durante várias legislaturas, subiu para mais de 12%, em 2018. “Mas esse aumento foi marcado pela entrada de deputadas que rejeitam as pautas do feminismo, entre elas a descriminalização do aborto, por exemplo”, observa. Ao analisar mais de 4 mil postagens nas redes sociais dessas parlamentares, durante o período eleitoral de 2018, Galetti constatou que as mesmas utilizavam a categoria do cuidado como estratégia política, defendendo propostas como o *homeschooling* – educação feita em casa, pelos pais ou outros responsáveis – e a proteção de crianças contra supostas ameaças morais que ocorrem dentro de escolas. ■

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

PASSAGEM PELOS TRÓPICOS

Filósofo francês relembra a época em que lecionou na USP e diz que seu ofício se alimenta do diálogo

Ana Paula Orlandi

Wolff na Cidade Universitária da USP, em agosto

Professor emérito aposentado da Escola Normal Superior de Paris, o filósofo francês Francis Wolff mantém um vínculo antigo com o Brasil. No início dos anos 1980, ele lecionou na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), sendo o último a ocupar a cátedra bancada pelo governo francês naquela instituição desde a década de 1930.

Aos 74 anos, Wolff é considerado um dos grandes especialistas no pensamento de Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), mas sobretudo nas últimas duas décadas vem deslocando seu olhar para o mundo contemporâneo. No Brasil, lançou livros como *Nossa humanidade – De Aristóteles às neurociências* (2013) e *Em defesa do universal – Para fundar o humanismo* (2021), ambos pela Editora Unesp, e *Não existe amor perfeito* (Edições Sesc, 2018).

Em agosto, por iniciativa do Departamento de Filosofia da USP, Wolff esteve na FFLCH para participar de uma homenagem à sua obra e do lançamento do livro *A vingança do bom selvagem e outros ensaios* (Editora Unesp, 2024), do filósofo francês Gérard Lebrun (1930-1999). Na ocasião, conversou com *Pesquisa FAPESP*.

Por que o senhor veio morar no Brasil na década de 1980?

Minha carreira acadêmica não estava se desenvolvendo na França como eu gostaria. Obtive meu *agrégation* [correspondente ao bacharelado] em filosofia na Escola Normal Superior, em 1974, e fui nomeado como docente em uma escola de formação de professores no norte da França. Lembro-me de rodar de carro pelas estradas congeladas para inspecionar meus estagiários de ensino primário para quem dava aulas de filosofia da educação e psicopedagogia. Porém, minha vontade era trabalhar com história da filosofia antiga. Em 1979 recebi o telefonema de um ex-colega de faculdade, que havia sido nomeado adido cultural da França no Brasil. Ele recomendou que eu me candidatassem a uma vaga de epistemologia no novo curso de filosofia da Universidade Estadual de Campinas [Unicamp]. Pediu que eu entrasse em contato com Gérard Lebrun, que estava lecionando naquela instituição. Lebrun passou por Paris para entrevistar alguns candidatos e nos encontramos em um café. Dois meses depois recebi a notícia de que eu havia conseguido a vaga e cheguei ao Brasil em outubro de 1980 com minha esposa, meu filho e um piano.

Lebrun havia deixado em 1979 a cátedra de filosofia mantida pelo governo francês na USP, após ocupá-la por seis anos, e foi ser professor na Unicamp. A vaga ficou em aberto e me candidatei. Em fevereiro de 1981 comecei a lecionar na USP como historiador da filosofia antiga. Minha meta na cátedra era oferecer uma formação mais clássica aos alunos no sentido de leitura de texto e também fortalecer o curso de pós-graduação.

Qual era sua idade?

Eu tinha 30 anos. Era um jovem professor que queria sair momentaneamente da França para conhecer outras realidades. Aliás, a pouca idade era uma característica dos ocupantes da cátedra de filosofia, criada pela missão francesa na USP em 1934. Seu primeiro professor, o filósofo Jean Maugué [1904-1990], tinha também 30 anos quando chegou ao Brasil. Lebrun, que ocupou a cátedra em dois momentos [1960-1966 e 1973-1979], contava com a mesma idade na década de 1960. Muitos filósofos passaram pela cátedra, como Claude Lévi-Strauss [1908-2009], Gilles-Gaston Granger [1920-2016] e Michel Foucault [1926-1984], que, por sinal, ficou apenas um mês no cargo como professor visitante.

O senhor foi o último professor a ocupar a cátedra francesa. Por que ela acabou?

O Ministério das Relações Exteriores francês resolveu acabar com a cátedra de forma abrupta, sem avisar ninguém. Naquele momento, professores da USP, como Marilena Chaui, e de outras universidades paulistas se articularam contra essa ideia. Teve até reportagem na televisão a respeito, mas foi em vão. Minha permanência na cátedra seria de seis anos, mas fiquei cerca de quatro anos. Voltei para a França no final de 1984 e assumi um posto de professor na Universidade de Aix-Marseille. Porém não cortei os laços com a USP. Até meados da década de 1990 costumava vir com regularidade ministrar seminários e dar cursos de pós-graduação no Departamento de Filosofia.

Teve dificuldade para se adaptar ao meio acadêmico brasileiro?

Não. Foucault dizia que o departamento de filosofia na USP era um “departamento francês de ultramar”. Praticamente todos os meus colegas eram francófonos, haviam cursado o doutorado na França. Além disso, dois terços da biblioteca do departamento de filosofia era em francês, pois o governo da França ajudou a trazer vários livros de navio ao longo de décadas. A exceção dentro do corpo docente eram os filósofos da ciência que haviam sido formados nos Estados Unidos. Aprendi português, ao contrário de alguns de meus antecessores. José Arthur Giannotti [1930-2021], que foi professor da USP, costumava contar que Lebrun começava a ministrar a aula em português, mas os alunos pediam que ele prosseguisse em francês para que conseguissem entender o conteúdo. Ensinar filosofia em uma língua diferente da nossa é uma experiência tão desconcertante quanto enriquecedora, especialmente para a clareza que nós, filósofos, precisamos para pensar. A princípio, me senti desamparado e, até mesmo, estúpido, pois a filosofia exige um vocabulário preciso e uma sintaxe sutil. Mas a operação de traduzir os conceitos me permitiu aprender melhor o que queria dizer, o que queria pensar, me ajudou a eliminar os jogos de palavras que podiam ser belos em minha língua, mas acabavam se revelando enganadores em uma língua estrangeira.

Na França o senhor estava mais próximo da epistemologia e na USP se converteu ao estudo da filosofia política.

O que aconteceu?

Cheguei ao Brasil logo depois da anistia. O clima era de abertura política. Nos corredores e nas salas de aula da USP discutia-se como o país iria sair de uma ditadura militar para a democracia. Minha formação não era a filosofia política, que, naquela época, na França, era ministrada pelos professores mais reacionários, sobretudo a clássica, de autores como Rousseau [1712-1778] e Montesquieu [1689-1755]. Os progressistas, como era meu caso, estavam ligados à filosofia da ciência, à epistemologia, à história do saber, com grande influência do marxismo. Mas a grande questão na época no Brasil era a democracia, quais eram suas condições institucionais, sociais, legais, culturais, históricas. Foram essas perguntas que eu aprendi a fazer aqui por meio da história da filosofia. Comecei a ensinar para meus alunos os pensadores da democracia, como Protágoras e os sofistas, e alguns aspectos da política de Aristóteles. E vivi com grande entusiasmo, ao lado de alguns colegas, as imensas manifestações populares naquele início dos anos 1980 pela volta da democracia, como as Diretas Já.

Como analisa a expansão da extrema-direita hoje no mundo?

Vejo com preocupação, mas sem perder a esperança. Entre os anos 1970 e 1990 vivemos um movimento de redemocratização em vários lugares do mundo, como nos países da América Latina e também na



Cheguei ao Brasil em 1980, logo depois da anistia, e na USP discutia-se como o país iria sair de uma ditadura militar para a democracia

Grécia, em Portugal e na Espanha. Atualmente, assistimos a um movimento contrário. Existe essa tendência nacionalista e autoritária em países como Inglaterra, Alemanha e França, mas acredito que, no caso da Europa, a União Europeia seja capaz de preservar o continente do avanço dos movimentos nacionais populistas. A União Europeia está longe de ser perfeita, mas é uma espécie do que chamo de “cosmopolitismo” em escala regional. Em *Três utopias contemporâneas* [Editora Unesp, 2018], defendo a ideia de que devemos criar um internacionalismo compatível com a diversidade da humanidade. Espero que a construção de espaços regionais possa ultrapassar os nacionalismos e as tendências autocentradas em outros lugares do mundo, com um Estado de direito que respeite as liberdades individuais e seja responsável pela proteção social. A ideia de nação é uma invenção ideológica nociva e acredito que o caminho para o mundo seja a federalização.

A filosofia vai bem na França?

Sim, embora há quem afirme que a era de ouro da filosofia francesa tenha sido entre as décadas de 1960 e 1970. Observo que a formação de professores e a variedade de temas analisados hoje são superiores aos daquela época. Um dos motivos para que isso aconteça é o fato de a pós-graduação ter se tornado obrigatória em qualquer formação universitária. Essa pós-graduação é financiada por bolsas de estudo, cujos valores precisam ser melhorados, mas esse benefício não existia em meu país antes da década de 1990. Hoje quase 2 mil teses de filosofia são defendidas por ano na França e isso tem levado à criação de novas disciplinas, mais afinadas com o contemporâneo, como a ética de gênero e a filosofia das ciências cognitivas. Costumo dizer para os jovens que a filosofia exige paciência, rigor e mente aberta. É importante ler amplamente, não apenas os clássicos do nosso campo, mas também obras de outras disciplinas, como artes, pois isso enriquece a reflexão filosófica. Além disso, é crucial participar de discussões e debates filosóficos, seja em um ambiente acadêmico ou informal. A filosofia se alimenta da troca de ideias, do diálogo. Por fim, é preciso ter em mente que a filosofia é uma prática de vida, não apenas uma disciplina acadêmica. Ela nos ajuda a questionar, entender e navegar em nosso mundo complexo. ■

MEMÓRIA

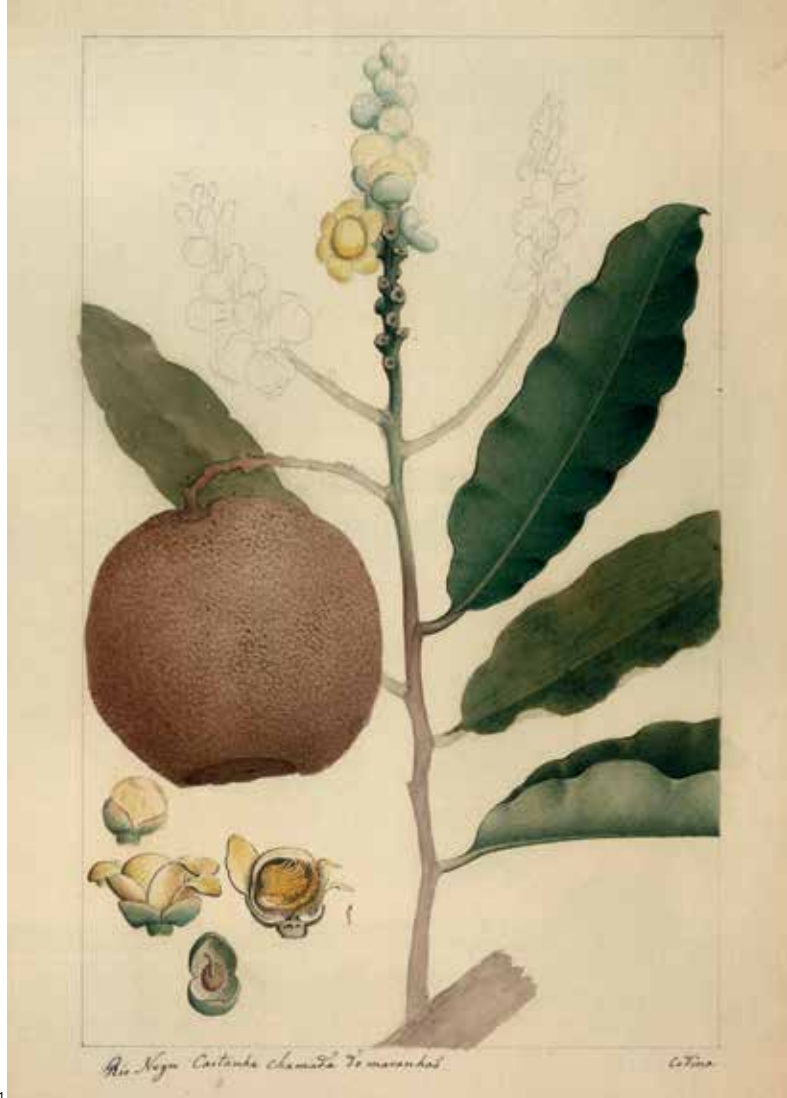
DINHEIRO DA TERRA

No século XVIII, cacau e especiarias da
Amazônia valiam como a moeda usada
pelos colonizadores portugueses

Suzel Tunes



Castanha-do-pará (no alto),
cacau (acima) e salsaparrilha (à dir.):
substitutos dos temperos da Ásia



O século XVIII, no Estado do Grão-Pará e Maranhão, que na época do Brasil Colônia representava a atual Amazônia, foi o auge da comercialização das drogas do sertão, como eram então chamados os produtos coletados no interior da floresta amazônica e exportados para a Europa. Documentos da época, guardados no Arquivo Público do Estado do Pará e transcritos no *Livro das canoas* (USP/FAPESP, 1993), registravam as expedições que saíam de Belém e se embrenhavam no sertão amazônico. O objetivo era colher uma das espécies vegetais mais cobiçadas da Amazônia, o cacau, que o naturalista sueco Carl von Linné, ou Linné (1707-1778), batizaria de *Theobroma* (“alimento dos deuses”), em 1753.

Para uma viagem que poderia durar oito meses, as canoas levavam, além de alimentos, panos de algodão, ferramentas, aguardente e miudezas que poderiam servir como moeda para pagar os indígenas que compunham a tripulação e para trocar mercadorias com os que moravam na floresta. Na Amazônia colonial, o próprio cacau era moeda muito valorizada. “Juntamente com outras especiarias, o cacau era chamado de ‘moeda natural’ ou ‘dinheiro da terra’”, destaca

o historiador Rafael Chambouleyron, da Universidade Federal do Pará (UFPA), organizador do livro *As drogas do sertão e a Amazônia colonial portuguesa* (Centro de História da Universidade de Lisboa, 2023).

“O consumo de chocolate estava em plena expansão na Europa nesse período”, lembra a historiadora Camila Loureiro, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que desenvolve uma pesquisa apoiada pela FAPESP sobre a ação humana e o impacto ambiental do colonialismo na Amazônia nos séculos XVI a XVIII. Os indígenas brasileiros consumiam a polpa da fruta, de sabor adocicado, mas os espanhóis já haviam levado para a Europa o *chocolatl*, uma bebida amarga feita a partir de sementes de cacau tostadas, criada pelos povos da Mesoamérica. Para melhorar o aroma e o sabor, os europeus adicionavam outras especiarias da floresta, como as muito apreciadas vagens de baunilha (*Vanilla sp.*). Segundo a pesquisadora, o cacau respondia por 90% das exportações do Pará entre 1730 e 1755, período em que foram enviadas para a Europa por volta de 15 mil toneladas de sementes.

O mercado aquecido convertia-se em prosperidade. O naturalista francês Charles-Marie de La Condamine (1701-1774), que percorreu o rio Amazo-

nas com o objetivo de medir o comprimento de um arco de um grau ao longo de um meridiano nas proximidades da linha do Equador, ficou admirado com o desenvolvimento do Pará, onde chegou em 1743. “Afigurava-se-nos, chegando ao Pará, e saídos das matas do Amazonas, ver-nos transportados à Europa”, relatou no livro *Viagem na América Meridional descendo o rio das Amazonas*, de 1745. “Encontramos uma grande cidade, ruas bem alinhadas, casas risonhas, a maior parte construídas desde 30 anos em pedra e cascalho, igrejas magníficas. O comércio direto do Pará com Lisboa, donde chega todos os anos um grande comboio, dá às gentes de recursos a facilidade de se proverem de todas as comodidades.”

PRESSÃO GEOPOLÍTICA

No início do século XVII, Portugal não dominava mais o comércio das valiosas especiarias do Oriente, enfrentava a acirrada concorrência principalmente dos holandeses e buscava substitutos para produtos como o cravo-da-índia, noz-moscada, canela e pimenta. Havia também uma pressão geopolítica para ocupar o interior do Brasil, aponta o historiador Christian Fausto Moraes dos Santos, da Universidade Estadual de Maringá (UEM): “Portugal precisava

Canoa e indígena à margem de um afluente do rio Negro





Mapa de 1680 de Sanson d'Abbeville detalha o curso do rio Amazonas, principal caminho para o interior da Amazônia

estabelecer as fronteiras com a Espanha no continente americano e controlar o território, dentro da máxima ‘é seu se você está ocupando’”. Segundo ele, decorre desse contexto a fundação, em 1616, de Belém, de onde partiriam as expedições para o interior da floresta e os navios carregados de especiarias amazônicas para Lisboa.

Na floresta quente e úmida do Brasil, os portugueses tinham certeza de que descobririam espécies vegetais análogas às do sul e Sudeste Asiático. E acabaram encontrando novos sabores e aromas: folhas, frutos, sementes, raízes e cascas de árvores aromáticas que, triturados ou transformados em óleos, resinas e tinturas, viriam a ter grande valor comercial como condimentos ou remédios. “Já identificamos 36 espécies exploradas pelos colonizadores no território”, adianta a estudante de história Sofia Montaner Preto. Sob orientação de Loureiro e com apoio da FAPESP, ela faz um levantamento das espécies vegetais exploradas na Amazônia colonial em seu projeto de iniciação científica.

Eram plantas valorizadas pelas qualidades culinárias, virtudes medicinais, ou ambas – caso do puxuri (*Licaria sp.*), que ficou conhecido como “noz-do-pará” devido às propriedades aromáticas e medicinais semelhantes às da noz-moscada. Com sabor e aroma peculiar (que remetem a uma mistura de noz-moscada e cardamomo), o puxuri é usado ainda hoje em pratos doces e salgados. “Era bastante apre-

ciado na Amazônia setecentista como remédio de doenças gastrointestinais. Baseados no conhecimento indígena, os jesuítas preparavam uma infusão de suas amêndoas moídas em aguardente para tratar males do estômago e disenteria”, explica a etnobotânica Márlia Coelho-Ferreira, do Museu Paraense Emílio Goeldi.

Outra planta com dupla finalidade era a salsaparrilha (*Smilax sp.*), conhecida pelos indígenas como japecanga. As folhas e os frutos eram utilizados na alimentação e a raiz para fazer um chá com propriedades depurativas e diuréticas. Também eram consideradas medicinais a copaíba e a andiroba: “O óleo-resina extraído do tronco da copaibeira [*Copaifera sp.*] ficou conhecido como ‘bálsamo dos jesuítas’ por ser empregado como cicatrizante de feridas, anti-inflamatório e antisséptico. O óleo das sementes da andiroba [*Carapa guianensis*] era aplicado sobre o corpo para prevenir picadas de insetos e tratar reumatismo e quebraduras [fraturas]”, resume Ferreira.

Nessa época, além do cacau, o maior destaque da lista de especiarias amazônicas coube ao pau-cravo (*Dicypellium caryophyllaceum*), árvore cuja casca era usada principalmente na culinária como tempero e digestivo. Muito aromático, o pau-cravo foi eleito pelos portugueses como substituto do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), sendo chamado também de cravo-do-maranhão ou cravo-do-pará. “Posto que de diferente feição, é no sabor quase o mesmo que o da Índia”, avaliou o Conselho Ultramarino (órgão com atribuições financeiras e

administrativas) ao receber exemplares da espécie, em 1646. No levantamento de Preto, o pau-cravo e o cacau são os mais citados, com 36% dos registros de dois volumes do *Livro grosso do Maranhão*, compilado de fontes legislativas que abarca o período de 1647 a 1745, publicado em 1948 nos *Anais da Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro*.

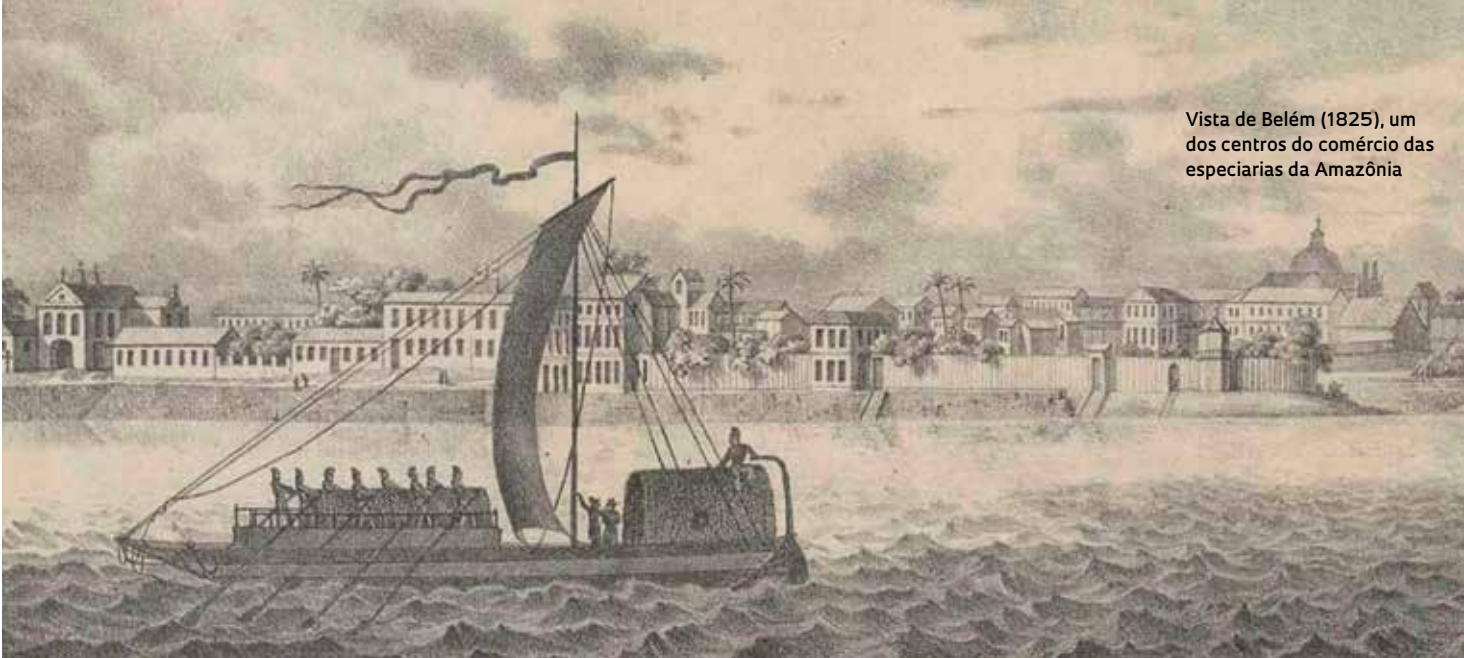
IMPULSO INDÍGENA

Para Chambouleyron, a exploração do pau-cravo carrega uma peculiaridade: diferentemente de outros produtos encontrados na floresta amazônica, como a copaíba ou a andiroba, o interesse português pela especiaria não surgiu a partir do conhecimento milenar indígena, pois os povos originários do Brasil não tinham o hábito de utilizar essa casca aromática. Os indígenas, no entanto, foram imprescindíveis para sua exploração.

Os portugueses tiveram sucesso na obtenção das especiarias amazônicas porque contaram com o conhecimento das rotas de navegação e da fabricação de embarcações adaptadas à rede fluvial amazônica, canoas que podiam chegar a 20 metros de comprimento. “O domínio dos rios foi fundamental, toda a tecnologia indígena da navegação fluvial foi incorporada pelos portugueses, ressignificada com o uso de ferramentas europeias”, diz Chambouleyron.

Também indígena era a força de trabalho utilizada para a exploração da floresta, a começar pelos remadores, então chamados de remeiros, que conduziam as canoas pela intrincada malha fluvial da região. Cada canoa podia ter de 20 a

Vista de Belém (1825), um dos centros do comércio das especiarias da Amazônia



50 indígenas recrutados para esse trabalho, pago geralmente com varas de pano, medida equivalente a 1,10 m. Não eram, portanto, escravizados, mas exerciam um trabalho compulsório. Segundo Loureiro, os indígenas aldeados sob a tutela de missionários eram obrigados a trabalhar. E, para que não fugissem pela floresta no meio da expedição, buscava-se motivá-los com presentes – como aguardente, sal, machados e anzóis, por exemplo –, além do salário combinado.

De acordo com um artigo da historiadora da Unicamp publicado em 2019 na revista *Estudos Avançados*, juntas, mulheres e crianças (meninos e meninas até 14 anos) compunham 84% do contingente de escravizados. Cabiam às mulheres e crianças as atividades agrícolas vitais para a alimentação e pagamento

dos trabalhadores, além da aquisição de mais cativos. Pois, embora tenham sido feitas leis no século XVII que proibiam a escravização de indígenas, ainda assim havia meios legais de obter escravizados nativos. Uma dessas formas era o chamado resgate, a aquisição de indígenas feitos prisioneiros em conflitos interétnicos. Salvos do sacrifício, passavam a dever a vida àqueles que os resgatavam.

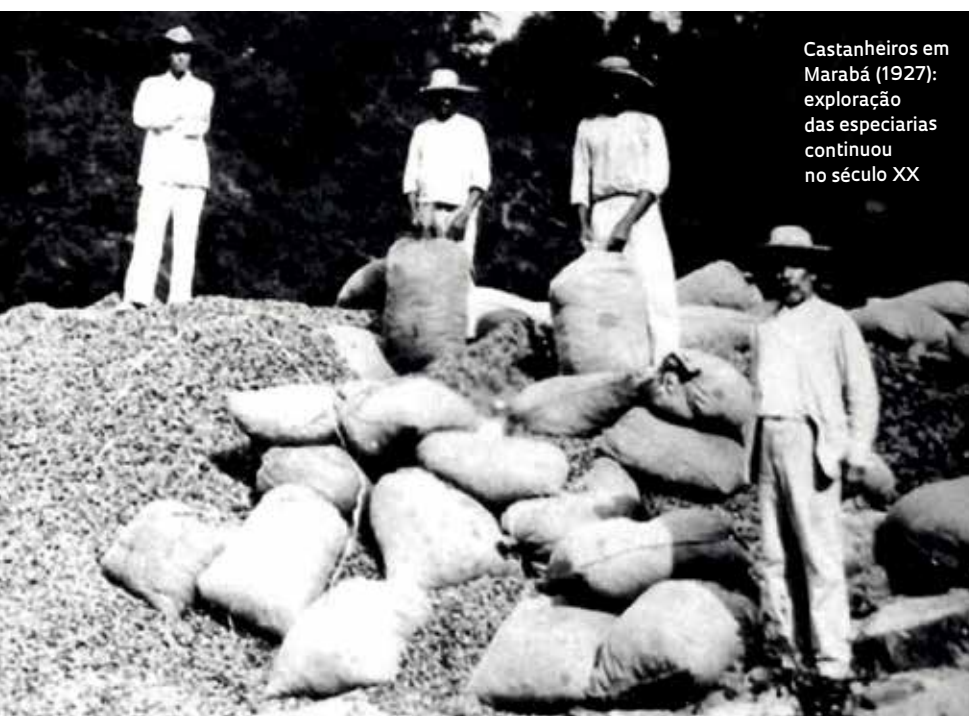
Após séculos de exploração, o pau-cravo está entre as espécies mais seriamente ameaçadas de extinção. De acordo com Ferreira, um estudo de 2012 encontrou apenas duas populações da espécie no Pará, nos municípios de Vitória do Xingu e Juruti. Depois, o pau-cravo

foi registrado também nos municípios de Moju e Senador José Porfírio.

Outras espécies amazônicas continuam a ser exploradas até hoje. “O volume comercializado das drogas do sertão sempre foi pequeno, comparado a *commodities* como o açúcar, por exemplo, mas estendeu-se ao longo do tempo”, esclarece Loureiro. As plantas medicinais também continuaram a ter um papel importante na região amazônica, sobretudo na medicina popular, e várias são objeto de pesquisas científicas atualmente.

“Muitas propriedades terapêuticas foram comprovadas e outras estão sendo descobertas à luz de métodos atuais de pesquisa científica”, afirma Ferreira. Os estudos com a casca-preciosa (*Aniba canelilla*) são um bom exemplo. “Estudos pré-clínicos avaliam que o óleo extraído das cascas possui efeitos relaxantes na musculatura lisa intestinal, justificando o uso da planta para distúrbios gastrointestinais, bem como efeitos cardiovasculares.”

Para Santos, a exploração das especiarias amazônicas no período colonial, embora majoritariamente predatória, teve o mérito de reconhecer o potencial econômico da região, muitas vezes esquecida ao longo da história. Ainda hoje, a seu ver, faltam investimentos direcionados ao desenvolvimento sustentável da região, que promovam e organizem essa atividade: “Com investimento em tecnologia, seria possível transformar a Amazônia mantendo a floresta em pé”. ■



Castanheiros em Marabá (1927): exploração das especiarias continuou no século XX

ENTRE AS PALAVRAS E A IDENTIDADE

A escritora Amara Moira defende que pessoas transgênero estejam no meio acadêmico produzindo conhecimento e não apenas como objeto de estudo

Sou uma travesti que sempre quis ser escritora. Minha ligação com os livros é antiga. Nasci em Campinas [SP] em uma família de classe média e minha mãe conta que aprendi a ler aos 4 anos. Vivi como homem por 29 anos e cresci isolada, sem amigos, por não conseguir ser quem eu realmente era. Foi nos livros que encontrei um abrigo seguro e talvez por isso decidi seguir o percurso das letras, um caminho que me oferecia a chance de criar mundos onde eu fazia sentido.

Em 2005, entrei na graduação do Instituto de Estudos da Linguagem da Unicamp [Universidade Estadual de Campinas]. Logo na aula de recepção dos calouros do curso de letras me deparei com o *ABC da literatura*, do poeta e crítico literário norte-americano Ezra Pound [1885-1972], que traz um levantamento do que há de mais vanguardista e sofis-

ticado na literatura internacional. Eu me apaixonei por essa obra lançada na década de 1930 porque ela revela que isso que hoje entendemos como vanguardismo sempre fez parte da literatura, ainda que muitas vezes percamos a sensibilidade para esse lado mais experimentalista de outras épocas e culturas.

Quem ministrou a aula aberta foi Trajano Vieira, professor de língua e literatura grega da Unicamp, uma grande influência na minha trajetória acadêmica. Durante a graduação, tive a oportunidade de assistir a algumas de suas palestras e costumava mostrar a ele os poemas que eu traduzia como exercício de aprendizado poético – sugestão preciosa de Pound. Meu nome social, que adotaria mais tarde, foi inspirado por uma expressão que vi na tradução dele para o clássico *Odisseia* [Editora 34, 2011], poema de Homero composto por

volta do século VIII antes de Cristo. As moiras eram as videntes que previam o destino de Ulisses e “amara” é uma forma mais erudita de dizer “amarga”. No caso, “amara moira” é “destino amargo”, junção de palavras que escolhi não apenas pelo significado, mas também pela sonoridade.

Com Trajano e Pound, encontrei um caminho para conhecer minha própria voz. Comecei a explorar a tradução de poesia experimental e também estudar poesia erótica por conta própria. O interesse pelo erotismo deixou meus pais preocupados: eles achavam que essa temática pudesse prejudicar minha carreira acadêmica. Mas o receio se revelou infundado. Por volta de 2006, a professora Eliane Robert Moraes, que atuava na PUC-SP [Pontifícia Universidade Católica de São Paulo] e hoje é professora de literatura brasileira da

Amara no Museu da Diversidade Sexual (à esq.) e na defesa de sua tese de doutorado na Unicamp, em 2018



USP [Universidade de São Paulo], me contratou como assistente para ajudá-la por cinco meses na elaboração da *Antologia da poesia erótica brasileira* [Ateliê Editorial, 2015]. Essa oportunidade me mostrou que havia um propósito e uma valorização em relação à pesquisa que eu estava realizando.

Cerca de dois anos depois, em 2008, ganhei uma bolsa para estudar literatura medieval na Universidade do Porto, em Portugal, e aprender paleografia, a leitura de documentos antigos. Essa experiência foi fundamental para meu trabalho de conclusão da graduação em 2010, em que abordei as cantigas de escárnio e maldizer dos trovadores medievais que falavam de “sodomia”, o nome com que era designada, à época, a dissidência sexual e de gênero.

Até então, eu acreditava que trilharia uma carreira acadêmica como medievalista. Eu já tinha inclusive um projeto de mestrado nesse sentido para submeter à Unicamp logo após minha formatura. Entretanto, no último semestre da graduação, um professor ofereceu uma disciplina inteira dedicada ao livro *Ulysses*, de James Joyce [1882-1941]. Essa experiência me fez mudar a linha de pesquisa. Fiquei completamente seduzida pela obra, por aquelas experimentações e reinvenções de linguagem que Joyce costuma levar às últimas consequências. Entrei no mestrado na Unicamp em 2011, com um projeto de uma nova tradução

de *Dublinenses*, livro de contos de Joyce, com bolsa da FAPESP. É um trabalho que ainda pretendo publicar.

Em 2013, passei em primeiro lugar no doutorado da Unicamp e dei prosseguimento à pesquisa sobre Joyce, dessa vez com bolsa da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]. Meu foco foi *Ulysses*. No livro, o autor trabalha com a indeterminação de sentidos por meio de recursos como onomatopeias ou palavras indecifráveis, como se quisesse deixar o leitor sempre em dúvida sobre o que ele está conseguindo compreender. Em minha pesquisa analisei como foram traduzidos esses momentos em que a obra flerta com a ininteligibilidade.

No primeiro ano de doutorado comecei minha transição de gênero. Eu estava com 29 anos e esse processo me afastou do papel de pesquisadora em tempo integral. Foi uma fase turbulenta. Eu saí de casa porque meus pais tiveram grande dificuldade em aceitar essa escolha. Tampouco me sentia aceita na universidade: eu me sentia julgada, avaliada, observada por parte dos colegas e professores. Por dois anos, trabalhei como prostituta, que era um meio em que me sentia acolhida. Muitas das pessoas com quem dividi as calçadas eram travestis e haviam passado pela mesma experiência que eu vivia naquele momento. Não quero romantizar o que vivi como prostituta, mas ali pude construir uma relação mais positiva com meu corpo, viver a sexualidade de uma forma menos normativa e ainda conviver com pessoas que, a cada dia, eu ia aprendendo a admirar mais. Entretanto, enfrentei abordagens da polícia, além de agressões verbais e físicas nas ruas de Campinas.

Em meio a esse turbilhão, continuei o doutorado, apesar de muitos questionamentos, dentre eles se minha pesquisa fazia sentido naquele momento que eu estava vivendo. A Unicamp não me abandonou, manteve o apoio, o que foi crucial para que eu não largasse meu projeto de estudo. Defendi minha tese de doutorado em 2018 e isso se tornou notícia de jornal, mas não pela qualidade da minha escrita e sim por eu ter sido apontada como a primeira pessoa trans a obter o título de doutora pela Unicamp usando o nome social.

Na época, havia outras pesquisadoras transgênero na Unicamp, como Beatriz Pagliarini Bagagli, que é da área de letras, e Jéssica Milaré, da matemática. Mas éramos, e ainda somos, muito poucas. Como falei durante a defesa da minha tese, concluí o trabalho sobretudo porque é preciso que as pessoas trans estejam dentro do ambiente universitário produzindo conhecimento e tensionando o conhecimento produzido na academia, e não mais apenas como objeto de estudo.

A pesquisa acadêmica deixou de ser o maior propósito da minha vida, outras questões começaram a ser tão importantes quanto ela, a exemplo do ativismo e da escrita. Hoje, aos 39 anos, já publiquei dois livros autorais. Moro em São Paulo e sou coordenadora de exposições, de programação cultural e do núcleo educativo do Museu da Diversidade Sexual, do governo paulista. Minha vida está muito corrida, mas não pretendo parar de estudar. Meu plano é fazer em breve um estágio de pós-doutorado. Há cerca de seis anos comecei a levantar obras literárias escritas no Brasil por autores transgêneros e reuni até agora mais de 100 títulos, boa parte autobiografias. Quem sabe não nasce daí uma pesquisa acadêmica? ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A GEIZA MARTINS

SAIBA MAIS

Museu da
Diversidade Sexual
de São Paulo



Tradições inventadas

Emerson Dionísio Gomes de Oliveira



Pensar os museus:
Mito, história, tradição
Bruno Brulon Soares
Nau Editora
200 páginas
R\$ 49,90

Nascida em Nápoles, a imperatriz Teresa Cristina (1822-1889) é uma personagem importante do livro *Pensar os museus: Mito, história, tradição*, do museólogo e antropólogo Bruno Brulon Soares. Sua educação clássica e seu gosto pelo colecionismo de bens arqueológicos a fizeram uma embaixadora do mundo clássico greco-romano em nosso país. A partir de sua chegada ao Brasil, em 1843, Teresa Cristina ajudou a constituir uma importante coleção composta por mais de 700 peças provenientes de distintos sítios arqueológicos da Itália.

A predileção da imperatriz pela arqueologia integrava um processo histórico amplo que vigorava desde o século anterior. Soares enfatiza que a coleção constituída pela monarca, uma vez musealizada, fortaleceu duas “instituições-conceito” coadunadas no Brasil: o passado clássico e o museu histórico. A coleção, inclusive, tornou-se parte da história da primeira instituição de pesquisa científica do país, o Museu Nacional, vitimado pelo incêndio de 2018.

O livro pontua a participação dos museus na construção da “antiguidade clássica”, especialmente por meio de suas coleções e pelas abordagens oferecidas sobre esse passado mítico. Esse é um ponto crucial: na ausência de universidades ou de sociedades independentes, os museus foram os fomentadores desse passado clássico no chamado “Novo Mundo”. Como o antigo não se inventa do nada, pois cada objeto é um pedaço de um passado específico, coleções como a de Teresa Cristina ajudaram as elites coloniais a constituírem uma ligação com o universo greco-romano imaginado e, portanto, a participarem da universalidade prometida pela civilização ocidental. É a própria ideia de “ocidente”, explicita o autor, que se buscou importar.

Afinal, qual o sentido de uma jarra de bronze utilizada em Pompeia ser exposta em um museu nacional brasileiro? O livro lança esse e outros questionamentos e os responde com franca habilidade ao debater como o processo de construção do passado clássico envolveu a constituição do Estado ocidental moderno enquanto herdeiro desse mesmo passado. Isso acarretou a defesa da superioridade do clássico mítico em relação às demais formas de civilização, o que implicava um passado comum e hierarquizado, no qual o ocidente euro-

peu ocupava a vanguarda das civilizações. O recurso narcisista nos parece óbvio, mas nem sempre é perceptível, como mostra a pesquisa de Soares.

Aos museus coube a naturalização desses processos, por meio da sua condensação a partir da arqueologia e da história, e da sua visibilização aos visitantes. Assim, os museus operavam no preenchimento de lacunas sobre o passado, apresentando precisão onde havia registros imprecisos, gerando um misto de fantasia e realidade. Porém essa qualidade ficcional não significou automaticamente impostura, pelo contrário, era uma característica da narrativa moderna que buscou um efeito de integralidade e, por consequência, de “voz da verdade” performada pelos museus históricos até hoje. Em suma, o livro nos guia pelos campos das “tradições inventadas” e das metodologias herdadas da arqueologia, ajudando-nos a desmistificar o próprio passado do museu, este “templo sagrado” da modernidade.

Filiado ao pensamento museológico contemporâneo, o livro nos ensina que museus não musealizam objetos ou coleções, mas sim os sistemas de valores e de critérios que sustentam a conservação e a perpetuação de tais objetos.

Em um período no qual os programas e debates decoloniais nos são mais pertinentes, o livro tem a coragem de retomar uma discussão que explicita o funcionamento dos museus históricos e a sua importância nos dias atuais. Ao trazer em sua bagagem algumas peças oriundas das escavações promovidas em Herculano e em Pompeia, Teresa Cristina ofereceu à nação a concretude experimentável de um passado alheio, conectando-nos a ele. Tal elo se fortaleceu com os enunciados do museu que permanecem atuantes na encenação da nação por meio da antiguidade imaginada. Graças ao seu papel político de produzir e performar a história, museus são atacados diretamente, tanto aqui quanto no exterior – o autor nos lembra, por exemplo, dos assaltos ao Museu Egípcio, no Cairo, em 2011 –, justamente porque sua autoridade, em diferentes geografias, é capaz de presentificar a crença em uma “história nacional” anterior à própria nação. Eis o poder do mito.

Emerson Dionísio Gomes de Oliveira é historiador da arte e professor do Departamento de Artes Visuais da Universidade de Brasília (UnB).

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

CONSELHO SUPERIOR

Antonio José de Almeida Meirelles, Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Marcílio Alves, Maria Arminda do Nascimento Arruda, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongschowski, Thelma Krug

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Marcio de Castro Silva Filho

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa
FAPESP

ISSN 1519-8774

COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Anapátria Moraes Vilha, Carlos Américo Pacheco, Carlos Graeff, Célio Haddad, Claudia Mendes de Oliveira, Deisy de Souza, Douglas Zamperli, Eduardo Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fernando Menezes de Almeida, Flávio Vieira Meirelles, José Roberto de França Arruda, Jô Ueyama, Lilian Amorim, Liliam Sanchez Carrete, Marcio de Castro Silva Filho, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Maria Julia Manso Alves, Marie-Anne Van Sluys, Marta Arrêche, Nina Stocco Ranieri, Paulo Schor, Reinaldo Salomão, Richard Charles Garratt, Rodolfo Jardim Azevedo, Sergio Costa Oliveira, Luiz Vitor de Souza Filho, Watson Loh

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Nelson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Política Científica e Tecnológica*),Carlos Fioravanti (*Ciências da Terra*), Marcos Pivetta (*Ciências*Exatas), Maria Guimarães (*Ciências Biológicas*), Ricardo Zorretto(*Ciências Biomédicas*), Ana Paula Orlandi (*Humanidades*),Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*)**REPÓRTERES** Christina Queiroz e Sarah Schmidt**ARTE** Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e MariaCecília Felli (*Designers*), Alexandre Afonso (*Editor de infografia*)**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**SITE** Yuri Vasconcelos (*Coordenador*), Jayne Oliveira (*Coordenadora*de produção), Kêzia Stringhini (*Redatora on-line*)**MÍDIAS DIGITAIS** Maria Guimarães (*Coordenadora*), Renata Oliveirado 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** Ana Maria de Almeida, Claudia Plêns, Diogo

Coutinho, Gustavo Dalpian, José Eduardo Corá, José Roberto Arruda,

Nina Ranieri, Rafael Oliveira, Reinaldo Salomão, Rodolfo Azevedo

COLABORADORES Emerson Dionísio Gomes de Oliveira, Enrico

Di Gregorio, Felipe Florest, Geiza Martins, Gustavo Nascimento,

João Montanaro, Mariana Ceci, Mariana Zanetti, Renata Fontanetto,

Sinésio Ferreira Pires, Suzel Tunes

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** 28.470 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****Filtro solar**

Dentre as muitas preocupações com a geoengenharia solar, a que transparece na reportagem “Controlando o Sol” (edição 343) de forma um pouco tímida é que, embora atravessemos a crise climática atual em todas as suas manifestações, mudanças substanciais nas ações humanas, no plano individual e na sociedade, não se verificam de forma veemente. A população brasileira não percebe que poderia contribuir para a mitigação dos problemas começando com mudanças drásticas na mobilidade urbana, consumo mais sustentável e maior comprometimento com o meio ambiente de forma geral. Fica-se à mercê de planos de contingência climática e de políticas públicas nos planos municipais, estaduais e federal.

Eduardo Krüger

Não será nenhuma fórmula mágica ou tecnologia milagrosa que irão nos salvar. Só a mudança do nosso modelo de desenvolvimento resolverá.

Guilherme Evaristo

Acho que parar de desmatar é mais barato e rápido.

Jonaya de Castro**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

Botânica e racismo

Ótimo. Assim se muda a história, com esforço e empatia (“Botânicos dizem não ao racismo”, edição 343).

Dea Schaeffer**Vídeos**

Muito bom conteúdo, um oásis no deserto do YouTube (“A ciência por trás das dunas”).

Fernando Felix

Estratégia eficaz para atrair pessoas para a carreira docente: pagar um salário digno ao professor e dar a ele condições decentes de trabalho (“Apagão de professores no Brasil”).

André Catani**Correção**

A foto que aparece na nota “Quase 2.500 espécies em risco de extinção no Brasil” (edição 342), na página 6, é da arara-azul-grande, que não está mais em risco de extinção, e não da ararinha-azul.

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

CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br



PesquisaFapesp



pesquisa_fapesp



@pesquisa_fapesp



PesquisaFAPESP



pesquisafapesp



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

15-17 NOV 2024



Mais informações



3º Encontro Brasileiro de Divulgadores de Ciências

Educação, ciência e arte

educação, ciência e arte

Participe online das mesas-redondas

blogs.unicamp.br/ebdc

Realização



**Blogs
Unicamp**



**INSTITUTO
PRINCIPIA**

SUA PESQUISA RENDE **FOTOS BONITAS?**

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

Mande para
IMAGEMPESQUISA@FAPESP.BR



Pesquisa
FAPESP



“O que podemos aprender com a língua em que aprendemos todas as outras coisas?
O que o “meio” da nossa cultura tem a nos dizer sobre quem somos, quem fomos e o que seremos?”

Imagem: Freepik

9ª

CONFERÊNCIAS
FAPESP 2024

LATIM EM PÓ:

o que nossa língua pode nos ensinar sobre
democracia, poder, diferença e convívio

25 OUT 2024, das 10h às 11h30

EVENTO PRESENCIAL

Foto: Letícia Moreira



Caetano Galindo

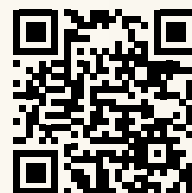
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

MODERAÇÃO

Ligia Fonseca Ferreira
UNIFESP

Maria de Fátima Morethy Couto
UNICAMP

Para mais informações e inscrições, acesse
fapesp.br/conferencias



Auditório FAPESP: Rua Pio XI, 1500 – Alto da Lapa – São Paulo/SP



revista **pesquisa** fapesp

25 ANOS NOTICIANDO A CIÊNCIA BRASILEIRA
À VENDA EM BANCAS DE TODO O PAÍS