



## Meninas que viram mães

A cada mês, 22 mil adolescentes dão à luz no país e muitas ingressam na vida adulta com menos oportunidades de estudo e trabalho

Astronautas da Artemis II usaram “relógio” brasileiro para medir funções corporais

Método identifica as características das pequenas empresas inovadoras que exportam

Dengue aumenta em 16 vezes o risco de desenvolver síndrome neurológica grave

Como o jazz se entrelaçou à música do Brasil ao longo do século XX

Projeto leva alimentos orgânicos a hospitais do SUS em São Paulo

# acompanhe o site de **pesquisa**fapesp

ACESSO ABERTO E COM ATUALIZAÇÕES DIÁRIAS

REPORTAGENS EXCLUSIVAS

VÍDEOS, PODCASTS E GALERIAS DE IMAGENS

NAVEGAÇÃO SIMPLES

COMPATÍVEL COM DISPOSITIVOS MÓVEIS



## Milton Santos: 100 anos do pensador que redefiniu o espaço geográfico

Entenda como as ideias do geógrafo revolucionaram seu campo de pesquisa ao conectar sociedade, economia e território no Brasil e no mundo | 5:47

revista **pesquisa**fapesp

assine newsletter edição impressa 🔍

Ciência Política C&T Tecnologia Humanidades Ética Saúde Sustentabilidade Gente Vídeos Podcasts



COMUNICAÇÃO

### Pesquisadores brasileiros desenvolvem aplicações para combater desinformação

Projetos vão de chatbots no WhatsApp a algoritmos que ajudam a checar a veracidade de vídeos

POR SARAH SCHMIDT



### Aquecimento global empurra corais para ponto de não retorno

Mortalidade em massa registrada entre 2024 e 2025 acende alerta sobre o futuro dos recifes no Brasil e no mundo | 7:28

POR REDAÇÃO

BIODIVERSIDADE

A retirada da vegetação nas margens de rios da Amazônia pode reduzir a diversidade de peixes

PALEONTOLOGIA

Fóssil encontrado na Argentina revela um dos menores dinossauros já registrados

MEMÓRIA



PODCAST



ARQUIVOLOGIA



## galeria de imagens



### Serpentes às pampas

A temida urutu-cruzeiro (*Bothrops alternatus*) estampa a capa do livro e é uma das que vêm matando cruzados que indica "risco de envenenamento grave"; ela é encontrada sobretudo em áreas ab



Cadastre-se e receba nossas newsletters gratuitas

## 5 EDITORIAL

## 6 NOTAS

### CAPA

- 12** Estudos avaliam a evolução e as consequências da gravidez entre adolescentes no país

### ENTREVISTA

- 20** A antropóloga Beatriz Dantas contribuiu para a reconquista do território indígena Xokó

### EMPREENDEDORISMO

- 26** Metodologia identifica características de pequenas empresas inovadoras que exportam

### CIENTOMETRIA

- 30** Brasil se destaca entre os países que mais têm periódicos ligados a universidades

### ENTREVISTA

- 34** Olival Freire Jr., presidente do CNPq, faz um balanço dos 75 anos do órgão

### BOAS PRÁTICAS

- 38** Os riscos e as oportunidades da inteligência artificial no jornalismo científico

### DADOS

- 41** São Paulo lidera índice de inovação

### ESPAÇO

- 42** “Relógio” brasileiro mediu funções vitais de astronautas da missão Artemis II

### FÍSICA

- 46** Bateria quântica carrega em metade do tempo de um dispositivo clássico

### AMBIENTE

- 50** Perda de matas nas bordas das cidades aumenta a chance de escassez de água

### VIROLOGIA

- 54** Miniórgãos ajudam a entender como o vírus da mpox infecta os intestinos

### EPIDEMIOLOGIA

- 58** Dengue eleva em 16 vezes a probabilidade de desenvolver síndrome neurológica

### ZOONOSES

- 60** Refeição de sangue altera glândulas salivares de carrapatos

### BIODIVERSIDADE

- 62** Genoma de orquídea traz pistas sobre resistência a climas extremos

CAPA  
NATÁLIA GREGORINI

Vista da Terra a partir da órbita da Lua: dispositivo brasileiro foi usado na missão (ESPAÇO, P. 42)

FOTO NASA

Alimentos da agricultura familiar são descarregados no Hospital São Paulo: projeto em expansão (POLÍTICAS PÚBLICAS, P. 64)



## VÍDEOS

### TRADIÇÕES CULTURAIS DE ANIMAIS ESTÃO EM RISCO E DESAFIAM POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO

Estudo destaca como aprendizado social em primatas e cetáceos influencia a sobrevivência das espécies diante de impactos ambientais



### MILTON SANTOS:

### 100 ANOS DO PENSADOR QUE REDEFiniu O ESPAÇO GEOGRÁFICO

Entenda como as ideias do geógrafo revolucionaram seu campo de pesquisa ao conectar sociedade, economia e território



## PODCAST

### FORMAÇÃO MÉDICA SOB JULGAMENTO

Como faculdades de medicina sem qualidade maculam o esforço para ampliar a oferta de profissionais no país. E mais: agtechs; competição; neurônios

Este conteúdo está disponível em acesso aberto no site [www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br), que contém, além de edições anteriores, versões em inglês e espanhol e material exclusivo

### POLÍTICAS PÚBLICAS

- 64** Iniciativa leva alimentos da agricultura familiar e agroecologia a hospitais paulistas

### ENGENHARIA AERONÁUTICA

- 69** Brasil é o primeiro país latino-americano a fabricar um avião de caça supersônico

### CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

- 72** Ferramentas de IA auxiliam técnicos e gestores de times de futebol

### MÚSICA

- 76** Como o jazz foi incorporado e traduzido pelos músicos no Brasil

### ENTREVISTA

- 82** A historiadora Aurélie Clemente-Ruiz defende engajamento de museus nos debates atuais

### ARTES VISUAIS

- 85** Obra de Helios Seelinger evidencia a pluralidade de experiências artísticas no início do século XX

### OBITUÁRIO

- 88** Wilson Suzigan (1942-2026)

### MEMÓRIA

- 90** O físico Paulus Pompeia projetou dispositivos usados na Segunda Guerra Mundial

### ITINERÁRIOS DE PESQUISA

- 94** O educador Dzoodzo Baniwa articula projetos de desenvolvimento sustentável no Amazonas

### RESENHA

- 96** *O cancionero das baldaias: Sete sonetos jocosos e uma balada – Salvador, Bahia (1592)*, de Bartolomeu Frago, Sheila Hue (org.). Por Adma Muhana

### 98 COMENTÁRIOS

Mauro Senise, Zeca Assumpção e Zé Eduardo Nazario no Lira Paulistana (anos 1980): som brasileiro com influência do exterior (MÚSICA, P. 76)



## Meninas-mães

A reportagem de capa desta edição se debruça sobre os mais recentes estudos que tratam da gravidez de adolescentes. Neste século, a gestação de mulheres entre 10 e 19 anos vem diminuindo no Brasil, embora persista com maior intensidade nas regiões mais carentes de educação e renda. O tema deixa de ser mais uma mazela social retratada por estatísticas quando os pesquisadores da área nos lembram que os corpos femininos são capazes de conceber nessa idade, mas não estão totalmente preparados para gestar e parir – em particular, no caso das meninas que têm entre 10 e 14 anos. Depois, há ainda que criar o bebê. Como escreveu o autor do texto, o editor de Ciências Biomédicas, Ricardo Zorzetto, são crianças cuidando de crianças.

O problema não se limita às questões de saúde. Ter filhos cedo tem impacto na vida adulta. Estudos feitos no Brasil e no exterior relacionam a gravidez na adolescência à manutenção da pobreza. Para quem se torna mãe muito jovem, fica mais difícil completar a formação escolar, cursar universidade e obter emprego com boa remuneração. Os filhos gerados por essas mulheres podem ser expostos à mesma situação, com menos acesso à educação e aos serviços de saúde, repetindo o ciclo de privação de orientação adequada que faltou às mães.

A complexidade da passagem para a vida adulta tem também dimensões que são menos notadas. Quando se está imersa em um ambiente que não oferece perspectivas educacionais e profissionais, tornar-se mãe cedo pode levar a um ganho de *status* desejado pela mulher. Mas quando se trata da classe média e alta, a escolha pela maternidade costuma demorar mais, em prol da estabilidade na vida financeira. Todas essas condições são abordadas na reportagem que começa na página 12.

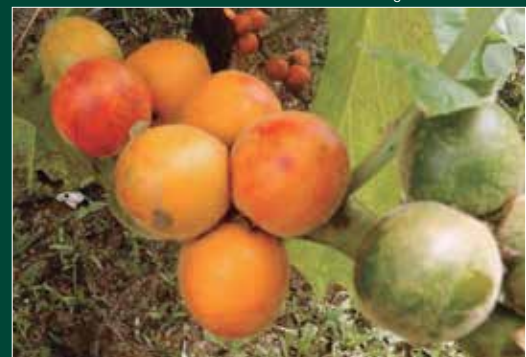
Ainda na área da saúde, um movimento ligado à agricultura vem, aos poucos, ganhando terreno no estado de São Paulo. Hospitais vinculados ao Sistema Único de Saúde (SUS) recebem desde

2024 alimentos provenientes da agricultura familiar e da agroecologia – um sistema em que os alimentos são produzidos de forma ambientalmente sustentável, sem agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos, respeitando os ecossistemas e as comunidades implicadas. Por enquanto, apenas quatro hospitais fazem parte da rede; este ano outros oito serão incorporados. Segundo seus idealizadores, o projeto é uma interação entre ciência, territórios de agricultura familiar e políticas públicas. Os editores Yuri Vasconcelos (Tecnologia) e Carlos Fioravanti (Ciências da Terra) contam como se chegou a esse arranjo em que todos ganham (*página 64*).

Das coisas da terra para o espaço. Ainda que de forma discreta, a celebrada missão Artemis II, da Nasa, mostrou que há oportunidades para a pesquisa brasileira se inserir nos projetos que envolvem o retorno do homem à Lua. Os quatro astronautas usaram no pulso um actígrafo desenvolvido por biólogos da Universidade de São Paulo (USP) e da empresa Condor. O dispositivo registra dados sobre os níveis de atividade física, o sono, o funcionamento do organismo em ambientes extremos, entre várias informações coletadas. Há outros projetos em andamento no Brasil relacionados à pesquisa espacial que podem dar frutos no futuro. A colaboradora Mariana Ceci detalha o que vem sendo estudado nessa área (*página 42*).

Por fim, dois assuntos díspares enriquecem esta edição. O que leva algumas empresas inovadoras a fazer negócios no exterior enquanto a maioria se contenta com o mercado nacional? A reportagem do editor de Política Científica e Tecnológica, Fabrício Marques, responde a essa pergunta na página 26. Outro tipo de inovação é esmiuçado pelo colaborador Eduardo Magossi, que nos conta como o jazz, criado nos Estados Unidos, passou a influenciar e a interagir com a música feita no Brasil a partir dos anos 1920 (*página 76*).

**NELSON MARCOLIN** — editor-chefe



## Enriqueça seu prato com camu-camu e tanajura

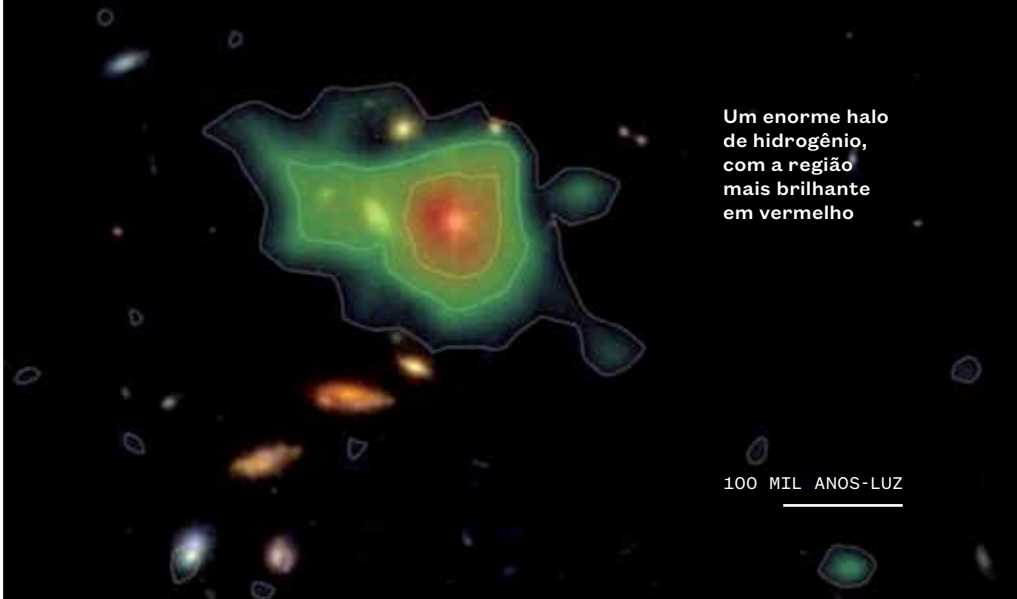
Se você pensar no que comeu na última semana, quanto foram algas, cogumelos, insetos ou frutos silvestres? De espécies nativas do Brasil, nada de champignon ou alga japonesa. A diversidade local está ausente das políticas de segurança alimentar, embora faça parte da cultura de comunidades tradicionais. Um estudo liderado por pesquisadores das universidades federais do Rio Grande do Norte (UFRN) e de Pernambuco (UFPE) compilou um inventário de 369 espécies usadas na alimentação em diferentes pontos do país e, usando ferramentas de inteligência artificial, identificou que as espécies mais estudadas são as que existem em um maior número de receitas pelo país, sem que aspectos ecológicos e de conservação tenham peso. Há pouca informação nutricional sobre algas, insetos e cogumelos. “Na Amazônia, onde o aumento do consumo de produtos ultraprocessados no lugar de alimentos tradicionais tem sido acompanhado de um aumento nos índices de anemia, diabetes e hipertensão, a biodiversidade poderia ser uma aliada importante no combate à desnutrição”, comenta o biólogo e coautor Daniel Tregidgo, em comunicado do Instituto Mamirauá, onde é pesquisador. Uma dieta rica pode conter mais camu-camu, um fruto amazônico, e insetos como as tanajuras (*Scientific Reports*, 2 de março).

**Do alto para baixo:**  
butiá, da região Sul,  
tanajura e,  
da Amazônia,  
camu-camu e cubiu

## Para não esquecer dos tempos da pandemia

A pandemia da Covid-19, declarada em março de 2020 e encerrada em maio de 2023, às vezes pode parecer que aconteceu em outra vida, distante. Por outro lado, surgem constantemente ecos dos tempos sem sair de casa, do medo de encontrar pessoas, de perdas traumáticas, das onipresentes máscaras. Na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o historiador Thiago Nicodemo se preocupou em preservar as fontes que permitiriam contar essa história e coordenou a criação do Memorial Digital da Pandemia de Covid-19, plataforma com fotografias, vídeos, relatos, resultados de pesquisa científica e outros tipos de materiais que representam um recorte da memória da pandemia. A visão de povos indígenas e grupos da periferia está também contemplada. “Percebemos que, no meio das catástrofes, grupos sociais se articulam para produzir e armazenar memórias sobre sua identidade”, disse ele ao *Jornal da Unicamp*. O memorial pode ser acessado gratuitamente pelo site [memorialdigitalcovid19.org.br](http://memorialdigitalcovid19.org.br) (*Jornal da Unicamp*, 6 de abril).

FOTOS 1 PAULO LANZETTA/EMBRAPA 2 RAFAEL CAVALHEIRO MANOEL/WIKIMEDIA COMMONS 3 TULLIO F/WIKIMEDIA COMMONS 4 FRANCESCO782/NATURALIST 5 ERIN MENTUCH COOPER/HETDEX 6 MIT



Um enorme halo de hidrogênio, com a região mais brilhante em vermelho

100 MIL ANOS-LUZ

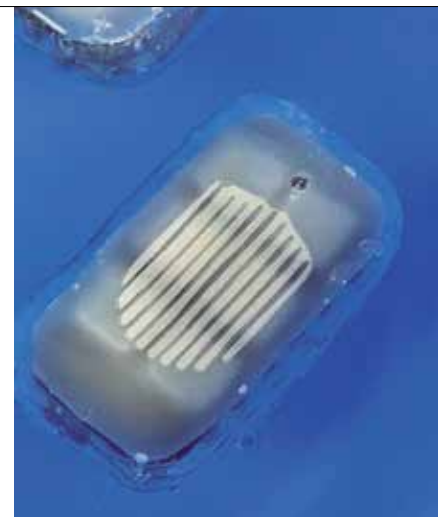
5

## As fontes de matéria-prima das galáxias

Uma equipe internacional de astrônomos, usando dados do Experimento de Energia Escura do Telescópio Hobby-Eberly (Hetdex), aumentou de 3 mil para mais de 33 mil o número de halos (grandes nuvens difusas de gás) de hidrogênio, fundamentais para a formação das galáxias. Chamados de nebulosas Lyman-alfa, eles circundam galáxias de 10 bilhões a 12 bilhões de anos atrás. Nessa época, as galáxias estavam crescendo rapidamente, aproveitando-se de vastos reservatórios de gás hidrogênio. Os halos medem de dezenas de milhares a centenas de milhares de anos-luz de diâmetro. Alguns são tão simples quanto uma nuvem em forma de bola de futebol americano envolvendo uma única galáxia, enquanto outros são aglomerados irregulares e extensos que contêm múltiplas galáxias. Para encontrá-los, os astrônomos selecionaram as 70 mil galáxias mais brilhantes entre as mais de 1,6 milhão de galáxias primitivas já identificadas pelo Hetdex e analisaram quantas apresentavam evidências de um halo ao redor: uma região central compacta de hidrogênio e uma nuvem mais fina se estendendo além dela. O hidrogênio é difícil de detectar porque não gera luz própria, mas a energia de galáxias próximas pode fazer com que brilhe (*The Astrophysical Journal*, 11 de março).

## Implante de células de insulina

Uma equipe do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos, desenvolveu um dispositivo implantável com células das ilhotas pancreáticas, que produzem insulina, para tratar o diabetes tipo 1. O dispositivo mantém as células em uma cápsula, que evita a rejeição do organismo, e tem um gerador de oxigênio que as mantém saudáveis. O gerador consiste em uma membrana de troca de prótons que separa o vapor de água, abundante no corpo, em hidrogênio e oxigênio. O hidrogênio se difunde inofensivamente e o oxigênio entra em uma câmara de armazenamento que alimenta as células das ilhotas por meio de uma membrana fina e permeável. O implante é alimentado sem fio por uma antena externa colocada sobre a pele, que transfere energia para o dispositivo. Ao otimizar o circuito, os pesquisadores conseguiram aumentar a quantidade de energia que chegava ao sistema de geração de oxigênio. Em camundongos que receberam os implantes, as células sobreviveram por pelo menos 90 dias e produziram insulina suficiente para controlar os níveis de açúcar no sangue dos animais. Se avançar, poderá ser uma alternativa aos implantes feitos com células de cadáveres humanos ou a partir de células-tronco, que apresentam risco de rejeição (*Device*, 26 de março).



Gerador de oxigênio do dispositivo mantém as células saudáveis

6



Uma visão detalhada do relevo evidencia uma tempestade de areia

1

## Ventos marcianos há 3 bilhões de anos

O veículo robótico Curiosity, que desde 2012 investiga a superfície de Marte e identificou que ali já houve muito oxigênio, em 2024 registrou ondulações em uma rocha que atçou a atenção de pesquisadores. Um grupo liderado pelo sedimentologista Steven Banham, do Imperial College, de Londres, examinou as marcas e concluiu serem indicações de que a atmosfera

do planeta vermelho já foi espessa o suficiente para abrigar ventos semelhantes aos que varrem a Terra. Eles teriam empurrado a areia em um movimento que ficou fossilizado em rochas com idade estimada em 3,6 bilhões de anos. De acordo com o pesquisador, citado em reportagem na revista *Science*, o ângulo de empilhamento das ondulações

sugere que havia muito mais sedimento sendo empurrado. A análise das imagens em alta resolução permitiu à equipe imaginar uma ventania que teria durado horas, movendo areia até a altura da cintura de uma pessoa. A atmosfera atual não tem densidade suficiente para transportar e empilhar os grãos que compõem o solo marciano (*Geology*, 27 de março).



Leopardo-das-neves: preferência por cervos e cabras selvagens

2

## Felinos do Himalaia com dietas distintas

Como os grandes carnívoros no Himalaia Central, no Nepal, convivem no mesmo espaço sem se atacarem quando saem à noite para caçar? Alimentando-se de presas diferentes, descobriram biólogos da China, dos Estados Unidos, do próprio Nepal e de Hong Kong. Imagens de 20 armadilhas fotográficas e a análise de DNA de fezes indicaram que os leopardos-das-neves (*Panthera uncia*) caçavam principalmente cervos e cabras selvagens; os leopardos (*Panthera pardus*) consumiam roedores e aves próximas a habitações humanas; os lobos-do-himalaia (*Canis lupus chanco*) tinham uma dieta mista, combinando presas selvagens e domésticas. As diferenças refletem estratégias de coexistência diversificadas, moldadas pela disponibilidade de presas, modo de caça, tamanho corporal e proximidade de assentamentos humanos. Para os pesquisadores, essas conclusões poderiam orientar estratégias de conservação dessas espécies em ambientes montanhosos (*PLOS ONE*, 1º de abril).

# Manaus, epicentro do vírus Oropouche

O vírus Oropouche infectou mais de 9,4 milhões de pessoas na América Latina e no Caribe entre 1960 e 2025, mais do que o total de casos oficialmente registrados. No Brasil, seriam cerca de 5,5 milhões de infecções, de acordo com um estudo coordenado pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). Manaus despontou como o epicentro recente da transmissão, com um total de infecções até 200 vezes maior que o de casos confirmados. A capital amazonense registrou dois grandes surtos, em 1980 e 1981 e em 2023 e 2024, ambos com pico na estação chuvosa, atingindo mais de 12% da população. Entre o fim de 2023 e meados de 2024, a proporção de pessoas com anticorpos contra o Oropouche mais que dobrou, passando de 11,4% para 25,7%. Em regiões remotas da Amazônia, o acesso limitado aos serviços de saúde contribuiu para que muitos casos não sejam diagnosticados. Transmitida por maruins, também chamados de mosquitos-pólvora (*Culicoides paraensis*), a febre do Oropouche causa sintomas semelhantes aos da dengue e pode evoluir para quadros graves, com complicações neurológicas, materno-fetais e risco de morte (FM-USP e *Nature Medicine*, 24 de março).

FOTOS 1 NASA 2 ERIC KILBY/WIKIMEDIA COMMONS 3 CHRISTINE WESTERBACK/WIKIMEDIA COMMONS 4 ALEJANDRO ZAMBRANA/SECOM/TSE

Casas do Vale Seaton, no norte da Inglaterra, já com novas fontes de energia



3

## Painéis solares nas casas novas

Como parte das novas regras do governo britânico, os construtores serão obrigados a instalar painéis solares e bombas de calor em todas as novas casas que erguerem no Reino Unido para reduzir a dependência de combustíveis fósseis. As bombas de calor funcionam com eletricidade em vez de gás e aquecem os edifícios absorvendo e amplificando o calor do ar, do solo ou da água. O dispositivo consiste em uma caixa com 1 metro (m) de largura, 1 m de altura e 0,4 m de profundidade instalada na parte externa da propriedade, uma unidade de bomba de calor e um cilindro de água quente dentro da casa. A partir de 2028, nenhuma nova residência será conectada a uma rede de aquecimento, não mais à rede de gás natural, ou receberá uma bomba de calor. Estima-se que essas mudanças aumentem em cerca de £ 10 mil (quase R\$ 70 mil) o custo da casa para as construtoras, mas a longo prazo provavelmente reduzirão o custo das contas de energia. O governo também informou que painéis solares portáteis, que os moradores podem instalar por conta própria em suas varandas, começarão a ser vendidos em supermercados nos próximos meses (BBC, 24 de março).

## Novo diretor administrativo da FAPESP

Por meio de um decreto publicado no *Diário Oficial do Estado de São Paulo* em 15 de abril, o governador do estado de São Paulo, Tarcísio de Freitas, nomeou Antonio José de Almeida Meirelles para o cargo de diretor administrativo da FAPESP, para um mandato de três anos, em substituição a Fernando Menezes de Almeida. Meirelles fez a graduação e o mestrado em engenharia de alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em seguida, fez dois doutorados, um em engenharia de processos térmicos na Universidade

Martin Luther, Alemanha, e outro em ciência econômica pela Unicamp. Desde 2007, é professor titular da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da Unicamp, da qual foi diretor de 2014 a 2018. É também membro do Conselho Superior da FAPESP e do Conselho Curador do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD). Foi reitor da Unicamp de 2021 a 2025. Como pesquisador, trabalha com biocombustíveis, purificação de biomoléculas, produção de bioetanol hidratado, anidro e de biodiesel.



4

Meirelles: engenheiro de alimentos e ex-reitor da Unicamp

## Novidades nas profundezas da costa da Austrália

Duas raias (dos gêneros *Dipturus* e *Urolophus*) e um tubarão-gato de águas profundas (do gênero *Apristurus*) já despontaram entre as até agora 110 novas espécies de peixes e invertebrados identificadas como resultado de uma expedição ao Parque Marinho do Mar de Coral, o maior da Austrália, realizada no fim do ano passado e início deste. A estimativa é de que pode superar 200 o número de espécies ainda não descritas que vivem entre 200 e 3 mil metros de profundidade. “Foi incrível observar uma grande variedade de criaturas únicas das profundezas marinhas em locais que vão desde montes submarinos e atóis até recifes profundos inexplorados”, comentou Will White, chefe da expedição, em um comunicado da CSIRO, a agência nacional de ciência da Austrália. A câmera subaquática do navio oceanográfico de pesquisa Investigator registrou imagens do raro tubarão-tigre-da-areia (*Odontaspis ferox*), um parente de águas profundas do conhecido tubarão-enfermeiro (*Carcharias taurus*). As informações alimentam a Plataforma de Dados de Biodiversidade do Censo Oceânico, um portal de acesso aberto para espécies marinhas recém-descobertas (CSIRO, 1º de abril).



Uma espécie nova de anêmona do Mar de Coral

## Câncer, outro perigo dos vapes

O uso de cigarros eletrônicos com nicotina – os *vapes* – provavelmente causa câncer de pulmão e de boca. Uma equipe liderada pela Universidade do Sul do País de Gales (UNSW), na Austrália, chegou a essa conclusão após examinar dezenas de estudos sobre os efeitos das substâncias químicas do líquido dos *vapes* publicados desde 2017. Os estudos foram divididos em três categorias: em seres humanos, mostrando danos ao DNA, estresse oxidativo (acúmulo de substâncias prejudiciais) e inflamação; em camundongos, evidenciando o desenvolvimento de tumores pulmonares como resultado da exposição ao aerossol do *vape*; e análises laboratoriais que indicaram os mecanismos pelos quais os compostos do líquido do vaporizador causam danos às células. Um estudo de 2024 já havia revelado um risco quatro vezes maior de câncer de pulmão entre indivíduos que usavam cigarros eletrônicos (ver Pesquisa FAPESP nº 354). Para os pesquisadores, os indícios são fortes o suficiente para alertar contra a repetição dos erros cometidos com os cigarros convencionais, que demoraram muitos anos até serem vistos como causas inequívocas de câncer (UNSW e *Carcinogenesis*, 30 de março).

## Bióloga recebe prêmio Almirante Álvaro Alberto

A bióloga Maria Teresa Fernandez Piedade, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), foi reconhecida com uma das principais premiações da área de ciência e tecnologia no Brasil. Há quase 50 anos ela pesquisa ecologia de ecossistemas na Amazônia, com foco na influência do pulso de inundação sobre a biota. “Receber o prêmio Almirante Álvaro Alberto é um sonho inimaginável, muitos dos laureados que me precederam foram pessoas de grande importância e influência na minha carreira e vida”, agradeceu ela em entrevista ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), citando o geógrafo Aziz Ab’Saber (1927-2012) e a biomédica Helena Nader, presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC). Piedade foi responsável pelo estabelecimento do Programa Ecológico de Longa Duração (Peld) Maua, que coordenou entre 2013 e 2019. Os estudos sobre ecossistemas de áreas úmidas da Amazônia realizados no âmbito do programa geram dados sobre biodiversidade, dinâmica de carbono e impactos de mudanças antrópicas e do clima nesses ambientes críticos (CNPq, 24 de abril).

2



Cigarros eletrônicos: alerta no ar



Lagos, na Nigéria:  
vulnerabilidade crescente  
ao avanço do mar

3

## Litoral africano em perigo

O El Niño de 2023-2024, somado a uma rara convergência de outros fenômenos climáticos, desencadeou uma elevação do nível do mar de 27 milímetros (mm), a maior já registrada no litoral africano. Um estudo coordenado pela Universidade da Cidade do Cabo (UCT), na África do Sul, analisou mais de três décadas de dados de satélite, de 1993 a 2024, nos oceanos Atlântico, Índico, nos mares Mediterrâneo e Vermelho e em águas adjacentes ao redor da África. Os níveis regionais do mar subiram 11 centímetros (cm) desde 1993. Um ponto de inflexão crítico ocorreu por volta de 2009, quando a elevação acelerou em 73%. Antes de 2009, os níveis subiam a uma taxa de 2,72 mm por ano. Depois, essa taxa disparou para 4,70 mm por ano. Somente o período de 2023-2024 contribuiu com 2,34 cm, aproximadamente um quinto de toda a elevação registrada desde 1993. Essa aceleração representa sérios riscos para os 38 países costeiros da África. Mais de 15 milhões de pessoas em cidades costeiras agora enfrentam um risco maior de inundações. Grandes centros urbanos, incluindo Lagos (Nigéria), Douala (Camarões), Accra (Gana) e Dar es Salaam (Tanzânia), estão cada vez mais vulneráveis à elevação do nível do mar, ao afundamento do solo e a eventos climáticos extremos (*Communications Earth & Environment*, 19 de janeiro; UCT, 18 de março).

## As garras mais antigas

Um fóssil encontrado em um deserto de Utah e examinado em um museu da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, espichou em cerca de 20 milhões de anos a história evolutiva dos quelicerados, animais dotados de quelícera, um apêndice em forma de pinça com que se alimentam, como aranhas e escorpiões. Com pouco mais de 8 centímetros de comprimento, o fóssil de *Megachelicerax cousteau* despontou como o quelicerado mais antigo conhecido, com estimados 500 milhões de anos, indicando que nessa época, chamada período Cambriano, surgiu o modelo anatômico de aranhas e caranguejos-ferradura. Antes dessa descoberta, os quelicerados mais antigos datavam do período geológico conhecido como Ordoviciano e tinham sido encontrados em Marrocos, na África, com aproximadamente 480 milhões de anos. Os quelicerados formam hoje um grupo com cerca de 120 mil espécies (*Nature*, 1º de abril).



Fóssil de 500 milhões de anos exibe as quelíceras em forma de pinça (acima, em detalhe)

5

CAPA

# O fardo de ser mãe-criança



Estudos avaliam a evolução da gravidez na adolescência no Brasil e o impacto psicológico, econômico e social de ter filho antes dos 20 anos

RICARDO ZORZETTO — ilustrações NATÁLIA GREGORINI

**A** adolescência é uma fase de transformações intensas. O corpo muda muito e muito rapidamente, em um ritmo que talvez não se veja em outros momentos da vida. O mesmo ocorre com a mente. Nesse período, que pela definição da Organização Mundial da Saúde (OMS) vai dos 10 aos 19 anos, o cérebro passa por uma remodelagem radical. As áreas associadas às emoções amadurecem primeiro e favorecem a busca por novidades e sensações intensas. Já as regiões responsáveis pelo controle dos impulsos só atingem o funcionamento pleno mais tarde, no início da vida adulta. Na adolescência, torna-se importante conquistar uma identidade própria e demonstrar independência dos pais, em paralelo à maior necessidade de aceitação e reconhecimento pelo grupo. É nessa fase que surgem o desejo sexual e os primeiros amores. Também é nela que, com o corpo feminino já apto para conceber, mas não totalmente preparado para gestar e parir, pode surgir o primeiro filho.

No Brasil, todos os meses nascem por volta de 22 mil bebês gerados por mães adolescentes. Ao longo de 2025, foram 274,4 mil, segundo dados do Sistema Nacional de Nascidos Vivos (Sinasc), do Ministério da Saúde. Esses bebês representam 11,3% dos 2,4 milhões que se somaram à população naquele ano. Uma proporção pequena deles, mas não desprezível – 11,6 mil ou 0,6% do total –, foi concebida por meninas na faixa etária dos 10 aos 14 anos. São crianças gestadas por outras crianças, que, segundo a legislação em vigor no país, foram vítimas de violência sexual. Desde 2009, o Código Penal brasileiro qualifica o sexo com menores de 14 anos como estupro de vulnerável.

“A gestação na adolescência é uma das consequências da falta de perspectiva nessa etapa da vida”, afirma o estatístico Edson Martinez, da

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), que há mais de uma década investiga o contexto socioeconômico em que ela ocorre. Em estudo publicado em 2020 na revista *Women and Birth*, ele e a estatística Daiane da Roza, da Faculdade de Saúde Pública da USP (FSP-USP), mapearam a distribuição dos nascimentos de filhos de adolescentes no país.

Embora seja difícil estabelecer com clareza o que é causa e o que é consequência, ter filhos muito cedo na vida torna mais difícil completar o ciclo formal de educação e, mais tarde, obter emprego com melhor remuneração. Isso parece ser verdade principalmente nos países de média e baixa renda, que concentram 92% dos 13 milhões de nascimentos de filhos de adolescentes registrados por ano no mundo – ainda que, em certos contextos, a gestação nessa faixa etária nem sempre seja acompanhada de uma carga social e cultural negativa.

Os números registrados em 2025 no Brasil são os mais baixos desde a virada do século e confirmam a tendência de queda do fenômeno. Analisando os registros do Sinasc, a ginecologista Denise Maia Monteiro, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), e colaboradores identificaram uma queda de 44% no total de filhos de mães adolescentes em 20 anos. Em 2000, meninas com idade entre 10 e 19 anos deram à luz 750,5 mil bebês, ou 23,4% dos nascidos no país naquele ano. Esse número baixou para 419,3 mil (14,7% do total) em 2019. O estudo, publicado em 2021 na *Revista da Associação Médica Brasileira*, não explora as razões da queda. Ela, porém, deve-se ao menos em parte ao encolhimento da população adolescente feminina, que diminuiu de 17,5 milhões para 16,2 milhões no período.

Nesse intervalo, também caiu a taxa de fecundidade das adolescentes, uma medida mais aceita pelos epidemiologistas por permitir a comparação

tanto entre estratos etários diferentes de uma mesma população quanto entre populações de países com estrutura etária distinta. A redução foi contínua e mais pronunciada na faixa dos 15 aos 19 anos, que concentra 95% dos nascimentos de filhos de adolescentes no país. A taxa de fecundidade era de 81 bebês por mil adolescentes desse grupo em 2000 e caiu para 48 por mil em 2019. A queda foi menor e mais recente entre as garotas de 10 a 14 anos: passou de 3,4 por mil para 2,5 por mil (*ver gráficos nesta página e na próxima*). “No período do estudo, observou-se inicialmente um declínio lento, seguido por um período de estabilidade e, mais tarde, uma redução mais consistente nos últimos cinco anos”, escreveram Monteiro e os demais autores.

**O**s especialistas em saúde pública consideram a taxa de fecundidade um indicador importante porque dá pistas sobre a saúde reprodutiva, a igualdade de gênero e o nível de desenvolvimento socioeconômico de um país. No Brasil, apesar da queda neste quarto de século, a taxa de fecundidade das adolescentes na faixa dos 15 aos 19 anos coloca o país, classificado como de renda média-alta pelo Banco Mundial, no mesmo patamar de nações mais pobres. Isso é evidente em particular nas áreas brasileiras mais carentes de recursos e com nível de desenvolvimento mais baixo.

Em um estudo publicado este ano nos *Cadernos de Saúde Pública*, o epidemiologista Aluísio Barros, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), analisou o total de bebês nascidos de mães adolescentes

em 5.502 municípios brasileiros entre 2020 e 2022. Também obteve a taxa média de fecundidade do período para cada um deles e confrontou com o Índice Brasileiro de Privação de cada cidade, que combina informações sobre a porcentagem de domicílios com renda inferior a meio salário mínimo, a proporção de pessoas analfabetas com mais de 7 anos e a fração da população sem acesso a água potável e saneamento básico.

No período analisado, a mediana da taxa de fecundidade foi de 43,3 filhos para cada mil adolescentes com idade entre 15 e 19 anos. A mediana é uma medida que os estatísticos geralmente usam para lidar com dados cujos valores variam muito – as taxas de fecundidade encontradas no trabalho, por exemplo, iam de 0 a 200 bebês por mil adolescentes. Ela separa uma amostra em duas partes iguais e, no caso acima, indica que metade dos municípios tinha taxa de fecundidade superior a 43,3 filhos por mil adolescentes, e a outra metade, inferior a esse valor. A mediana da fecundidade nacional foi ligeiramente superior ao da média mundial (41,3 nascimentos por mil garotas na faixa dos 15 aos 19 anos), mas muito mais elevada do que a de países de alta renda (11,2 por mil).

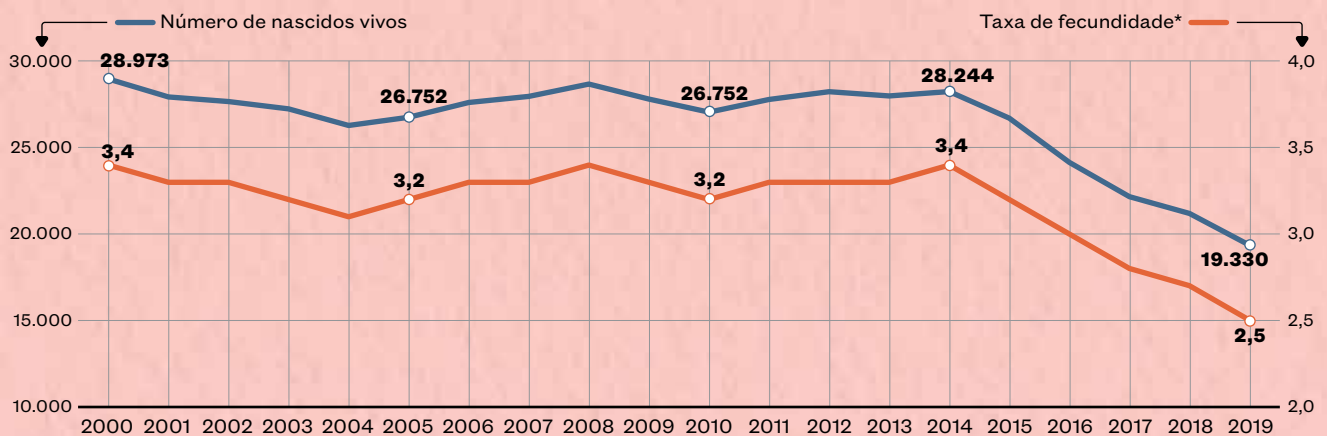
Além de elevada, a fecundidade das adolescentes brasileiras não é homogênea. Barros e colaboradores, ao olhar de perto os dados, depararam-se com disparidades regionais gritantes. Nos municípios da região Norte, a mediana foi de 77 nascimentos por mil adolescentes, mais que o dobro da mais baixa (35 por mil), registrada na região Sul, de renda mais elevada (*ver mapa na página 16*).

Mesmo São Paulo, o estado mais rico da nação, revelou-se um microcosmo do que ocorre

## Diminuição recente

Total de bebês e fecundidade de mães com 10 e 14 anos caíram de modo consistente no país a partir de 2014

**10 a 14 anos**



FONTE MONTEIRO, D. L. M. ET AL. REVISTA DA ASSOCIAÇÃO MÉDICA BRASILEIRA. JUN. 2021

\* NÚMERO DE NASCIMENTOS POR MIL GESTANTES

no Brasil. Há cerca de dois anos, a pediatra neonatologista Ruth Guinsburg e sua equipe na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) decidiram mapear a evolução dos casos de gestação de adolescentes ocorridos entre 2004 e 2020 e sua distribuição no estado. Com financiamento da FAPESP e apoio da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), os pesquisadores acessaram as informações sobre número, local local de nascimento e morte de bebês e chegaram a algumas conclusões semelhantes às apresentadas pelos estudos nacionais, detalhadas em um artigo publicado em 2025 na revista *BMJ Open* e em outro na *BMC Pregnancy and Childbirth*.

**A** primeira é que, como no restante do país, as gestações de adolescentes ocorrem com frequência mais elevada nos municípios com Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) e renda per capita mais baixos. Essas cidades se concentram em uma faixa mais larga da porção sul do estado de São Paulo, próximo ao Vale do Ribeira, e em pequenas manchas no extremo norte (divisa com Minas Gerais) e no extremo oeste (Pontal do Paranapanema).

A segunda é que a proporção de bebês gestados por mães adolescentes caiu nos 17 anos analisados, diminuindo a um ritmo médio de 3% ao ano. As adolescentes geravam cerca de 17% dos bebês nascidos no estado em 2004 e pouco mais de 10% em 2020. Essa redução se deveu principalmente à diminuição no nascimento de filhos de garotas na faixa dos 15 aos 19 anos. Na maior parte do tempo, a proporção de bebês nascidos de meninas entre 10

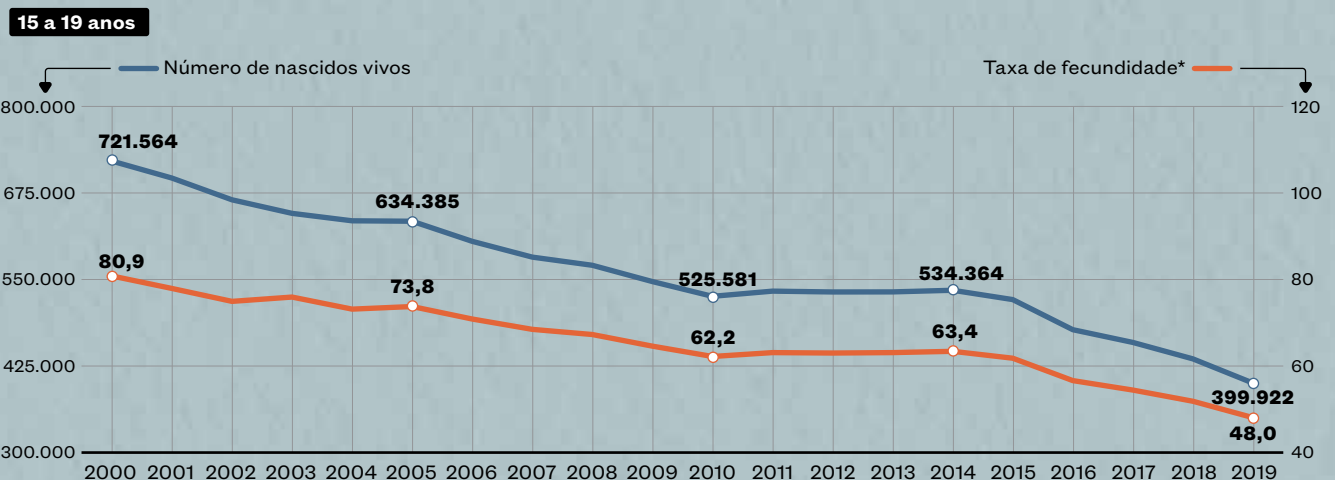
e 14 anos permaneceu estável: em torno de 0,5% do total de nascimentos no estado. “Só a partir de 2014 surgiu uma tendência mais sólida de redução nesse último grupo, justamente aquele em que a gestação é acompanhada de mais complicações”, relata a neonatologista Carina Oliveira, primeira autora dos trabalhos. “Mesmo assim”, ela explica, “não houve uma diferença estatisticamente significativa para as garotas com 10 a 14 anos entre o início e o final do período”.

Os pesquisadores da Unifesp observaram também que as mortes dos bebês das adolescentes nas quatro primeiras semanas após o parto, o chamado período neonatal, diminuíram. A taxa de mortalidade neonatal era de 1,9 óbito em cada grupo de mil nascidos vivos em 2004 e baixou para algo em torno de 0,8 por mil em 2020. Assim como no resto do país, essa taxa também caiu entre os filhos das mães adultas, passando de pouco mais de 6,5 por mil para 6 por mil. A redução entre os bebês das adolescentes, no entanto, ocorreu em um ritmo médio bem mais acelerado: de 4,5% ao ano, contra 0,8% no grupo das mulheres com 20 anos ou mais. “Apesar da queda, ainda há uma proporção importante de mortes que poderia ser evitada, com atendimento de melhor qualidade”, afirma Guinsburg.

Gestar um bebê durante a adolescência não é uma experiência isenta de riscos. Nem para a mãe nem para o filho. Preparado para conceber desde a puberdade, o corpo da mulher ainda se encontra em crescimento e pode competir por nutrientes com o feto. Em parte dos casos, a pelve ainda não alcançou a maturidade e as dimensões necessárias para a passagem mais suave do bebê. Essas características, além de problemas

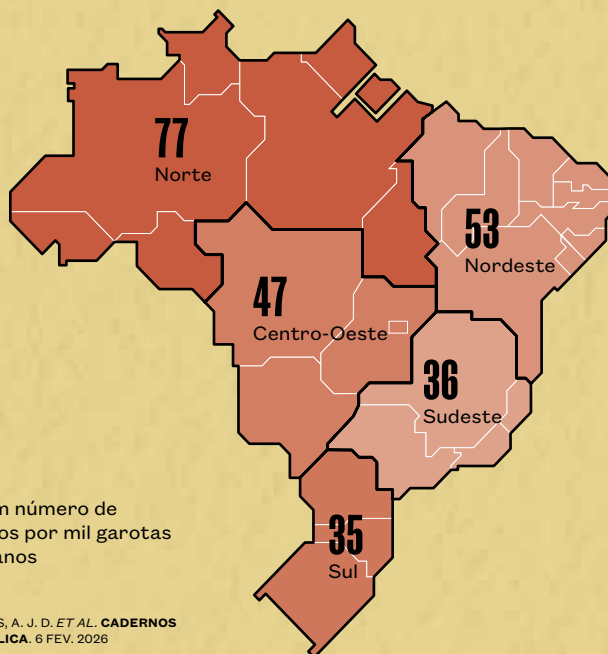
## Duas décadas de redução

Desde 2000, fecundidade e número de filhos nascidos de garotas na faixa dos 15 aos 19 anos, responsáveis por 95% das gestações na adolescência, estão em queda no Brasil



# Um país de desigualdades

A taxa de fecundidade das adolescentes\* foi mais elevada na região Norte e mais baixa na Sul no período 2020-2022



\*Medida em número de nascimentos por mil garotas de 15 a 19 anos

FONTE: BARROS, A. J. D. ET AL., CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA, 6 FEV. 2026

mais frequentes entre grávidas adolescentes do que entre as adultas, aumentam a probabilidade de a gestação precisar ser interrompida antes do tempo adequado (mais de 39 semanas) e de ocorrerem complicações no parto.

Investigando as características da mãe e do bebê que elevam o risco de óbito neonatal, o grupo da Unifesp verificou que a idade materna não foi a que mais gerou impacto na mortalidade. Ter entre 10 e 19 anos durante a gravidez elevou em 4% a probabilidade de a criança morrer nas primeiras semanas de vida. Um problema mais comum e fácil de prevenir se mostrou bem mais relevante: a realização de pré-natal adequado, com ao menos sete consultas médicas. A falta do pré-natal aumentou em 2,8 vezes o risco de morte neonatal. No que diz respeito à criança, nascer com baixo peso (menos de 2,5 quilos) elevou em 20 vezes a probabilidade de óbito.

“É preciso melhorar o cuidado dessas gestantes, de modo a garantir que façam um bom pré-natal, porque nessa fase é possível controlar muitos fatores que podem influenciar o desenvolvimento do bebê”, afirma o pediatra Tulio Konstanyner, da Unifesp. Ele é coautor dos dois trabalhos, que mostraram ainda que os óbitos nas primeiras semanas de vida estão concentrados nos municípios com menor nível de desenvolvimento socioeconômico.

O acompanhamento mais próximo dessas meninas-gestantes, no entanto, ainda está longe do desejável. As evidências vêm da comparação de dados das duas edições do estudo “Nascer no Brasil”,

que, com uma década de separação, entrevistou milhares de mulheres nas primeiras horas após o parto em centenas de municípios brasileiros. Na primeira edição, realizada em 2010 e 2011, a equipe da médica sanitária Maria do Carmo Leal falou com 23,8 mil puérperas em 191 cidades. Desse total, cerca de 4,5 mil (19%) eram adolescentes. Apenas metade dessas garotas, constataram os pesquisadores, havia iniciado o pré-natal até a 12ª semana de gravidez e comparecido ao número mínimo de consultas – na época, seis.

Na edição mais recente, feita entre 2021 e 2025, as menores de 19 anos representavam 12% das 24,3 mil entrevistadas. Novamente, apenas metade começou o pré-natal no período preconizado pelo Ministério da Saúde e compareceu ao mínimo de consultas – entre as mulheres com mais de 35 anos a proporção ultrapassa os 70%.

Talvez por esse motivo, dois indicadores da saúde dos recém-nascidos praticamente não mudaram no período. Dos filhos das adolescentes, 12,7% haviam nascido prematuros (antes de completar a 37ª semana da gestação) na década passada. Agora, foram 12,3% – a média nacional para filhos de mulheres de todas as idades oscilou entre 10,9% e 11,9% no período, de acordo com dados do Ministério da Saúde. A proporção de bebês com baixo peso ao nascer era de 11% no “Nascer no Brasil I” e 10% na versão atual, segundo dados compilados pela epidemiologista Silvana Grando Gama, da Fiocruz, coordenadora-adjunta do estudo, a pedido de *Pesquisa FAPESP*. Já a fração de óbito nas primeiras semanas de vida quase dobrou, passando de 1% para 1,9%.

**E**m uma avaliação recente dos dados apenas do Rio de Janeiro, Gama constatou que as mães adolescentes receberam pior assistência das equipes de saúde do que as mais velhas. Por exemplo, era menor a probabilidade de receberem orientação sobre qual maternidade deviam procurar para dar à luz e sobre a possibilidade de terem um acompanhante, segundo os resultados publicados em 2025 na *Revista de Saúde Pública*. “As gestantes jovens em particular são as que deveriam receber mais orientação, porque são mais inexperientes”, conta a epidemiologista. “Ter a informação sobre qual é o hospital mais adequado para as receber reduz a probabilidade de que tenham de peregrinar de uma maternidade a outra na hora do parto e diminui o risco de complicações”, explica.

Em termos de custo, a gestação de uma adolescente representa um impacto considerável para o Sistema Único de Saúde (SUS). Em Porto Alegre, pesquisadores do Hospital Moinhos de

Vento (HMV) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) coletaram informações sobre valores gastos com consultas, vacinação, uso de medicamentos, testes laboratoriais e outros serviços médicos prestados por uma maternidade de referência a 131 gestantes adolescentes e 132 grávidas na faixa dos 20 aos 30 anos.

**A** gestação de cada garota com idade entre 10 e 19 anos custou aos cofres públicos, em média, R\$ 3.325,69, enquanto a das adultas saiu por R\$ 2.868,64. Isso quando as grávidas são saudáveis e tudo vai bem – uma das razões da diferença de valores foram as internações mais prolongadas das adolescentes. No caso de intercorrências, os custos unitários sobem um pouco, para, respectivamente, R\$ 3.528,26 e R\$ 2.965,08. Já a preexistência de uma enfermidade eleva em 60% os gastos com as adolescentes (R\$ 5.330,04), enquanto com as adultas quase não muda, de acordo com artigo publicado em 2024 no *European Journal of Contraception & Reproductive Health Care*. Ao extrapolar os valores para o total de gestantes em cada faixa etária, os pesquisadores concluíram que o país gasta, por ano, em torno de R\$ 1,2 bilhão para atender as futuras mães com idade entre 10 e 19 anos e R\$ 3,8 bilhões com as mulheres entre 20 e 30 anos, que são em número mais elevado (*ver gráfico na página 18*).

Esses, no entanto, são apenas os custos mais facilmente mensuráveis. “A gestação na adolescência representa uma importante carga clínica, econômica e social no Brasil, que extrapola as despesas diretas com os atendimentos no pré-natal, parto e puerpério”, lembra a nutricionista Bruna Marmett, da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), primeira autora do estudo.

A psicóloga e sanitarista Cristiane Cabral, da Faculdade de Saúde Pública da USP, estuda o comportamento reprodutivo e sexual dos jovens há quase 30 anos e entende a gestação na adolescência como um fenômeno com múltiplas camadas. “Ela pode ocorrer em contextos sociais muito distintos. Além disso, acontece muitas vezes de forma imprevista e envolve um processo complexo de assimilação tanto da jovem quanto da família”, explica.

Em termos de saúde, a gestação na adolescência produz um impacto imediato, enquanto a garota alimenta o bebê em seu ventre. Mas também pode gerar efeitos tardios e mais duradouros, como os psicológicos, sociais e econômicos.

Em um estudo publicado este ano na revista *Behavioral Sciences*, pesquisadores do Instituto de Perinatologia do México avaliaram indicadores de saúde mental em 338 meninas com idade entre 11 e 19 anos que haviam tido o primeiro filho. Constataram que uma em cada três apresentava sinais compatíveis com os de depressão, 18% de ansiedade e 67% de baixa autoestima. O risco de apresentar os sinais desses transtornos variou segundo o contexto social em que viviam. As que tinham menos de 15 anos, aquelas que estavam no grupo mais pobre ou as que viviam com outros familiares, além do parceiro e do filho, apresentaram probabilidade maior de ter baixa autoestima. Já as casadas ou que moravam com o pai da criança tinham probabilidade maior de manifestar sinais depressivos. Os riscos de ter baixa autoestima, depressão e experimentar níveis elevados de estresse foram ainda mais altos para as que trabalhavam fora de casa.

Além das mudanças de humor, outras questões costumam aparecer. Ao revisar 15 estudos publicados entre 2014 e 2024 sobre complicações médicas e efeitos psicossociais da gestação na adolescência, pesquisadores da Universidade



de Sherbrooke, no Canadá, elencaram também a falta de apoio social e a dificuldade de se relacionar com outras pessoas, em especial familiares e amigos; o surgimento de problemas financeiros; o desafio de se equilibrar entre os cuidados da criança e as atividades que realizava antes; e a perpetuação intergeracional da gravidez, como se viu na novela *Três Graças*, da Rede Globo, na qual as personagens principais são mulheres de uma mesma família – mãe, filha e neta – que engravidaram na adolescência. Os detalhes estão em um artigo deste ano na *BMC Public Health*.

**D**iversos trabalhos feitos no Brasil e no exterior já associaram a gestação na adolescência à manutenção da pobreza. Seria um problema cíclico. Mais frequente em comunidades mais pobres e desassistidas de serviços, a gravidez nessa etapa da vida atrapalharia a conclusão dos estudos e a obtenção de empregos que exigem maior qualificação e pagam mais. Os filhos dessas mulheres, por sua vez, teriam menos oportunidades de acesso a boa educação e bons serviços de saúde, ficando expostos aos fatores que levaram suas mães a engravidar cedo.

Anos atrás, a economista Ana Lúcia Kassouf, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP), usou dados da Pesquisa Nacional de Saúde, de 2013, para estimar como a gestação na adolescência havia afetado a vida de mulheres que agora tinham entre 20 e 49 anos. O estudo, publicado em 2020 no *Partnership for Economic Policy Working Paper*, concluiu que ter filho muito cedo reduziu, em média, em 1,3 ano o nível de

escolaridade dessas mães, em comparação com o daquelas que só engravidaram depois de adultas. Ter filho cedo aumentou a probabilidade de essas mulheres entrarem no mercado de trabalho, refletindo a necessidade imediata de renda. Em geral, porém, eram ocupações em atividades informais e menos bem remuneradas. Ao chegar à idade adulta, as mulheres que foram mães na adolescência, independentemente de fatores como cor e nível de escolaridade, entre outros, ganhavam significativamente menos (até 30%, dependendo do modelo usado) do que as que experimentaram a maternidade apenas mais tarde.

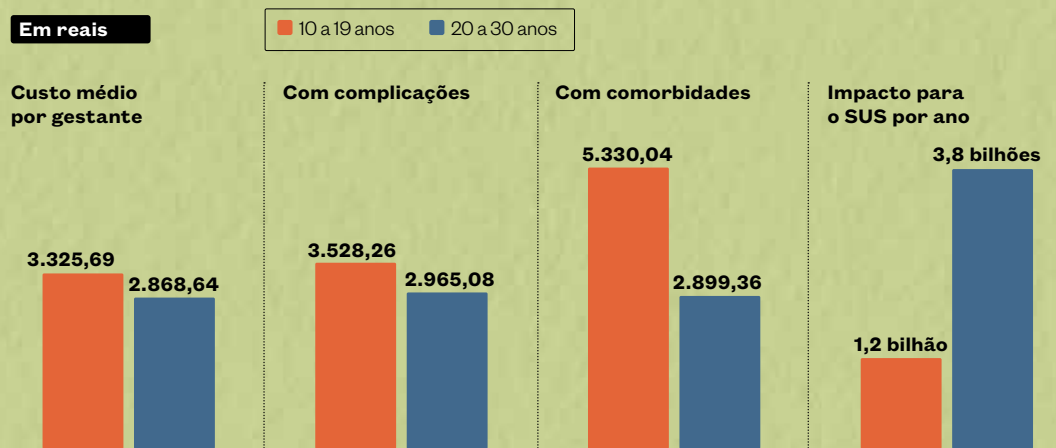
Um pouco antes, a nutricionista Denise Gigante, da UFPel, havia observado algo parecido em Pelotas, no Rio Grande do Sul, ao verificar o impacto que ter filho na adolescência produzia no longo prazo sobre o nível educacional e a renda. Ao chegar aos 30 anos, as mulheres que haviam gerado uma criança entre os 16 e os 19 anos tinham, em média, 2,8 anos a menos de estudo do que as que não tiveram filhos. A redução na escolaridade foi ainda maior, de 4,4 anos, quando a gestação ocorreu entre os 11 e os 15 anos, de acordo com os resultados, publicados em 2018 na revista *BJOG*.

As mulheres que haviam sido mães na adolescência também ganhavam menos do que as sem filhos. A renda era 49% menor quando haviam tido o primeiro filho entre os 16 e os 19 anos e 33% mais baixa se tivessem se tornado mães entre os 11 e os 15 anos. Para os homens, tornar-se pais durante a adolescência não reduziu os rendimentos mais tarde na vida.

Há tempos se sabe, porém, que esse efeito da gestação precoce sobre a escolaridade e o traba-

## O impacto financeiro da gestação

Gasto individual com serviços médicos é mais elevado na gravidez de crianças e adolescentes (10 a 19 anos) do que na de adultas jovens (20 a 30 anos)



FONTE: MARMETT, B. ET AL. THE EUROPEAN JOURNAL OF CONTRACEPTION & REPRODUCTIVE HEALTH CARE. 30 OUT. 2024



lho, apesar de bem documentado na literatura científica, não se manifesta da mesma forma em todas as situações. Em 1997, o sociólogo Carlos Stern, do Colégio de México, instituição de ensino superior especializada em ciências sociais e humanas, publicou na revista *Salud Pública de México* um ensaio crítico no qual rebate o argumento – já então bem disseminado – de que a gravidez na adolescência seria um mecanismo de transmissão de pobreza entre gerações.

“O fato de a gravidez precoce ser frequentemente associada à pobreza não implica que seja um fenômeno que leve à pobreza nem que a perpetue”, afirmou. Ele atribui esse tipo de gestação principalmente às condições socioeconômicas e culturais da população mexicana, que, em algumas situações, a valoriza para a formação precoce da família, e, em outras, utiliza-se dela para sair da casa dos pais e escapar de situações de violência e abuso. Stern relatou ainda que, segundo as evidências disponíveis à época, a maioria das adolescentes grávidas já havia abandonado a escola antes de engravidar, o que tornava improvável que a gestação fosse o motivo de interrupção dos estudos.

Na virada do século, a historiadora e antropóloga Maria Luiza Heilborn, da Uerj, observou algo semelhante no Brasil. No estudo “Gravidez na adolescência (Gravad)”, ela e colaboradores entrevistaram 4.634 homens e mulheres de 18 a 24 anos no Rio de Janeiro, em Porto Alegre e Salvador. Constataram que 47% das mulheres que foram mães na adolescência já não frequentavam a escola quanto tiveram o primeiro filho. O mesmo ocorreu com 53% dos homens. Além disso, 19% das mulheres e 65% dos rapazes já trabalhavam. Em média, 45% das famílias ficaram felizes com a notícia da chegada de um novo integrante e 26% ofereceram ajuda para criar a criança, segundo dados publicados em 2011 na revista *ISRN Obstetrics and Gynecology*.

Heilborn e Cabral, coautora do artigo, notaram uma clara distinção de acordo com o nível socioeconômico. No segmento social mais pobre, com ausência de perspectiva acadêmica e profissional, tornar-se mãe representava uma mudança de *status* desejada pela mulher. Já nas classes média e alta, a maternidade era entendida como uma experiência a ser vivida mais tarde, com a situação profissional e a financeira consolidadas. “Essa concepção ideal de passagem para a vida adulta ignora que a disponibilidade de oportunidades sociais não é oferecida em condições iguais para jovens de diferentes classes sociais”, lembram Heilborn e Cabral.

**N**ão há saída simples para reduzir ainda mais as gestações na adolescência, que não são planejadas em mais da metade – às vezes, 80% – dos casos. Estratégias de prevenção da gravidez são necessárias, mas não bastam. Segundo os estudiosos do assunto ouvidos por *Pesquisa FAPESP*, é preciso também proporcionar ensino de qualidade, que permita qualificar melhor para o mercado de trabalho; mais acesso aos serviços de saúde; e maior disponibilidade de creches, para facilitar o retorno da adolescente aos estudos. “Os jovens querem mais informação sobre sexualidade, que é assunto pouco discutido na escola e ainda um tabu em casa”, constatou Cabral em estudo qualitativo feito há dois anos para avaliar a necessidade de uma nova edição do Gravad. “Falar sobre sexualidade ajuda a prepará-los para vivê-la de modo saudável e responsável. Não falar os deixa desprotegidos.” ●

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





# Na teoria e na prática

Uma das primeiras pessoas com formação em antropologia no estado de Sergipe, pesquisadora contribuiu para a reconquista do território do povo indígena Xokó

ANA PAULA ORLANDI \_retrato MELISSA WARWICK

**E**m 1978, quando fazia o mestrado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a antropóloga sergipana Beatriz Góis Dantas soube pela imprensa que o povo indígena Xokó lutava para reconquistar a terra na ilha de São Pedro (SE), do qual havia sido expulso a partir do final do século XIX.

A pesquisadora lembrou-se de que no início da década de 1970 havia levantado documentação sobre a presença indígena em Sergipe e encaminhou a papelada para o então bispo da cidade de Propriá, que estava do lado dos Xokó. Na época, os registros também subsidiaram o trabalho da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai) e o envolvimento de Dantas na questão contribuiu para a homologação definitiva da terra Caiçara/ilha de São Pedro, em 1992.

Outro tema importante em sua trajetória foram as religiões afro-brasileiras. Em 1982, Dantas defendeu a dissertação de mestrado na Unicamp, que teve como base o material que havia coletado, também no início da década de 1970, no terreiro de Santa Bárbara Virgem, na cidade de Laranjeiras (SE). O trabalho se desdobrou no livro *Vovó Nagô e papai branco. Usos e abusos da África* (Editora Graal, 1988), que ganhou edição em inglês, em 2009, pela Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos.

Ao obter o título de mestra em antropologia, tornou-se uma das primeiras pessoas com formação específica nesse campo em Sergipe. O curso de graduação de ciências sociais foi criado naquele estado apenas em 1991, na Universidade Federal de Sergipe (UFS), onde Dantas, de 84 anos, é hoje professora emérita aposentada.

Em 2023, a pesquisadora recebeu o Prêmio Anpocs de Excelência Acadêmica Gilberto Velho em Antropologia, concedido pela Associação Nacional de Pós-graduação em Ciências Sociais. Ela concedeu a entrevista a seguir em duas rodadas por videoconferência, de sua casa em Aracaju.

## ESPECIALIDADE

Antropologia

## INSTITUIÇÃO

Universidade Federal de Sergipe

## FORMAÇÃO

Graduação no curso de geografia e história da Faculdade Católica de Filosofia de Sergipe, em 1963, e mestrado na Unicamp, em 1982

### **Como começou sua relação com a questão indígena?**

No final da década de 1960, eu ministrava a disciplina Etnografia do Brasil na UFS. Na época, não existia um curso específico de antropologia em nosso estado e essa disciplina era oferecida em diversas graduações, como na de história e serviço social. Em sala de aula, eu trabalhava, entre outros conteúdos, com livros do antropólogo alagoano Arthur Ramos [1903-1949], que discutiam a sociedade brasileira a partir da presença de indígenas, negros e brancos. Lembro que os alunos sempre me perguntavam o que havia acontecido com os indígenas em Sergipe no século XIX e eu não tinha muitas respostas.

### **Por quê?**

Na historiografia local, os poucos estudos sobre essa temática se restringiam ao período colonial, por meio de trabalhos como os do historiador Felisbello Freire [1858-1906]. O que se sabia era que até 1850 existiam oficialmente cinco aldeamentos indígenas na província, mas no final do século XIX as autoridades passaram a afirmar que esses grupos haviam desaparecido. Eu queria entender o que havia acontecido.

### **Onde buscou informações?**

A pesquisa me fez voltar os olhos para o Arquivo Público Estadual de Sergipe, que, em 1969, estava em decadência, com grande parte dos documentos amontoados no chão das dependências de uma escola desativada. Essa instituição foi formalizada em 1923 e teve vários endereços. Antes de seguir para a escola, ela ocupava um espaço na Assembleia Legislativa, mas foi desalojada quando o prédio passou por uma reforma. A mudança do arquivo, nas palavras dos funcionários que trabalhavam nele na época, é uma coisa chocante. Eles contavam que os documentos foram jogados em caçambas descobertas de caminhões, como se fossem sacos de açúcar, para serem levados a essa escola. No trajeto, papéis se perderam.

### **O que achou lá?**

Quando visitei o arquivo pela primeira vez, que já estava nessa escola, abri um códice do século XIX e me deparei com uma descrição das aldeias em 1850. Esse acaso me deu a certeza de que tinha que pesquisar ali, o que era inviável naquele

momento por causa do caos em que se encontrava a documentação. Pouco depois, em 1970, me convidaram para dirigir o recém-criado Departamento de Cultura e Patrimônio Histórico [DCPH], na Secretaria de Educação e Cultura de Sergipe.

### **A senhora aceitou?**

Fiquei indecisa, porque não queria atrapalhar minha carreira de professora universitária, de pesquisadora. Na época, eu investigava cultura popular no interior de Sergipe. Mas aceitei o convite com a condição expressa de que poderia organizar o arquivo. Assumi a função em setembro de 1970 e permaneci nela até abril de 1971, porque era um governo intersticial, composto apenas para completar o restante de um mandato anterior. Nos meses que estive à frente do departamento, realizamos várias ações. Contudo, o trabalho mais importante foi, sem dúvida, o início da reorganização do arquivo.

### **Quais medidas tomou?**

Reuni uma equipe de 10 estudantes da universidade, em sua maioria meus alunos do curso de história, que passaram a receber bolsa do governo estadual, e trabalhamos intensamente durante as

férias. Transferimos toda a documentação para uma nova sede e trouxemos um técnico do Arquivo Nacional [RJ] para nos orientar. Esse trabalho prosseguiu ao longo de anos com a participação da UFS, que transformou o arquivo em um campo de estágio para seus estudantes. Mesmo após minha saída da direção, acompanhei tudo a distância, como pesquisadora.

### **O que descobriu nesse levantamento?**

Concluí que o desaparecimento das aldeias estava ligado a uma legislação fundiária, de 1850, que incorporou essas terras à União. Isso foi feito com a justificativa de que os indígenas estavam aculturados, misturados à população local, e não tinham necessidade de viver nos próprios territórios. Em suma, foi um processo de negação de identidade articulado à expropriação de terras indígenas. O Arquivo Público foi o local onde mais pesquisei, mas procurei documentos, por exemplo, no Instituto Histórico e Geográfico de Sergipe e na Biblioteca Pública Estadual, em Aracaju, além de ter visitado os locais das antigas aldeias.

### **Na época já pesquisava a taieira?**

Sim. A ideia dessa pesquisa começou por volta de 1968, também dentro da disciplina de Etnografia do Brasil. A taieira é uma expressão folclórica, uma dança típica sergipana. Ela foi registrada no século XIX e divulgada pelo folclorista sergipano Sílvio Romero [1851-1914], mas era dada como extinta já na primeira metade do século XX. Ao afirmar isso numa aula, fui contestada por um aluno, que disse haver apresentações de taieira todos os anos em sua cidade, Laranjeiras. Elas aconteciam no dia 6 de janeiro, junto com as festas de Santos Reis, São Benedito e Nossa Senhora do Rosário. Esse aluno me levou até Laranjeiras e me dispus a fazer a pesquisa.

### **A dança tem caráter religioso?**

Sim, tem. Na versão que estudei em Laranjeiras, trata-se de um grupo de dança-cortejo que se insere nas comemorações dos chamados santos protetores dos negros, São Benedito e Nossa Senhora do Rosário. O cortejo acompanha as rainhas que são coroadas pelo padre no interior da igreja e após a missa oferta flores, dança e canta louvores aos santos. Durante o dia, visita presépios ou residências de

“  
**No século XIX,  
as autoridades  
passaram  
a afirmar que  
não havia indígenas  
em Sergipe,  
e eu queria  
entender o que  
havia acontecido**”

peças amigas ou de destaque na cidade que contribuem ou prestigiam a dança. No final da tarde, acompanha a procissão promovida pela igreja. Cumpridas as “obrigações” com os santos, os integrantes do cortejo apresentam-se em outras festas de cunho religioso ou profano, associando devoção e diversão. É um tipo de manifestação que lembra muito a congada mineira, por exemplo.

#### **Por que a taieira era dada como morta?**

Isso tem a ver com a romanização da Igreja Católica, que no final do século XIX centralizou o poder na figura do padre e uniformizou ritos e doutrinas, com ênfase nos sacramentos. No caso da taieira, muitos padres passaram a se recusar a coroar as rainhas alegando se tratar de uma festa pagã feita por negros. Assim, a taieira desapareceu de lugares como Aracaju, São Cristóvão e Lagarto, municípios de Sergipe.

#### **Como essa manifestação conseguiu sobreviver em Laranjeiras?**

Por dois motivos. Primeiro, pela força e determinação de Mãe Bilina, que por mais de 50 anos, entre as décadas de 1920 e 1970, comandou o terreiro de Santa Bárbara Virgem e realizou a festa da taieira na cidade. Seu nome de batismo era Umbelina Araújo, descendia de quatro avós africanos que foram escravizados no Brasil e tinha herdado da mãe a tradição das taieiras. A segunda razão é a presença do cônego Filadelfo Jonatas de Oliveira [1879-1972], pároco de Laranjeiras de 1904 até a década de 1960, um intelectual que apoiava essa manifestação popular sergipana. Comecei a acompanhar os ensaios em 1969 e a festa a partir do ano seguinte. Eu fazia tudo: fotografava, gravava e anotava as observações no meu caderno de campo.

#### **Quais foram os desafios?**

O maior deles foi contatar pessoas ou entidades que pudessem me ajudar com bibliografia e discussões sobre o tema. Em busca de interlocutores, escrevi para a Campanha de Defesa do Folclore Brasileiro e na ocasião o historiador Vicente Salles [1931-2013], que dirigia a *Revista Brasileira de Folclore*, me passou algumas informações. Foi um passo importante, uma vez que não conseguira contatar a Associação Brasileira de Antropologia



# **Acompanhei de perto a vida do terreiro, registrando, por exemplo, os rituais e a inserção daquele espaço no cotidiano da cidade**

[ABA], que ficou uns tempos sem se reunir nos primeiros anos da ditadura militar [1964-1985]. Trabalhei sem orientação, guiando-me pelos manuais de pesquisa, mas busquei ir além do que habitualmente é tido como trabalho de folclore. Fiz isso ao incorporar técnicas e práticas dos antropólogos, dos historiadores e de pesquisadores do campo das artes, repassando, por exemplo, as gravações que realizei para especialistas transporem para partituras. Embora eu já lecionasse na universidade, arqueei com todas as despesas de pesquisa, assim como de publicação do livro *A taieira de Sergipe: Uma dança folclórica*, lançado pela editora Vozes em 1972.

#### **Qual foi a repercussão do livro?**

Foi muito além do esperado. A rede de intelectuais que eu acessara em busca de ajuda e para a qual mandei o livro, sugeriu enviá-lo para outras pessoas e isso fez com que a obra recebesse comentários de gente como a socióloga Maria Isaura Pereira de Queiroz [1918-2018], da Universidade de São Paulo [USP], o sociólogo francês Roger Bastide [1898-1974], da Universidade de Paris, e do folclorista

Câmara Cascudo [1898-1986]. Quando entreguei o livro à Mãe Bilina, ela me perguntou se eu não queria fazer um livro também sobre o seu terreiro. Fiquei muito feliz com o convite porque ela era uma mulher muito reservada, mas senti que precisava me preparar mais em relação à metodologia. Escrevi um projeto e comecei a pesquisa em 1973.

#### **Como foi a experiência?**

Incrível. Acompanhei de perto a vida do terreiro registrando, por exemplo, os rituais e a inserção daquele espaço no cotidiano da cidade. Infelizmente, Mãe Bilina morreu em 1974 e fiquei com esse material. Mais tarde, o conteúdo inspirou minha dissertação de mestrado, que defendi em 1982, na Unicamp.

#### **Por que foi para a Unicamp?**

Com a criação do Plano Institucional de Capacitação Docente da UFS, a universidade instituiu uma escala para a saída de professores interessados em fazer pós-graduação, avaliando as áreas que eram mais carentes de profissionais qualificados. Eu queria me especializar em antropologia. Já meu marido tinha ingressado como docente na UFS mediante concurso para sociologia, mas como tinha livro publicado na área de história política, e não havia nenhum professor em ciência política, ele foi encorajado a fazer mestrado nessa área. Ficamos em Campinas em 1978 e 1979. Escolhemos a Unicamp por sugestão do antropólogo paulistano Luiz Mott, à época professor daquela universidade. Eu o conheci em 1971, quando ele pesquisava no Arquivo Público de Sergipe.

#### **Qual foi o recorte da dissertação?**

Pesquisei as religiões afro-brasileiras a partir de um estudo de campo no terreiro de Mãe Bilina, em Laranjeiras, considerado nagô puro. Nagô foi o nome atribuído aos povos de língua iorubá, que habitavam a costa ocidental da África, onde hoje estão países como Nigéria e Benin, e vieram escravizados para o Brasil. Aqui, o termo passou a ser aplicado também às tradições religiosas desses povos e seus descendentes, que são muito fortes no Nordeste, sobretudo na Bahia. Os dados que coletei no início dos anos 1970 revelaram algo que me chamou a atenção: os critérios

dessa “pureza nagô” não coincidiam com aqueles descritos nos candomblés da Bahia pela literatura clássica, que, desde os anos 1930, fazia comparações entre África e Brasil.

### **Quem orientou o trabalho?**

Quando fui para a Unicamp, já levei esse material etnográfico e passei a dialogar com pesquisadores como Manuela Carneiro da Cunha e Peter Fry, que se tornaram orientadora e coorientador do trabalho. A partir daí, desenvolvi a pesquisa em dois planos: primeiro, fiz uma análise detalhada do campo religioso em Laranjeiras, centrada no terreiro de Santa Bárbara Virgem. Depois, ampliei a discussão para o plano nordestino e nacional, questionando a ideia de “pureza” como algo dado. Argumentei que ela é uma construção social, que envolve não só os praticantes, mas também intelectuais e antropólogos, que ajudaram a consolidar essa noção ao longo do tempo. Com isso, procurei deslocar o foco da África para o Brasil, mostrando os terreiros como espaços dinâmicos, em constante interação com a sociedade, o Estado, a Igreja e outros atores sociais.

### **Em 1978, quando a senhora estava na Unicamp, o povo indígena Xokó lutava para recuperar a propriedade da terra da ilha de São Pedro. Como participou desse episódio?**

Soube da situação pela imprensa e logo me lembrei da documentação que havia reunido desde o início dos anos 1970. Coloquei esse material à disposição do bispo da diocese de Propriá, município próximo ao município de Porto da Folha, onde fica a ilha de São Pedro. Esse religioso seguia as orientações do Cimi [Conselho Indigenista Missionário] e apoiava aquele povo indígena. Naquele momento, os Xokó haviam sido expulsos da ilha de São Pedro por decisão da Justiça de Sergipe e respondiam a processos por invasão de terras. Em 1979, lideranças dos chamados caboclos da Caiçara, como os próprios Xokó se definiam na ocasião, recorreram à Funai, que enviou para lá uma antropóloga para avaliar a situação. Pouco depois, o grupo retomou a ilha e, com o apoio do Cimi, da diocese e de outros setores da sociedade, conseguiu permanecer no local, mesmo enfrentando processos judiciais e a violên-

cia de fazendeiros. A presença da Funai, ainda que esporádica, ajudava a conter parte dos conflitos, mas a situação jurídica da terra seguia indefinida. Até que, devido à repercussão do caso, inclusive internacionalmente, o governo de Sergipe declarou a área de utilidade pública e a doou à União. Ainda assim, os conflitos continuaram, com invasões, restrições ao uso da terra e diversas formas de pressão sobre a comunidade indígena.

### **Como estava a situação quando a senhora retornou a Sergipe, em 1980?**

Os Xokó construíram alianças importantes com a diocese de Propriá, com setores progressistas, estudantes e professores universitários, além de parte da imprensa. Ainda assim, eram pouco reconhecidos pela população sergipana de forma geral, já que não se enquadravam em termos de aparência ao imaginário de indígena que povoa o senso comum. Com colegas da universidade, fomos até a ilha e realizamos um levantamento sobre a comunidade. Identificamos, entre outras questões, a falta de professores e a especificidade da cerâmica xokó, o que permitiu incluí-la em uma pesquisa da UFS sobre esse tipo de produção no estado.



**O povo Xokó conseguiu permanecer na ilha de São Pedro, mesmo enfrentando processos judiciais e a violência de fazendeiros**

### **Poderia falar sobre esse povo indígena?**

Há registros da presença dos Xokó, com diferentes grafias, desde o período colonial, em uma área que vai de Sergipe ao sul do Ceará. Entre os séculos XVII e XIX, eles aparecem nas margens do rio São Francisco, em territórios hoje pertencentes a Pernambuco, Alagoas e Sergipe, quase sempre ligados a missões religiosas. No século XX, ainda havia grupos identificados como Xokó em antigas áreas missionárias, como a ilha de São Pedro e Porto Real do Colégio [AL]. Parte dessa população migrou, desde o fim do século XIX, para Alagoas, formando o povo Kariri-Xokó, reconhecido pelo SPI [Serviço de Proteção aos Índios]. Outra parte permaneceu em Sergipe e, no final dos anos 1970, iniciou o processo de retomada do território e da identidade indígena.

### **A senhora publicou um livro sobre os Xokó naquela ocasião?**

O livro saiu em 1980, pela Comissão Pró-Índio de São Paulo, então presidida por Manuela Carneiro da Cunha, que me incentivou a escrevê-lo. Intitulado *Terra dos Índios Xokó: Estudos e documentos*, foi produzido em 1979, durante meu mestrado na Unicamp, com a colaboração do jurista Dalmo de Abreu Dallari [1931-2022], da USP. Além de um panorama histórico desse povo, a obra traz em fac-símile a documentação arquivística, com o objetivo de fundamentar os direitos territoriais dos Xokó e subsidiar análises da Funai, por exemplo.

### **Qual foi sua participação na Comissão Pró-Índio de Sergipe?**

Fui cofundadora e primeira presidente dessa comissão, criada em 1981 diante do impasse na questão Xokó e que funcionou até 1986. As terras já haviam sido doadas à União, mas não estavam vinculadas à Funai, o que travava a regularização. Com apoio de Manuela e da comissão de São Paulo, organizamos uma entidade local para acompanhar o processo. A atuação combinava mobilização pública e articulação institucional, reunindo documentos e pressionando órgãos federais. Esse esforço conjunto contribuiu para que, em 1984, a ilha de São Pedro fosse finalmente reconhecida como terra indígena.

### O que aconteceu a partir daí?

A Funai passou a atuar de forma efetiva naquele território, com posto de saúde e escola, por exemplo. Houve melhorias, mas também o início de uma nova luta: a disputa pela área da fazenda Caiçara, terra no continente que a documentação mostrava ser ocupada por eles desde, pelo menos, o tempo das missões religiosas. Esse processo se estendeu aos tribunais, com atuação sobretudo do procurador da República em Sergipe Evaldo Campos, até a homologação definitiva da terra Caiçara/ilha de São Pedro, em 1992, no governo de Fernando Collor de Mello.

### Ao obter o título de mestre em antropologia, a senhora tornou-se a primeira antropóloga com formação específica em Sergipe?

Sim, mas isso não quer dizer que a antropologia não fosse feita aqui. Felte Bezerra [1908-1990], por exemplo, foi uma figura central do nosso campo em Sergipe. Ele nasceu em Sergipe e se formou em odontologia na Bahia, onde teve contato com Arthur Ramos. Na volta a Aracaju, virou professor do que hoje seria ensino médio e se envolveu na criação da Faculdade Católica de Filosofia de Sergipe [Fafi], da qual se tornou professor de antropologia. Era muito articulado: mantinha correspondência com nomes importantes das ciências sociais como Roger Bastide e Emilio Willems [1905-1997] e escreveu um livro fundamental: *Etnias sergipanas* [1950]. Nos anos 1960, mudou-se para o Rio de Janeiro, com o sonho de abrir uma empresa em parceria com um amigo que, entretanto, não deu certo. Lá, passou dificuldades, fez vários trabalhos para se sustentar e ficou um tempo afastado da vida intelectual. Depois, na década de 1970, retomou os estudos por conta própria e escreveu seis livros voltados à teoria da antropologia, mas nunca mais conseguiu ser professor, pois a pós-graduação na área já era exigida em instituições de ensino superior no Rio de Janeiro.

### A senhora cursou qual graduação?

Eu me formei em 1963, na Fafi, no curso de geografia e história. Depois de formada, a convite do padre Luciano Cabral Duarte, então diretor da Fafi, fui ministrar disciplinas do campo da antropologia para substituir a professora

# “ Colaborei com o Iphan no processo que reconheceu a produção de renda irlandesa, em Sergipe, como patrimônio cultural imaterial do Brasil

Josefina Leite Campos, que enfrentava uma grave doença degenerativa que a levou à morte, em 1969. Ela tinha sido minha professora na graduação e despertou em mim o gosto pela antropologia e pela pesquisa. Nessa época, além da Fafi, havia na cidade de Aracaju outras quatro pequenas faculdades. Todas foram incorporadas à UFS, instalada em 1968, e me tornei professora da universidade nessa ocasião.

### Por que não fez doutorado?

Ao voltar a Aracaju após o mestrado na Unicamp, questões familiares e profissionais foram se sobrepondo. Na década de 1980, aumentaram meus encargos na UFS. Além das aulas – ampliadas pela demanda por antropologia de vários cursos de graduação e também por cursos de especialização – envolvi-me com o museu de antropologia da universidade e atividades de extensão. O doutorado foi sendo postergado e acabou não acontecendo. Também participei da criação do Núcleo de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais [NPPCS] na UFS, que antecedeu a implantação da graduação nessa área, ocorrida apenas em 1991. O

núcleo foi instituído em 1987 e oferecia uma pós-graduação *lato sensu* sobre Estado e sociedade no Nordeste. Os professores, na sua maioria egressos dos mestrados realizados em outros estados, tinham formação em, por exemplo, ciência política e economia. Ministrei disciplinas de antropologia até 1996, orientando alguns trabalhos. Foi nesse contexto que se lançaram as bases dos atuais cursos de doutorado em sociologia e de mestrado em antropologia da UFS.

### Continuou a pesquisar após a aposentadoria?

Naquele momento, queria continuar pesquisando, mas também precisava cuidar de mulheres fundamentais na minha trajetória, minha mãe e minha sogra, já fragilizadas. Decidi acompanhá-las de perto e, nesse processo, reaproximei-me de práticas como costura e bordado, que faziam parte do universo delas e da minha formação. A convite do antropólogo Antônio Augusto Arantes, que havia sido meu professor na Unicamp, participei de uma iniciativa do Comunidade Solidária, projeto do governo federal comandado pela então primeira-dama, a antropóloga Ruth Cardoso [1930-2008], sobre as rendeiras da cidade de Divina Pastora [SE]. Em 2000, fiz uma etnografia sobre a renda irlandesa produzida por essas mulheres, suas técnicas, organização e desafios. O trabalho resultou em ações como a criação de uma associação de rendeiras. Mais tarde, colaborei com o Iphan [Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional] no processo que reconheceu esse saber como patrimônio cultural imaterial do Brasil, em 2008.

### O que tem feito nos últimos anos?

Em 2024, nos 50 anos da morte de Mãe Bilina, fizemos um evento em Laranjeiras envolvendo a UFS e o terreiro de Santa Bárbara Virgem, onde foi montada uma exposição sobre a matriarca. Também publiquei o catálogo *Heranças da África, vivências no Brasil: Bilina de Laranjeiras* e reeditei um documentário de 1973 em que ela aparece no comando das taieiras durante a festa de 6 de janeiro. Ainda em 2024, saiu o livro *Povos indígenas em Sergipe: Contribuição à sua história*, com artigos que escrevi entre 1973 e 1992. Nunca esqueço os temas que pesquisei, estou sempre revisitando-os. ●


# Voo internacional

Metodologia analisa dados abertos sobre pequenas empresas inovadoras para compreender o sucesso das que se internacionalizam

FABRÍCIO MARQUES

Quais são as características das pequenas e médias empresas (PME) de base científica e tecnológica brasileiras que conseguem competir no mercado global? Um estudo publicado no fim do ano passado no *Journal of Knowledge Management* cruzou informações públicas relacionadas a 2.367 dessas firmas, todas elas apoiadas por programas públicos de suporte à inovação, e identificou fatores que se relacionam com sua capacidade exportadora e o sucesso de sua inserção internacional. De um lado, a intensidade dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a preocupação em proteger sua propriedade intelectual se revelaram fortes preditoras do desempenho exportador das empresas – as que aportaram mais recursos públicos e privados em P&D e as que registraram patentes e celebraram contratos de transferência de tecnologia apresentaram níveis superiores de participação em mercados do exterior em relação às que não tinham esses atributos.

Essas duas correlações não surpreenderam os autores do estudo. “Os resultados confirmam o impacto dos programas que investem recursos públicos em empresas inovadoras e mostram que aquelas que reconhecem o valor



de suas tecnologias e as protegem posicionam-se melhor para receber investimentos externos”, explica o cientista da computação Marcos Marcon, primeiro autor do artigo, que foi fruto de seu doutorado concluído em 2023 no Departamento de Política Científica e Tecnológica da Universidade Estadual de Campinas (DPCT-Unicamp). “A titularidade de uma patente não é necessariamente um passaporte para a inserção internacional, mas o esforço em garantir a proteção da propriedade intelectual é estratégico para atuar em mercados internacionais, além de ser valorizado por investidores.” Empresas que receberam investimentos internacionais também exibiram propensão maior a se tornarem exportadoras. Segundo a análise de Marcon, os dados levantados em seu estudo não permitem afirmar se a exposição ao capital estrangeiro criou conexões internacionais que favoreceram a competitividade dos negócios ou se a ampliação da capacidade exportadora foi uma demanda explícita dos investidores.

Um dado inesperado surgiu ao avaliar o perfil de recursos humanos das PME mais internacionalizadas. Enquanto mestrado e doutorado são fundamentais para a etapa de criação de pequenas empresas de base tecnológica, os níveis mais altos de internacionalização foram identificados em empresas híbridas, ou seja, aquelas que combinaram a utilização intensiva de profissionais de nível médio e técnico com força de trabalho altamente especializada. “Não há dúvida de que a presença de mestres e doutores é fator crítico para a criação de empresas de base tecnológica, mas, na amostra avaliada, as empresas com maior inserção internacional possuíam também um quadro de qualificação intermediária bem desenvolvido, conferindo habilidades operacionais essenciais ao desempenho exportador”, diz Marcon. Ele considera que, nessas PME, há um efeito de propagação do conhecimento, a partir dos níveis mais qualificados para as áreas operacionais. “É como se a presença de um pesquisador gerasse a faísca, mas a empresa precisasse de ativos complementares para criar musculatura e capacidade de internacionalização”, afirma.

O estudo conclui, ainda, que não é apenas a atividade exportadora que traz aprendizados para as PME consolidarem sua presença no mercado internacional. Também a importação de insumos e de materiais sofisticados pode alavancar essa competência. “São as chamadas importações inteligentes, que contribuem com o desenvolvimento tecnológico das empresas e seu desempenho exportador. Empresas que desenvolvem nanomateriais, por exemplo, dependem, nos seus estágios iniciais, da aquisição de insumos que frequentemente não estão disponíveis no país. Esse exercício de estabelecer relações com o mercado externo contribui para a futura criação de produtos de alto valor agregado no país”, afirma o cientista da computação.

**R**enato Garcia, pesquisador do Instituto de Economia da Unicamp – que não participou do estudo, mas integrou a banca de doutorado de Marcon –, enxerga no fenômeno das importações inteligentes um indício do sucesso das PME exportadoras em se tornarem elos de grandes cadeias globais de suprimentos. “Quando elas importam insumos e exportam produtos de alto valor, conseguem obter uma proteção natural contra variações do câmbio que não é alcançável pelas empresas que comercializam *commodities*. Se o dólar sobe, os insumos encarecem, mas, pela relevância dos produtos, é possível repassar esses custos para o preço final. Se o dólar cai, as importações ficam mais baratas e a competitividade melhora”, explica.

A ideia de investigar o empreendedorismo intensivo em tecnologia e sua capacidade exportadora surgiu em conversas de Marcon com seu orientador, Sérgio Queiroz, professor do DPCT-Unicamp, que durante vários anos foi coordenador-adjunto de Pesquisa para Inovação da FAPESP e um dos responsáveis pelo Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe). Desde 1997, o programa já apoiou com recursos não reembolsáveis mais de 2 mil startups do estado de São Paulo. “Eu sempre me espantava

quando ia entrevistar os empreendedores que apresentavam projetos para o Pipe com a falta de planos para explorar o mercado internacional”, lembra-se Queiroz. “Às vezes, o empresário dizia que sua solução era inédita no mundo. Daí eu perguntava: ‘Então por que você só pretende explorar o mercado brasileiro, que representa uma pequena parcela do mercado mundial?’”

É certo que, mesmo em países desenvolvidos, surgem mais empresas interessadas em explorar o mercado interno do que o internacional. Dados levantados por Marcon mostram que apenas 10% das 50 mil empresas já apoiadas pelo programa Small Business Innovation Research (Sbir) competiam no mercado global – esse programa, que inspirou iniciativas semelhantes mundo afora, foi instituído nos Estados Unidos em 1982 para estimular o empreendedorismo de negócios intensivos em tecnologia e é operado simultaneamente por 11 diferentes agências de fomento (ver Pesquisa FAPESP nº 353). No caso do Brasil, a falta de apetite das empresas pelo mercado global se explica pela amplitude do mercado interno e as oportunidades que ele oferece.

**U**m levantamento sobre empresas de base científica e tecnológica na América Latina mostrou que startups brasileiras intensivas em ciência, as chamadas *deep techs*, tem muito mais dificuldade de obter investimentos privados do que as de nações na vizinhança (ver Pesquisa FAPESP nº 359). Embora o Brasil concentre mais de 70% das *deep techs* latino-americanas, elas alavancaram em 2024 US\$ 216 milhões, menos da metade do valor obtido pelas empresas congêneres da Argentina e um terço das do Chile. Segundo o relatório, o desempenho dos dois países, que têm mercados internos bem menores que o brasileiro, explica-se pela presença de startups que já nascem buscando disputar o mercado global. Esse tipo de ambição é mais escasso nas empresas do Brasil, ainda que o levantamento destaque exemplos de *deep techs* internacionalizadas, como a brain4care, que criou uma tecnologia não invasiva de monitoramento da pressão intracraniana, a growPack, que desenvolve embalagens sustentáveis, ou a Symbiomics, que produz cepas de microrganismos utilizados como bioinsumos na agricultura.

Na avaliação de Queiroz, o baixo interesse das empresas brasileiras pelo mercado global gera um grande problema para o país, que mantém uma participação baixa em cadeias internacionais de produção. “Esse olhar provinciano necessita ser revertido. Precisamos repensar nossa inserção nas redes globais de valor. Os países estão tendo que se reposicionar, frente à política protecionista



## Com baixo apetite de empresas pelo mercado global, Brasil participa pouco de grandes cadeias de produção

da principal potência econômica do planeta, mas não dão mostras de que vão se fechar por causa disso.” Em um artigo publicado em julho de 2025 no *Journal of Technology Transfer*, Queiroz e os economistas Nicholas Vonortas, da Universidade George Washington, nos Estados Unidos, e Otaviano Canuto, que foi diretor do Fundo Monetário Internacional, destacaram o alcance limitado dos subsídios e incentivos fiscais destinados a promover P&D nas empresas brasileiras e defenderam a necessidade de reduzir o protecionismo e impulsionar sua internacionalização. “Reverter a orientação voltada para o mercado interno da indústria brasileira é um objetivo fundamental para qualquer política que vise estimular o aumento de P&D e inovação empresarial”, escreveram.

Outro mérito da pesquisa de Marcon foi o desenvolvimento de uma metodologia inovadora, baseada em algoritmos de mineração de dados, que recuperou informações disponibilizadas por instituições públicas sobre as empresas e cruzou esses grandes volumes de dados abertos para identificar comportamentos e tendências. “O estudo trouxe uma novidade metodológica. Ele não teve acesso privilegiado a bases de dados, mas, utilizando técnicas de mineração, mostrou que é possível extrair informações bastante relevantes das empresas”, comenta Renato Garcia.



Marcon explica que, quando ingressou no doutorado, observou que os pesquisadores do DPCT costumam produzir estudos baseados em levantamentos de dados primários, em geral com a aplicação de questionários. “Minha formação é em ciência da computação e me interessei por trabalhar com a análise de dados abertos”, recorda-se. “Como o processo de internacionalização das empresas é considerado um vetor forte de inserção econômica, surgiu a ideia de olhar para o universo das pequenas e médias empresas.” A tarefa se revelou complexa. De um lado, havia uma grande oferta de dados. “A Lei de Acesso à Informação, de 2011, foi um grande estímulo para que órgãos públicos passassem a disponibilizar dados, que culminou com o lançamento do Portal de Dados Abertos do governo federal em 2016”, diz. Mas, de outro, as informações relacionadas a atividades científicas não dialogavam com os dados econômicos.

As 2.367 pequenas e médias empresas da amostra receberam financiamento público para inovação entre 1997 e 2020 por meio da FAPESP, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Para avaliar o desempenho econômico e exportador das PME, foi necessário fazer um cruzamento de informações dis-

persas em repositórios de dados abertos muito heterogêneos, como o da Receita Federal e do Banco Central, além do cadastro de empresas importadoras e exportadoras do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. “Encontramos dados muito interessantes, por exemplo, sobre investimentos vindos do exterior para essas empresas, que mostravam seu grau de exposição internacional”, afirma Marcon.

**O** método matemático de análise probabilística desenvolvido foi objeto de um depósito de patente em 2023. “Ele é capaz de analisar organizações de um determinado setor e buscar correlações entre seus ativos e com diferentes atores”, explica. O método foi aplicado também a ecossistemas de inovação e gerou uma plataforma, aperfeiçoada com apoio do programa Pipe e lançada por uma empresa de análise de dados, a OpenSense, instalada na incubadora do Parque Tecnológico de São José dos Campos. “Conseguimos analisar os ecossistemas de inovação de todos os 5.570 municípios brasileiros, identificar as empresas de base tecnológica de seus territórios, suas competências e os pesquisadores que atuam nelas, e fazer correlações com atividades econômicas”, diz.

Entre os clientes que assinam os serviços da plataforma, há universidades, parques tecnológicos, investidores-anjo e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). Utilizando informações disponibilizadas pela Receita Federal, pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), além de contratos de transferência de tecnologia e dados sobre compras públicas e a presença de pesquisadores no quadro societário de empresas, a plataforma fez uma estimativa do número de empresas intensivas em ciência e tecnologia no Brasil: foram contabilizadas mais de 17 mil, número mais elevado do que o de outros mapeamentos disponíveis. ●

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

# A diversidade das revistas universitárias

Levantamento coloca o Brasil em terceiro lugar entre os países que mais têm periódicos científicos vinculados a instituições de ensino superior

SARAH SCHMIDT — ilustrações VERIDIANA SCARPELLI

**U**m mapeamento global sobre periódicos universitários, aqueles afiliados a instituições de ensino superior ou aos seus departamentos, encontrou 19.414 títulos ativos em 148 países. Há uma alta concentração desse tipo de publicação em poucas nações, sendo que Estados Unidos (2.188 títulos), Indonésia (2.131 títulos) e Brasil (1.530 títulos) ocupam os primeiros lugares. Apenas 10 países representam 62,92% de todos os periódicos universitários identificados no diretório internacional Ulrichsweb, a principal base usada no levantamento do estudo (*ver infográfico na página 33*). Quase metade deles opera em acesso aberto. Os dados foram divulgados em janeiro de 2026 em um artigo na revista científica *Scientometrics*, assinado por pesquisadores do Centro Leibniz de Informação para Ciência e Tecnologia (TIB), na Alemanha, e das universidades de Tampere, na Finlândia, e Hacettepe, na Turquia.

Esses periódicos são publicados por uma diversidade de unidades dentro das instituições de ensino superior, como bibliotecas, editoras universitárias, departamentos acadêmicos e faculdades. De acordo com o artigo, eles desempenham um papel essencial no apoio a modelos de disseminação do conhecimento e são localmente



enraizados. Muitos são abertos e não comerciais. “Revistas universitárias multilíngues e de acesso aberto desempenham um papel fundamental na democratização da ciência e no apoio à sua diversidade”, disse a *Pesquisa FAPESP* a primeira autora do artigo, a especialista em comunicação científica Maryna Nazarovets, que faz pós-doutorado no Centro Leibniz.

Ela destaca que 45,9% dos mais de 19 mil periódicos estão indexados no Diretório de Revistas de Acesso Aberto (Doaj) e, desses, três quartos operam no modelo de acesso aberto diamante, que não cobra taxas dos autores nem dos leitores. Nazarovets avalia que, ao disponibilizar gratuitamente os resultados de pesquisa, essas publicações ampliam o acesso ao conhecimento, especialmente em regiões com menos recursos, reduzindo desigualdades globais.

O trabalho utilizou o Ulrichsweb como fonte principal de dados, complementados com registros das bases Scopus, da editora Elsevier, Web of Science, da Clarivate, e OpenAlex, da organização OurResearch, além do Doaj. De acordo com o estudo, as ciências sociais e as humanidades dominam o perfil disciplinar desses periódicos, que têm grande diversidade linguística. Mais de um terço deles publica exclusivamente em idiomas que não o inglês. “Publicar não apenas em

inglês ajuda a fortalecer tradições acadêmicas locais, torna a pesquisa mais acessível às comunidades e formuladores de políticas nacionais e apoia temas que podem ser negligenciados por revistas globais”, observa Nazarovets.

Para ela, a proeminência brasileira no panorama das revistas universitárias parece refletir uma combinação de fatores. “Em primeiro lugar, o Brasil é um país grande, com um sistema bem desenvolvido de universidades públicas. Para muitas dessas instituições, ter seus próprios títulos é parte integrante da infraestrutura acadêmica, assim como possuir bibliotecas ou laboratórios”, observa, ressaltando também o papel do sistema nacional de avaliação da pós-graduação organizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que cria uma demanda constante por canais de publicação e incentivou o crescimento de revistas nacionais, incluindo aquelas vinculadas a universidades. “Evidentemente, a experiência de outros países mostra que esse tipo de demanda não leva automaticamente a publicações de alta qualidade, mas ajuda a explicar por que novas revistas continuam surgindo”, afirmou. Nazarovets destaca que seu estudo não avaliou esses periódicos a partir de métricas de desempenho baseadas em citações. “Os títulos analisados refletem contextos regio-

nais, institucionais e editoriais muito diversos. Por essa razão, seria cauteloso evitar conclusões amplas sobre qualidade ou impacto.” A pesquisadora também ressalta o pioneirismo do Brasil em publicações de acesso aberto, como o programa SciELO, criado em 1996 com apoio da FAPESP.

**S**igmar de Mello Rode, ex-presidente da Associação Brasileira de Editores Científicos (Abec-Brasil), conta que há uma razão histórica para a criação de um grande volume de revistas científicas universitárias no Brasil. “Na década de 1990, quando o MEC [Ministério da Educação] avaliava os cursos de pós-graduação, uma das perguntas era: ‘A universidade tem revista própria?’. Fui avaliador nesse período”, conta Rode, professor do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de São José dos Campos. Para ele, isso funcionou como um importante indutor para que essas instituições passassem a criar periódicos científicos.

Rode ressalta que as revistas universitárias têm papel central na comunicação científica, uma vez que difundem o conhecimento no ambiente em que ele é gerado. No entanto, enfrentam desafios importantes, como combater a endogenia – quando a revista de um programa de pós-graduação publica muitos estudos de seus próprios pesquisadores – e conseguir a sustentabilidade financeira. “Esses periódicos dependem de recursos institucionais cada vez mais escassos, o que tem levado algumas delas a cobrar pelas taxas de publicação [APC]”.

Washington Segundo, coordenador-geral de informação científica no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Técnica (Ibict), que não participou do estudo, lembra que, entre os

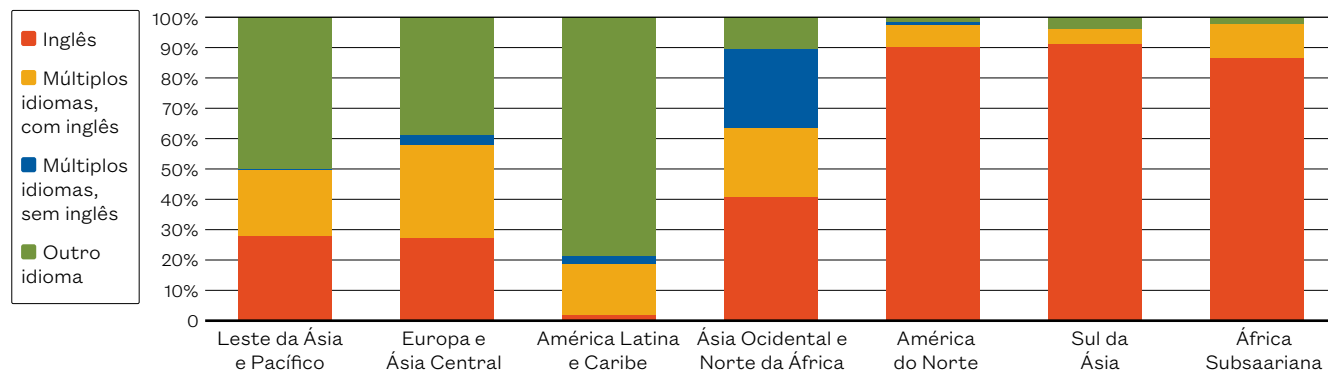
anos 2000 e 2015, houve um movimento capitaneado pelo Ibict para que as universidades e instituições de pesquisa lançassem suas revistas de acesso aberto. “Nesse período, o Ibict oferecia ações de treinamento do software livre Open Journal Systems (OJS) para que as instituições criassem periódicos”, explica Segundo, professor do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação do Ibict.

Ele avalia o levantamento da *Scientometrics* como relevante e difícil de realizar porque muitos periódicos universitários não disponibilizam seus metadados. E alerta que o mapeamento possivelmente está incompleto, porque muitas dessas revistas não aparecem nas bases internacionais usadas, em geral por limitações técnicas, como não terem assinatura de um serviço de DOI, o Digital Object Identifier, para seus artigos. Os números encontrados pelos pesquisadores europeus são diferentes dos levantados pelo Ibict por meio do portal Miguilim, plataforma que reúne e organiza periódicos científicos do país: em março, o Brasil tinha 5.274 revistas científicas cadastradas e 4.999 ativas. Desse total, 2.705 são vinculadas a universidades e instituições de pesquisa.

Manter uma revista acadêmica universitária operando é desafiador, avalia a dentista Ana Carolina Magalhães, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Bauru. Há três anos, ela é editora do *Journal of Applied Oral Science (Jaos)*, uma das 204 publicações científicas ligadas à USP. A revista, que integra a biblioteca SciELO desde 2003 e opera no modelo diamante, recebe cerca de 800 submissões por ano e publica em média 90 artigos, de 66 países. Entre os principais desafios, Magalhães destaca a manutenção da sustentabilidade financeira e da mão de obra qualificada, além da necessidade de encontrar bons pareceristas. Com mais de 30

## Os idiomas das publicações











A língua dos periódicos universitários varia por região; na América Latina e Caribe, predomina o não uso do inglês



FONTE: NAZAROVETS, M. ET AL. SCIENTOMETRICS, JAN. 2026

# Distribuição pelo mundo

Os 10 países com mais revistas científicas ligadas a instituições de ensino superior

Países	Quantidade de periódicos
 Estados Unidos	2.188
 Indonésia	2.131
 Brasil	1.530
 Rússia	1.179
 Reino Unido	1.069
 Turquia	1.024
 Ucrânia	986
 Espanha	761
 Irã	719
 Polônia	628

FONTE NAZAROVETS, M. ET AL. SCIENTOMETRICS. JAN. 2026

anos, a revista do curso de odontologia tem duas editoras-chefes não remuneradas, enquanto três bibliotecários da universidade dedicam parte do seu tempo às questões operacionais da publicação.

O custo total anual da *Jaos* gira em torno de R\$ 386 mil, sendo 74% financiados pela USP e 26% por fontes externas. “Esse modelo exige busca contínua por editais de fomento interno e externo, como os da Capes e do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], já que não há financiamento permanente”, explica a bioquímica. “Mantemos nosso fator de impacto entre 2,5 e 3, um bom padrão de qualidade. Publicamos em inglês para ampliar visibilidade internacional”, observa. Magalhães aponta que a *Jaos* mantém índices de endogenia em torno de 12 a 15%, considerado baixo.

**E**sse mesmo cuidado é adotado pela *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, criada em 2003, destaca o bibliotecário Gildeir Carolino Santos, editor-chefe da publicação e coordenador do Portal de Periódicos Eletrônicos Científicos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). A revista, que publica de 30 a 35 artigos anualmente, tornou-se bilíngue em 2016, foi indexada na Scopus em 2018, no SciELO entre 2022 e 2023 e, mais recentemente, no Web of Science. A gestão é bastante enxuta: além do editor, que faz a maior parte do trabalho sozinho, há o apoio de uma bolsista e a colaboração pontual de uma editora científica e de membros do comitê editorial. Segundo Santos, o índice de endogenia é de no máximo 15%. O Portal de Periódicos da Unicamp reúne hoje 33 títulos ativos. A maior parte é financiada pelo próprio portal e conta com recursos de editais específicos para publicação de periódicos patrocinados pela Pró-reitoria de Pesquisa da universidade.

Outra iniciativa da Unicamp é a Incubadora de Periódicos Científicos, Acadêmicos e Educacionais, voltada a revistas em estágio inicial, muitas vezes ligadas à pós-graduação e concentradas nas ciências humanas e sociais. A incubadora oferece orientação e exige planejamento estratégico para que os títulos evoluam e possam ingressar no portal. “Os periódicos universitários são fundamentais para a comunicação científica, mas dependem de boas práticas e organização profissionalizada. Eles fortalecem áreas pouco contempladas por grandes editoras e contribuem para a disseminação do conhecimento produzido nas universidades”, avalia Santos.

A *Revista Dados*, uma publicação de ciências sociais fundada em 1966, vinculada à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), tem cinco colaboradores remunerados e a contribuição do conselho de editores associados independentes, que ajudam a recrutar pareceristas. O periódico recebe em média 250 artigos por ano e publica 40. “Em termos financeiros, enfrentamos crises profundas. Mas o financiamento editorial no Brasil vive uma crise há décadas, com míseros recursos das agências de fomento”, diz o sociólogo Luiz Augusto Campos, editor-chefe da *Dados* e pesquisador da Uerj. Atualmente a revista é financiada em parte com os recursos da especialização paga do Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Uerj, além de aportes do instituto e de editais da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj) e do CNPq. Ele ressalta a importância das revistas universitárias, principalmente nas ciências humanas e sociais. “Essas áreas disciplinares, que se conectam mais a problemas de pesquisa nacionais, costumam ser relegadas pelo mundo editorial internacional”, diz. ●

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

# A casa dos cientistas

O presidente do CNPq faz um balanço das contribuições da agência, que comemora 75 anos de fundação

**FABRÍCIO MARQUES**



Em uma solenidade realizada em 23 de março no Teatro Nacional, em Brasília, pesquisadores e autoridades comemoraram os 75 anos de fundação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a principal agência federal de apoio à ciência. Com um orçamento de R\$ 1,7 bilhão em 2026, o órgão tem cerca de 100 mil bolsistas ativos em todas as áreas do conhecimento – desde alunos de iniciação científica do ensino médio até lideranças de grupos de pesquisa.

Ao longo de sua trajetória, já teve diferentes configurações. Criado em 1951, o CNPq tornou-se interlocutor de uma nascente comunidade científica e tinha quase um estatuto de ministério: seu presidente reportava-se diretamente ao presidente da República. Com o tempo, foi dividindo o protagonismo com novas instituições de fomento à pesquisa e, após a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, hoje MCTI), em 1985, tornou-se um braço da pasta. Mas manteve o *status* de articulador da ciência no governo federal: ministérios que precisam investir em pesquisa lançam editais por meio do CNPq.

Escolhido para presidir o órgão em dezembro de 2025, o físico e historiador da ciência Olival Freire Jr. teve a primazia de coordenar o festejo dos 75 anos. Professor aposentado da Universidade Federal da Bahia, ele já participava da gestão do órgão desde 2023 como diretor científico. Freire Jr. falou sobre as contribuições da agência e os desafios para o futuro, por videoconferência, na entrevista a seguir.

Freire Jr. em seu gabinete: o CNPq foi um grande precursor do sistema nacional de ciência e tecnologia

**Quando foi criado, há 75 anos, o CNPq se reportava diretamente à Presidência da República e tinha funções mais amplas que as de hoje, muitas delas assumidas pelo MCTI a partir da década de 1980. Que papéis o CNPq cumpre atualmente no sistema nacional de ciência e tecnologia?**

Certamente não é um papel análogo ao que teve nos primeiros anos de existência, quando foi criado pelo almirante Álvaro Alberto [1889-1976]. O CNPq tinha quase um estatuto de ministério. Naquela época, a política nuclear do país era vista como absolutamente crucial. O governo brasileiro mantinha desde 1945 um acordo secreto com o governo norte-americano para que toda a areia monazítica brasileira fosse exportada para os Estados Unidos. Álvaro Alberto, um nacionalista, defendia que o Brasil não deveria exportar areia monazítica sem receber contrapartidas tecnológicas que lhe permitissem também enriquecer urânio. Após o suicídio de Getúlio Vargas [1882-1954], ele passou a enfrentar a resistência do general Juarez Távora [1898-1975], figura-chave do novo governo, que defendia o acordo com os Estados Unidos. Isso, na minha opinião, é a verdadeira razão pela qual o almirante foi exonerado do CNPq em 1955, embora tenha havido outro pretexto para seu desgaste político, uma acusação de desvio de dinheiro contra um diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF]. A gestão das exportações saiu do âmbito do CNPq, que teve seu papel mais reduzido, e foi criada a CNEN, a Comissão Nacional de Energia Nuclear. Com o passar do tempo, e principalmente a partir da criação do MCTI em 1985, o CNPq assume um papel sem a mesma centralidade. Mas isso foi resultado de políticas públicas que deram origem a um sistema de ciência e tecnologia forte e complexo, do qual a agência federal foi uma grande precursora.

**Que políticas moldaram esse sistema?**

Na expansão do sistema, as atividades de ciência e tecnologia se espalharam por vários ministérios. Muitos dos grandes laboratórios no Brasil estão nas universidades federais, que se multiplicaram nas últimas décadas e estão na esfera do Ministério da Educação [MEC]. Veja o apoio e o financiamento à pós-

-graduação, na qual se produz boa parte da nossa ciência. Isso está na Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior], órgão também do MEC, que criou um mecanismo de sucesso para avaliar os programas de pós-graduação e financiá-los conforme o resultado da avaliação. Já a Embrapa [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária], essa potência na pesquisa agro-nômica criada na década de 1970, está dentro do Ministério da Agricultura. A área da saúde tem usinas de produção de conhecimento, como o Instituto Butantan e a Fiocruz [Fundação Oswaldo Cruz]. Outra chave de sucesso começou com o exemplo de São Paulo, que criou a FAPESP em 1960. A partir da década de 1980, a rede de fundações estaduais de amparo à pesquisa se expandiu e, hoje, todas as 27 unidades da federação têm fundações com capacidade de apoiar o pesquisador em áreas que são importantes para cada estado.

**Que espaço o CNPq ocupa?**

Posso dar vários exemplos. Temos as bolsas de produtividade do CNPq, que se transformaram em uma espécie de distinção. Ser pesquisador do CNPq é o que todo pesquisador no Brasil quer ser. Nós temos hoje 18 mil bolsistas de produtividade em diferentes níveis. Tem também um elemento financeiro, não tão

decisivo, da ordem de R\$ 3 mil, quando junta a taxa de bancada e a bolsa. Por sua natureza, a política de bolsa de produtividade induz fortemente a produção científica. Não é um “publique ou morra”, mas o pesquisador tem que se empenhar em publicar, senão não consegue renovar a bolsa. Outra política importante do CNPq que foi institucionalizada em 1988 é a bolsa de iniciação científica. Hoje, há a iniciação científica na graduação e a iniciação científica júnior, no ensino médio. O estudante com um bom desempenho em uma olimpíada de conhecimento, por exemplo, é candidato a ter a iniciação científica júnior. É uma política que tem dado certo, porque introduziu uma camada de valorização em uma educação básica que tem deficiências. Em um bom sistema de educação básica, como o finlandês ou o francês, talvez uma bolsa de iniciação científica não tenha a mesma importância. Mas se você conversar com qualquer pesquisador do país, ele vai dizer: meus melhores alunos de mestrado fizeram iniciação científica. Esses sistemas são todos baseados em análise de mérito. O CNPq também preserva outra característica importante: é conhecido como “casa dos cientistas”, porque, tradicionalmente, cientistas estão no comando e ocupam posições-chave. Temos a responsabilidade de enxergar problemas que, por vezes, os ministérios não veem com facilidade. Isso exige de nós um radar para os problemas da pesquisa nacional.

**O que isso implica, na prática?**

Apoiamos sistematicamente pesquisas na área da biodiversidade, incluindo projetos conduzidos com a Marinha há mais de 30 anos no âmbito do Programa Antártico Brasileiro, o Proantar. Temos um projeto com mais de 20 anos, que é o Peld, Programa Ecológico de Longa Duração, que monitora a evolução dos biomas brasileiros. Uma agência como o CNPq viu a importância desses temas antes de se tornarem centrais na agenda política brasileira.

**Em tempos recentes, o CNPq sofreu perdas orçamentárias fortes e deu prioridade à manutenção de bolsas, em detrimento de investimento em projetos de pesquisa. Qual é o impacto disso?**

“ Se você conversar com qualquer pesquisador, ele vai dizer: meus melhores alunos de mestrado fizeram iniciação científica ”

Você foi benevolente quando falou em manutenção de bolsas. Com os cortes orçamentários, não estava dando nem para manter as bolsas e elas foram reduzidas. Houve certa recuperação de 2023 para cá, mas não à altura dos desafios que o país está tendo nesse mundo complexo e perigoso em que vivemos. Um dado positivo é que o governo atual respeitou a reivindicação da comunidade científica de que os recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [FNDCT] não deveriam ser mais contingenciados. Esse fundo vem de 1970 e é de longe a principal fonte de irrigação da ciência brasileira. Salvo em 2010, quando os recursos foram integralmente executados, o FNDCT era mais ou menos contingenciado a cada ano para equilibrar as contas públicas. No governo anterior, a comunidade científica conseguiu aprovar no Congresso uma legislação impedindo o contingenciamento, mas o presidente da época vetou. O veto foi derrubado pelo Congresso. O governo entrou com uma medida provisória adiando a legislação. O problema é que, quando o FNDCT estava liberado, o CNPq podia lançar chamadas. Na hora que a legislação recuava, precisava devolver os recursos.

#### Que efeito isso teve?

Tivemos um caso absolutamente extremo na chamada dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia [INCT] no final de 2022. Eram R\$ 300 milhões no programa, R\$ 60 milhões no primeiro ano. O CNPq recebeu os R\$ 60 milhões, quando o Evaldo Vilela era o presidente. Na hora de fazer o pagamento, a verba foi contingenciada e foi preciso devolver R\$ 48 milhões. Só não foram todos os R\$ 60 milhões porque R\$ 12 milhões já tinham sido repassados aos institutos. Os INCT são uma iniciativa importante do CNPq, desenvolvida em parceria com as fundações estaduais de amparo à pesquisa. Os recursos abastecem redes de pesquisadores, articuladas nacional e internacionalmente. Quando chegamos ao CNPq, em 2023, havia uma conta a pagar desses INCT, sem garantia de financiamento. Tivemos uma recuperação da ordem de 60% do orçamento em 2023, graças à PEC da transição. Foi muito importante, mas tem que ser dito que, de lá para cá, o orçamento – e eu não estou falando do FNDCT, mas do orçamento

do CNPq – vem caindo ano a ano. Você pode dizer, bem, o orçamento é aprovado pelo Congresso. É verdade. No final do ano passado, nosso orçamento sofreu um golpe duro no Congresso. O Executivo recompôs os valores fazendo vetos e remanejando verbas. Mas os recursos ainda estão abaixo das nossas necessidades.

#### A recomposição do FNDCT não ajudou?

Hoje, metade dos recursos do fundo são usados para empréstimos reembolsáveis a empresas com capacidade de inovação. A outra metade são os chamados recursos não reembolsáveis. Quando o FNDCT foi descontingenciado em 2023, ele era da ordem de R\$ 13 bilhões. Vamos pegar só o lado do não reembolsável, de R\$ 6,5 bilhões. O orçamento do CNPq era R\$ 1,6 bilhão e o da Capes R\$ 5,4 bilhões. Somavam-se os valores do CNPq e da Capes e dava o mesmo valor que os recursos disponíveis no FNDCT, e desde então os recursos do FNDCT têm crescido continuamente. Isso permitiu que a gente convencesse o MCTI a usar recursos do fundo em algumas iniciativas. Lançamos, por exemplo, o Conhecimento Brasil, um programa de repatriação de cientistas. Já trouxemos do exterior 600 pesquisadores e temos um número equivalente em outros países que estão trabalhando em rede com grupos do Brasil. Nossa percepção foi a

“

O Brasil tem carência de um órgão que coordene efetivamente a área de ciência e tecnologia no governo federal

seguinte: nem todo pesquisador vai querer voltar, mas ele pode querer colaborar com equipes brasileiras. Lançamos um edital de redes em que um polo é o pesquisador brasileiro no exterior e o outro polo é uma equipe brasileira. Também é preciso investir em jovens pesquisadores para que não deixem o Brasil. Criamos o Profix, Programa de Fixação de Doutores, que está na fase inicial de implementação. A bolsa, para reter ou para repatriar, é do mesmo valor: R\$ 13 mil durante quatro anos.

#### Há poucas semanas, uma auditoria realizada pela Controladoria-Geral da União apontou falhas de integração de bases de dados que podem ter ocasionado pagamentos indevidos de bolsas. O que aconteceu?

De um total de 174 mil pagamentos a bolsistas do CNPq em 2024, o relatório questiona 2.520 bolsas, menos de 1,5% do total. Em vários casos, o problema apontado é o acúmulo de bolsas, embora isso tenha sido permitido em algumas situações. Por isso, estamos avaliando caso a caso. Estamos adotando providências para ampliar e qualificar a integração de bases de dados, reavaliar pagamentos e, quando verificada inconsistência, reaver valores.

#### O senhor considera que falta coordenação no sistema brasileiro de ciência, tecnologia e inovação?

O Brasil tem carência de um órgão que coordene efetivamente a área de ciência e tecnologia no governo federal. Rigorosamente, esse órgão é o Conselho de Ciência e Tecnologia, o CCT, ligado à Presidência da República, mas há períodos em que ele é mais ativo, e outros em que é menos. O MCTI também deveria ter um papel mais central. É verdade que ele tem tomado iniciativas importantes. O Plano Brasileiro de Inteligência Artificial é o típico exemplo do MCTI agindo como órgão coordenador da política de ciência e tecnologia. Mas o sistema não é só um conjunto de órgãos. O desempenho dessas instituições foi moldado por políticas de Estado que tiveram sucesso e isso deve ser reconhecido e compreendido. No período da ditadura militar, o Brasil investiu em desenvolvimento científico e, ao mesmo tempo, impôs restrições políticas aos pesquisadores.

Houve financiamento à ciência, reforma universitária, criação do sistema de pós-graduação, criação do FNDCT. Mas perdemos algumas das nossas grandes lideranças científicas, como Paulo Freire [1921-1997], Fernando Henrique Cardoso, Mário Schenberg [1914-1990], José Leite Lopes [1918-2006], exiladas, ou os expurgados da Fiocruz no chamado Massacre de Manguinhos, em 1970. De todo modo, é importante ressaltar o papel das políticas públicas de Estado. Os cientistas brasileiros têm uma memória dupla sobre a ciência no período da ditadura – e uma memória não dialoga com a outra.

### Como assim?

Se você reunir os membros do CBPF para fazer uma homenagem ao físico nuclear Jayme Tiomno [1920-2011], que foi cassado em 1969 pelo Ato Institucional nº 5, o que eles vão falar? Que o Tiomno foi perseguido. O apoio dado à ciência naquela época não é mencionado. Por outro lado, no primeiro governo Lula, surgiram dúvidas se a Capes continuaria a ter esse papel de avaliar e financiar a pós-graduação. Lembro de uma nota da Sociedade Brasileira de Física [SBF] dizendo: é importante preservar essa política pública que tem 35 anos de existência. É só fazer a conta. A declaração foi em 2005 e refere-se a 1970. A SBF não menciona as cassações e falava da defesa da política pública. Essa é a memória dupla. Creio que não basta dizer que o sistema é composto pela Capes, o CNPq, a Finep. É necessário fazer referência e valorizar as políticas públicas que criaram esse sistema. Elas evidentemente podem ser reformadas, devem ser aprimoradas, mas não podem ser abandonadas nem descontinuadas de maneira leviana, como aconteceu recentemente no Brasil. No governo anterior, na Capes, a avaliação da pós-graduação foi paralisada por quase quatro anos. Indicadores sobre a ciência deixaram de ser produzidos. Houve casos de profundo desrespeito pela ciência. O mais notório foi o do físico Ricardo Galvão, meu antecessor aqui no CNPq, que foi exonerado em 2019 da direção do Inpe [Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais] porque os resultados sobre o aumento do desmatamento na Amazônia não eram do agrado do governo. A ciência tem que ser valorizada. Não pode ser objeto de suspeição.

“

Os cientistas têm uma memória dupla sobre a ciência no período da ditadura. É uma memória não dialoga com a outra

**Não tem a ver com o aniversário de 75 anos, mas o CNPq lançou há poucas semanas uma política de integridade científica que consolida regras já existentes e traz coisas novas, por exemplo: fala pela primeira vez de inteligência artificial. O que o CNPq espera dessa nova política?**

Isso tem sim a ver com os 75 anos. Alguém pode se perguntar se, aos 75 anos, o CNPq já não estaria na terceira idade, se não perdeu o gás. A renovação da política de integridade mostra que o CNPq mantém sua energia vital. Já tínhamos uma comissão de integridade desde 2011, mas, nos últimos tempos, enfrentamos problemas sérios e vimos necessidade de aprimorar. No final de 2023, surgiu um parecer de um avaliador do CNPq que foi bastante desairoso, para dizer o mínimo, contra uma pesquisadora, porque ela tinha tido um bebê e isso teve impacto em sua produção. Corrigimos o problema determinando que todo julgamento do CNPq dali para frente tivesse de obedecer a certas regras e uma delas é que a maternidade ou a adoção de uma criança levaria a um aumento de dois anos no período avaliativo do perfil do pesquisador. Isso entrou em vigor em janeiro de 2024. Também antes de lançar a nova política, nós enfrentamos um caso grave: um pesquisador brasileiro teve dezenas de artigos retratados

porque houve manipulação do processo de revisão por pares de uma revista. Investigamos e cancelamos a bolsa dele. Não fazemos propaganda nem dizemos o nome das pessoas envolvidas, mas é isso que chamo sinal de vitalidade. Para se tomar uma decisão dessas, é preciso estar com a instituição azeitada, tem que assegurar o direito de defesa e não pode postergar as decisões.

### Como foram criadas as regras para o uso de inteligência artificial?

Fomos tomando medidas aos poucos. Primeiro, concluímos que os pesquisadores podem usar programas de inteligência artificial [IA], mas precisam ser transparentes e informar onde e como utilizaram. Incluímos essa regra em um edital e aí nos demos conta de que isso precisava estar previsto como norma geral. Agregamos outro elemento importante: não se pode usar a inteligência artificial para emitir parecer. Ou seja, o avaliador não pode pegar o texto de um projeto que está protegido por sigilo e jogar em um programa de IA. Ao fazer isso, ele está disponibilizando para o mundo dados que o pesquisador submeteu em confiança ao CNPq. A comunidade científica é parte da sociedade brasileira. Ela tem problemas que estão presentes na sociedade brasileira, de preconceito, de condutas inadequadas. Isso tem que ser resolvido com atividades educativas, com avaliações e também com eventuais punições. As atividades educativas sozinhas não resolvem.

### Qual é o tipo de problema mais comum que chega à comissão de integridade do CNPq?

Quantitativamente, o problema mais comum envolve informações indevidas colocadas na Plataforma Lattes, na qual o pesquisador insere seu currículo. Como o Lattes é um instrumento básico para processos seletivos, suas informações precisam ser fidedignas. Às vezes, o problema é fruto apenas de desatenção do pesquisador. Na maioria dos casos, o pesquisador se explica e corrige, e nós verificamos se aquele erro teve ou não implicação em algum processo seletivo. Não tendo, arquiva-se o processo. Mas tem casos em que a pessoa, quando a interpelamos, não responde ou não reage. Podemos chegar, conforme a nossa norma, a bloquear o Lattes de quem age dessa forma. ●



## A armadilha das alucinações

Os riscos e as oportunidades oferecidos pela inteligência artificial na cobertura da imprensa sobre ciência

Um caso constrangedor envolvendo o veterano jornalista belga Peter Vandermeersch ilustrou os perigos associados ao uso indiscriminado de ferramentas de inteligência artificial (IA) na produção de conteúdo jornalístico. Chefe das operações irlandesas do Mediahuis, um dos principais grupos de mídia na Europa, ele foi suspenso de suas funções em março após uma investigação interna constatar que incorporou a seus textos falsas declarações entre aspas atribuídas a especialistas, que foram geradas erroneamente por programas como ChatGPT, Perplexity e Google NotebookLM.

Dezenas de declarações presentes em 15 textos publicados por Vandermeersch não correspondiam a fontes verificáveis e sete fontes citadas nos artigos negaram veementemente ter proferido aquelas palavras. “Existem citações que não podem ser encontra-

das nas publicações das quais Vandermeersch afirma tê-las obtido, como estudos científicos e notícias”, informou o jornal *NRC* (do qual Vandermeersch já foi editor-chefe), responsável pela investigação. O jornalista reconheceu os equívocos e afirmou ter “caído na armadilha das alucinações”, termo usado para descrever erros gerados por IA, ao confiar excessivamente nas ferramentas sem verificar o conteúdo replicado.

“Perdi muitos minutos do meu tempo procurando onde eu poderia ter dito alguma besteira sobre ‘conhecimento imersivo’”, queixou-se Emily Bell, diretora do Centro Tow de Jornalismo Digital da Universidade Columbia, nos Estados Unidos, uma das vítimas das alucinações disseminadas por Vandermeersch. Usando ferramentas de IA do Google, Bell encontrou frases muito semelhantes em um discurso feito por outra pessoa. Seu nome também foi mencionado nesse discurso, mas em outro contexto, o que pode ser a origem da alucinação. O episódio evidencia um paradoxo da IA generativa: a tecnologia é capaz de produzir textos verossímeis, mas não há garantia de que sejam verdadeiros. Isso coloca em xeque princípios fundamentais do jornalismo profissional, como a verificação e a precisão dos fatos transmitidos ao público.

O tema tem sido abordado em estudos que investigam como jornalistas que cobrem assuntos científicos estão lidando com a incorporação da IA em suas rotinas de trabalho. Um artigo publicado em dezembro no *Sage Journals* por seis pesquisadores da área de comunicação, três deles brasileiros (Luisa Massarani e Cleiton Bezerra, da Fundação Oswaldo Cruz, e Luiz Neves, da Universidade Federal de Goiás), evidenciou uma ampla adoção das ferramentas de IA por repórteres especializados em ciência em tarefas corriqueiras, como transcrição de gravações e apoio à escrita. Nas entrevistas com os profissionais de imprensa, também foram relatadas preocupações com a confiabilidade das informações e com a compatibilidade do uso de IA com valores jornalísticos, como responsabilidade e ética. A maioria ainda é cautelosa ao utilizar a tecnologia em tarefas mais sofisticadas, como a análise de dados.

A adoção da inteligência artificial nas redações, segundo a pesquisa, varia entre países. Os autores se debruçaram sobre três deles: Brasil, Índia e Reino Unido. Jornalistas científicos britânicos mostraram certa resistência ao uso avançado das ferramentas, enquanto brasileiros e indianos indicaram ser mais flexíveis. Uma particularidade dos brasileiros é que adotam amplamente as ferramentas para traduzir textos e apoiar a escrita em um segundo idioma. Entre os benefícios propiciados pela IA, os entrevistados destacam o aumento da eficiência e o acesso facilitado à informação, e, entre os perigos, a possibilidade de disseminar desinformação e a eliminação de postos de trabalho, que são cada vez mais escassos no jornalismo, incluindo sua vertente de ciência.

Outro estudo, esse publicado no *Journal of Science Communication* por pesquisadores das universidades de Mainz e Ludwig Maximilian, de Munique, entrevistou 30 jornalistas científicos alemães sobre as perspectivas abertas pelo uso de IA. Os autores tinham interesse em saber se as novas ferramentas poderiam amenizar ou agravar o que se convencionou chamar de “crise do jornalismo científico”, impulsionada pela crescente digitalização dos meios de comunicação, pela perda de anunciantes e pelas mudanças nos hábitos de consumo de notícias do público. Em um fenômeno ambivalente, pesquisadores e divulgadores científicos criaram canais de comunicação direta com os leitores, por meio de blogs e redes sociais, enquanto os jornalistas profissionais foram impactados por demissões e sobrecarga de trabalho. A maioria dos profissionais entrevistados, contudo, disse não se sentir ameaçada e reconhece que sua atividade caminha pra uma integração cada vez maior com a IA.

Um estudo da *PLOS ONE* realizado por pesquisadores das universidades de Twente, nos Países Baixos, e de Bolonha, na Itália, analisou a qualidade da cobertura da imprensa sobre IA em quatro nações (Bélgica, Itália, Portugal e Espanha), examinando notícias e entrevistando jornalistas científicos. De forma geral, os entrevistados demonstraram preocupação com a situação do jornalismo científico, incluindo a falta de financiamento, que pode afetar a qualidade das reportagens. Segundo o estudo, novas vertentes, como o jornalismo de engajamento, que prevê a participação da audiência na produção da notícia, e o jornalismo de soluções, que busca evidências capazes de resolver problemas sociais, teriam potencial para contribuir ao enfrentamento desses desafios, inclusive nesse momento de transição, com a IA batendo à porta.

Para auxiliar nessa travessia, em 2024 o Centro de Estudos de Ciência, Comunicação e Sociedade da Universidade Pompeu Fabra (SCS-UPF), instituição pública localizada em Barcelona, na Espanha, liderou o desenvolvimento de um guia de ferramentas de inteligência artificial para jornalistas científicos. O manual se divide em três blocos. O primeiro indica plataformas que auxiliam na pesquisa de documentos e imagens, na identificação de pesquisas revisadas por pares, na tradução de textos e na transcrição de áudios. O segundo se detém em recursos para podcasts e o terceiro na organização do fluxo de trabalho. Para selecionar as melhores ferramentas, foi realizado um webinar com profissionais da comunicação científica, que apontaram aquelas que usavam com mais frequência. Todas elas foram testadas em um curso-piloto realizado em Barcelona, para verificar se eram mesmo eficientes e úteis. ● MÔNICA MANIR

## Pesquisadores portugueses admitem ter incorrido em desvios éticos que não são considerados graves

Um levantamento realizado com 1.573 cientistas empregados em universidades de Portugal buscou mapear a prevalência no país de formas de má conduta consideradas de gravidade menor, as chamadas práticas questionáveis de pesquisa. O resultado foi contundente: 92% dos entrevistados admitiram ter incorrido nessas práticas pelo menos uma vez e 63% em até quatro vezes.

A maioria dos deslizos relatados estava relacionada à redação de trabalhos científicos, como “incluir autores que não contribuíram suficientemente”, “citar

artigos sem consultar a fonte primária” e “não realizar uma revisão bibliográfica completa”. Também tiveram frequência elevada condutas como “formular hipóteses depois de conhecer os resultados” e “citar publicações apenas porque elas já eram reconhecidas pela comunidade científica”. Entre as menos mencionadas, de acordo com o estudo, estavam “usar a ideia de um pesquisador sem dar crédito” e “não divulgar conflitos de interesse”.

Publicado na revista *PLOS ONE*, o levantamento foi conduzido por Marta Entradas, Feng Yan e Inês Carneiro e Sousa, pesquisadoras do Centro de Investigação e Estudos de Sociologia, no Instituto Universitário de Lisboa, em Portugal. “Fiquei feliz em ver que as pessoas admitiram conscientemente a gravidade de algumas dessas práticas”, disse Entradas à revista *The Scientist*.

A incidência de desvios éticos menos graves foi generalizada: não foram encontradas diferenças significativas no número de faltas relatadas por pesqui-

sadores que atuam em diferentes áreas de pesquisa e entre homens e mulheres. Os autores do estudo observaram, contudo, que pesquisadores mais jovens e mais prolíficos estão mais propensos a se envolver em práticas questionáveis, mas também são os que mais admitem isso. Entradas acredita que contratos temporários de trabalho e a pressão exercida pela lógica de “publicar ou perecer” possam estar contribuindo para esse cenário e são necessários códigos de conduta claros para definir o que chamou de “zonas cinzentas” na integridade científica.

A epidemiologista Gowri Gopalakrishna, da Universidade de Maastricht, nos Países Baixos, que em 2021 fez um estudo semelhante sobre a incidência de má conduta entre cientistas holandeses, disse à *The Scientist* que ficou surpresa com o reconhecimento tão elevado de algumas práticas questionáveis e com a sinceridade dos cientistas portugueses. “Por outro lado, não fico surpresa, porque as práticas questionáveis de pesquisa são comuns.”

## “Frasas torturadas” e imagens reutilizadas expõem problemas de integridade científica e falhas na revisão

As chamadas “frases torturadas” são expressões estranhas ou semanticamente sem nexo que aparecem em artigos científicos visando burlar softwares que detectam plágio. No seu blog Science Integrity Digest, a microbiologista e especialista em integridade científica Elisabeth Bik pinçou exemplos de “frases torturadas” em um artigo publicado na revista *Advances in Environmental Biology* em 2019.

Assinado por quatro cientistas, dois da Arábia Saudita e dois do Egito, o artigo trazia, já no resumo, um texto rebuscado e repetitivo para tentar explicar a importância de estudar microrganismos presentes nas mamas das fêmeas de ca-

melos a fim de evitar a contaminação do leite do animal. Algumas frases estavam completamente truncadas, como a que mencionava “definição e definição de micróbios no camelo do camelo”, o que despertou a atenção de Bik.

“O artigo substitui sistematicamente termos comuns de microbiologia por sinônimos e paráfrases bizarras”, escreveu a microbiologista. A palavra *cell* (célula) foi erroneamente apresentada como *cubicle* (cubículo ou cela). *Ecological niches* (nichos ecológicos) se converteram em *biological specialties* (especialidades biológicas), enquanto *virulence factors* (fatores de virulência) se transformaram em *destructiveness parts* (algo como partes destrutivas). Bik descobriu que a fonte provável do texto “torturado” era uma tese de 2017 assinada pelo português Alexandre Almeida, na Universidade de Paris VI, na França. A má conduta não se restringia ao plágio da tese. Fotos atribuídas a células das mamas de camelos foram reaproveitadas de um estudo saudita e não se referiam a mamas, e sim a células infectadas do coração e da língua de um dromedário.

### CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



Acesse o QR Code para assinar nossas newsletters



# dados\_ São Paulo lidera índice de inovação

→ Na edição mais recente do Índice Global de Inovação (IGI), divulgada em 2024 pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), o Brasil ocupa a 50ª posição. Desde 2015, avançou 20 posições e é líder da América Latina, à frente do Chile (51ª) e do México (56ª), o que evidencia uma inserção regional relativamente mais robusta do que no cenário internacional

→ O IGI avalia o ambiente inovativo de um país e seus resultados. É uma medida sintética, que combina sete dimensões: instituições, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação de mercado, sofisticação empresarial, produção de conhecimento e tecnologia, e produção criativa. Esses indicadores, devidamente normalizados e ponderados, representam um fenômeno multidimensional (inovação) em um único número, passível de ser ordenado num ranking comparativo de diferentes países

→ Inspirado nesse referencial, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) tem publicado o Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (Ibid) desde 2024, voltado às unidades da federação (UF) brasileiras. Trata-se de uma adaptação do Índice Global de Inovação às especificidades nacionais e à disponibilidade de dados regionais, com o objetivo de subsidiar políticas públicas, orientar a alocação de recursos e aprimorar a compreensão das dinâmicas territoriais da inovação no país

## Índice Brasil de Inovação e Desenvolvimento (2025) – unidades da federação



→ O Ibid mostra a grande disparidade regional da qualidade do ambiente inovativo e seus resultados, com a clara liderança de São Paulo, cujo indicador é quase duas vezes maior que o do segundo colocado (Santa Catarina)

→ Entre as UF mais bem posicionadas, encontra-se um grupo relativamente homogêneo de cinco delas (os três estados da região Sul mais Rio de Janeiro e Minas Gerais)

→ Um segundo grupo, de desempenho intermediário, inclui Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Já no Nordeste, destacam-se Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará como polos emergentes de dinamismo inovativo



# No pulso dos astronautas

Tripulantes da missão lunar Artemis II levaram “relógio” brasileiro que mede o funcionamento de funções vitais do corpo humano

MARIANA CECI



**Q**uando a missão Artemis II partiu em 1º de abril para a primeira viagem tripulada ao redor da Lua em mais de meio século, um pouco da tecnologia brasileira também foi ao espaço pela primeira vez. Atado ao pulso de cada um dos quatro astronautas, um actígrafo desenvolvido no Brasil registrou os ciclos de atividade e de repouso dos norte-americanos Reid Wiseman (comandante do voo espacial), Victor Glover e Christina Koch e do canadense Jeremy Hansen durante a jornada. Esse tipo de dispositivo se parece com um relógio de pulso e registra continuamente dados como movimento corporal, níveis de atividade e exposição à luz, informações sobre o sono, o ritmo biológico e o funcionamento do organismo em ambientes extremos, como o espaço. Discreta, a presença brasileira na missão ajuda a mostrar como o país vem se inserindo, em áreas específicas, nas pesquisas que cercam o retorno humano à Lua.

A Artemis II estabeleceu alguns recordes. A bordo da espaçonave Orion, os astronautas, três da agência espacial norte-americana (Nasa) e um da Agência Espacial Canadense, percorreram 406.777 quilômetros em 10 dias e se tornaram os seres que foram mais longe no espaço. A distância percorrida em sua viagem superou em mais de 6 mil quilômetros o recorde anterior, estabelecido em 1970 pela missão Apollo 13. A tripulação foi a primeira a sobrevoar o chamado lado oculto ou mais afastado da Lua, o hemisfério do satélite que não pode ser visto integralmente da Terra por estar sempre “de costas” para nosso planeta. Coube aos chineses, no entanto, serem os primeiros a pousar um veículo de exploração no lado oculto da Lua, em 2019, e a recolher amostras dessa região, em 2024.

Segundo a Nasa, a Artemis II foi planejada como um voo tripulado de teste no espaço lunar, destinado a validar tecnologias, operações e procedimentos que serão fundamentais para as próximas etapas do programa, voltadas ao pouso

**A Terra vista pelos tripulantes da Artemis II durante o sobrevoo em torno do lado oculto da Lua**

de astronautas na superfície lunar e, futuramente, ao estabelecimento de uma presença humana mais duradoura no satélite. Uma possível base lunar também serviria de uma espécie de primeiro passo para uma viagem a Marte. Entre os aspectos avaliados na Artemis II estão a capacidade de sustentar a tripulação durante a viagem e o retorno à Terra, o funcionamento de sistemas críticos da cápsula Orion e a resposta a situações de emergência, como abortamentos e resgates.

**R**esultado de 20 anos de desenvolvimento, a tecnologia brasileira que deu origem ao actígrafo utilizado na missão ajudou a monitorar os ritmos circadianos dos astronautas, responsáveis por regular funções vitais como sono, temperatura corporal, metabolismo e produção hormonal. O dispositivo foi desenvolvido pela empresa paulista Condor Instruments, criada por egressos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). Estudos feitos pelos biólogos Luiz Silveira Menna Barreto e Mario Pedrazzoli, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP, serviram de apoio à concepção do produto.

Fundada em 2013 com o apoio do Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, a Condor passou a desenvolver, a partir do protótipo criado pelos pesquisadores da EACH, uma versão apta a chegar ao mercado. Em 2023, a empresa foi procurada pela Nasa, que havia aberto uma chamada para selecionar tecnologias capazes de monitorar o ritmo circadiano dos astronautas da missão. Ao final do processo, o actígrafo brasileiro foi escolhido entre os concorrentes.

O dispositivo é vendido por US\$ 700 (cerca de R\$ 3,5 mil) no mercado externo, que atualmente concentra a maior parte da clientela da empresa, e por cerca de R\$ 3 mil no Brasil. “O preço do actígrafo no Brasil é mais baixo porque sabemos das dificuldades de financiamento enfrentadas pelos centros de pesquisa daqui e queremos estimular os estudos como esse tipo de dispositivo”, afirma o engenheiro mecatrônico Rodrigo Okamoto, um dos fundadores da Condor.

A limitação orçamentária para a pesquisa também se impõe a outros grupos brasileiros envolvidos em estudos ligados ao programa Artemis como um todo, não especificamente ao voo da Orion realizado em abril. Desde que se tornou signatário dos Acordos Artemis, em 2021, o Brasil passou a integrar iniciativas internacionais associadas à nova fase da exploração lunar. Entre elas está uma rede de pesquisadores voltada à produção de alimentos no espaço, campo conhecido como

agricultura espacial, ou *space farming* (ver Pesquisa FAPESP nº 339). Coordenada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Rede Space Farming Brazil reúne 24 instituições e cerca de 60 pesquisadores.

A rede se organiza em cinco grandes áreas: gestão; melhoramento genético de plantas no espaço; adaptação do ambiente de cultivo; microbiologia espacial com fins de promoção de crescimento vegetal para tratamento de resíduos ou consumo humano; e desenvolvimento experimental, etapa que busca converter essas diferentes frentes em tecnologias com potencial de aplicação em missões espaciais ou de introdução no mercado brasileiro. “Cada parceiro tem uma expertise diferente e, como todas as instituições são públicas, a ideia é não duplicar esforços, otimizando recursos e trabalho”, relata a agrônoma Alessandra Fávero, da Embrapa, que coordena a Space Farming Brazil.

As pesquisas da rede concentram-se em duas plantas: o grão-de-bico e a batata-doce. A escolha foi guiada por critérios nutricionais, genéticos e fisiológicos. Cada 100 gramas (g) de grão-de-bico tem cerca de 21 g de proteínas. A batata-doce é uma fonte importante de carboidratos complexos, que liberam energia de forma gradual e evitam picos de insulina. Além disso, o tubérculo pode apresentar maior tolerância à radiação, um atributo importante para cultivos que, no espaço, estarão expostos a esse tipo de ameaça, da qual são protegidos na Terra pela atmosfera. “As escolhas se complementam: uma é mais simples, a outra mais complexa; uma é rica em proteínas, a outra em carboidratos. A ideia é verificar como essas diferentes plantas se comportam”, diz Fávero.

Desenvolvimento de cultivos na Embrapa para pesquisas em agricultura espacial





Astronautas da missão levaram em seu pulso um actígrafo desenvolvido no Brasil, dispositivo na forma de um relógio que mede funções vitais



2

3

No laboratório do biólogo Gustavo Maia, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Rio Grande do Sul, os efeitos da radiação ionizante sobre plantas formam uma das três principais linhas de pesquisa. As outras duas se concentram nos impactos da microgravidade sobre hortaliças e no desenvolvimento de uma interface planta-computador capaz de captar sinais eletrofisiológicos do organismo vegetal. Esses estímulos elétricos podem ser registrados e analisados para diagnosticar condições específicas das plantas, em uma lógica semelhante à dos eletrocardiogramas usados na medicina.

**P**ara estudar os efeitos da microgravidade, Maia e sua equipe precisaram criar uma versão própria dos equipamentos que simulam essas condições. “Fizemos uma versão ‘faça você mesmo’ que parece estar funcionando bem. O principal desafio na captação de recursos para esse tipo de pesquisa é a ausência de chamadas específicas para pesquisas espaciais, principalmente envolvendo agricultura”, explica o biólogo. Na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP, o engenheiro-agrônomo Paulo Hercílio Viegas precisou bancar com recursos próprios os equipamentos usados na construção de um clinostato, aparelho que simula a microgravidade ao submeter amostras biológicas a uma rotação contínua, processo chamado de clinorrotação, capaz de atenuar os efeitos da gravidade ao longo do tempo.

Apesar das dificuldades, algumas pesquisas brasileiras passaram recentemente a fazer parte do cardápio de experimentos espaciais realizados

em condições reais de voo. Em 2025, amostras de grão-de-bico e batata-doce foram enviadas em uma missão suborbital da empresa privada norte-americana Blue Origin. Durante a viagem, os alimentos ficaram expostos à microgravidade. O material, atualmente em processo de sequenciamento genômico nos Estados Unidos, deverá retornar ao Brasil para ser analisado por pesquisadores da rede. Um dos participantes do trabalho é o biólogo Carlos Hotta, do Instituto de Química da USP, que investiga os ritmos circadianos das plantas.

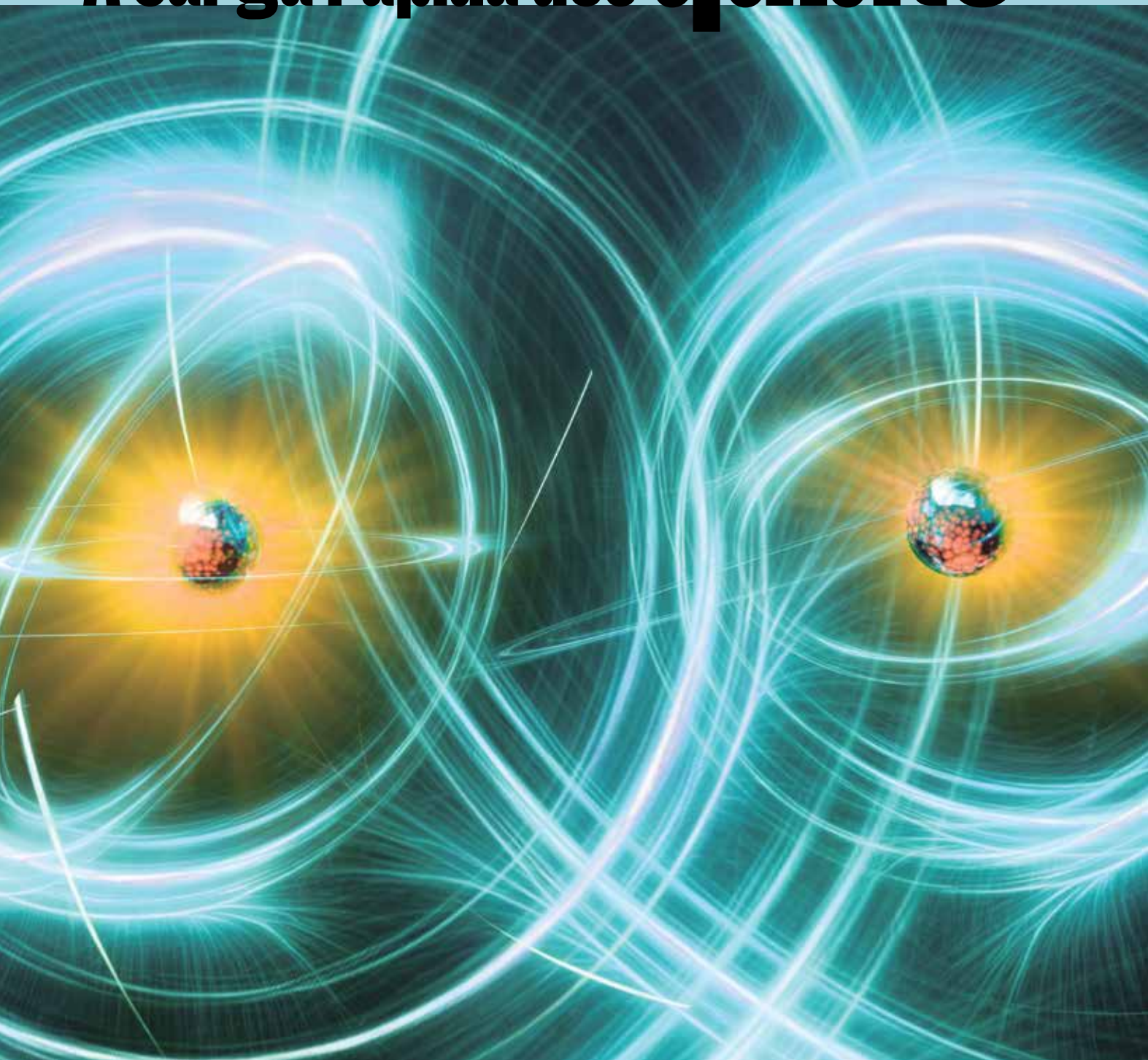
Segundo Hotta, o interesse por esse tipo de pesquisa vai além dos desafios de futuras missões espaciais. Em um cenário de mudanças climáticas, com aumento das temperaturas e impactos crescentes sobre a agricultura, compreender como produzir alimentos em ambientes adversos pode gerar aplicações também na Terra. “Temperaturas mais altas, ambientes mais secos, mais baixos ou altos: todo o conhecimento vindo dessa rede vai permitir produzir alimentos de forma mais eficiente em diferentes condições oferecidas pelo planeta”, afirma.

De acordo com a Embrapa, novas amostras, dessa vez de microrganismos, devem ser enviadas em agosto de 2026 a outra missão espacial, a bordo de um foguete suborbital desenvolvido pela Força Aérea Brasileira (FAB). O veículo vai alçar voo a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), no Rio Grande do Norte, como parte da Operação Potiguar. “Assim como tivemos a oportunidade de enviar plantas, agora enviaremos os microrganismos promotores de crescimento de plantas”, diz Fávero. ●

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

FÍSICA

# A carga rápida dos qubits



## Bateria quântica experimental armazena energia em metade do tempo necessário para carregar sua versão clássica

IGOR ZOLNERKEVIC

**P**ara quem acompanha as notícias de ciência, já virou rotina se deparar com a divulgação de avanços em três novas tecnologias baseadas no controle preciso de propriedades físicas exclusivas de átomos e partículas subatômicas: a computação, a criptografia e o sensoriamento quânticos.

Nos últimos anos, entretanto, uma quarta tecnologia desse setor vem, pouco a pouco, ganhando atenção. São as baterias quânticas, que podem, no curto prazo, melhorar a eficiência de computadores e outros dispositivos quânticos e, em um futuro distante, tornar o carregamento de baterias de celulares e carros elétricos praticamente instantâneo.

“Em teoria, o potencial delas é enorme”, afirma o físico brasileiro Alan Costa dos Santos, do Instituto de Física Fundamental do Conselho Superior de Investigações Científicas (CSIC), em Madri, Espanha. Na prática, ele reconhece que ainda há um longo caminho a percorrer, mas já há progresso na pesquisa. Ao lado dos físicos Andreia Saguia e Marcelo Sarandy, da Universidade Federal Fluminense (UFF), Santos coordenou o planejamento teórico de um experimento inédito realizado na Universidade de Ciência e Tecnologia do Sul (Sustech), em Shenzhen, na China.

A equipe mostrou pela primeira vez que uma bateria capaz de gerar um efeito conhecido como emaranhamento quântico carrega em metade do tempo que o mesmo dispositivo sem esse fenômeno. Nesse estado, duas ou mais partículas se comportam como se fossem uma entidade única, entrelaçada, ainda que estejam separadas por qualquer distância. O trabalho da equipe de três pesquisadores teóricos brasileiros e 20 experimentais chineses, liderada pelos físicos Chang-Kang Hu e Dian Tan, da Sustech, foi destaque de capa na revista científica *Physical Review Letters*, em fevereiro.

No experimento, o time sino-brasileiro construiu um circuito supercondutor (que não perde energia na forma de calor) de formato quadrado, com 10 milímetros (mm) de lado, dotado de 16 bits quânticos, os chamados qubits, as mesmas unidades fundamentais usadas para armazenar e processar informação em um computador quântico. Esse sistema funciona como uma bateria, que pode ser carregada e descarregada. Os pesquisadores testaram a performance de carregamento dos qubits em duas configurações: com todos os bits quânticos desconectados, sem apresentar nenhum nível de emaranhamento, estado equivalente ao de uma bateria clássica; e com uma parte dos qubits (mas não todos) interagindo entre si, ou seja, entrelaçados, como em uma bateria quântica. Para que a comparação fosse justa, a energia fornecida ao circuito foi a mesma nas duas condições.

Os físicos observaram que uma parte dos qubits do sistema quântico atingiu um estado de emaranhamento que produziu resultados impressionantes. Com cinco bits quânticos entrelaçados, a bateria quântica carregou 60% mais rápido do que sua equivalente convencional. Com 12 qubits emaranhados, número máximo de bits que conseguiram atingir esse estado no experimento, o circuito armazenou energia a uma taxa quase 100% mais rápida, praticamente em metade do tempo do que ocorre em uma bateria tradicional. “O experimento demandou controle e calibração delicados, especialmente para balancear as interações entre os qubits, de modo a otimizar a performance de carregamento sem introduzir perturbações no sistema”, explica Tan, em entrevista por e-mail a *Pesquisa FAPESP*. “Coordenar o aumento do número de qubits, suas interações e a necessidade de aplicar pulsos precisos de micro-ondas para controlá-los foi desafiador.”

Uma das dificuldades nos experimentos com sistemas que podem funcionar como baterias

Ilustração de duas partículas com emaranhamento, fenômeno que pode ser útil para a produção de qubits de baterias quânticas

quânticas é fazer com que o maior número possível de qubits esteja emaranhado ou interaja entre si de alguma forma. O ideal seria que todos apresentassem esse estado quântico, mas experimentalmente isso ainda não foi atingido. Em uma bateria convencional, como as baseadas em íons de lítio, usadas hoje em celulares, computadores e carros elétricos, quanto maior sua capacidade de armazenar energia, mais tempo ela demora para carregar. Em uma tomada caseira, recarregar a bateria de um celular pode levar cerca de uma hora. Nesse mesmo tipo de ponto de fornecimento de energia, o carregamento da bateria de um carro elétrico, cerca de 10 mil vezes maior, pode demorar mais de um dia (com carregadores de maior potência, esse tempo pode cair para menos de meia hora).

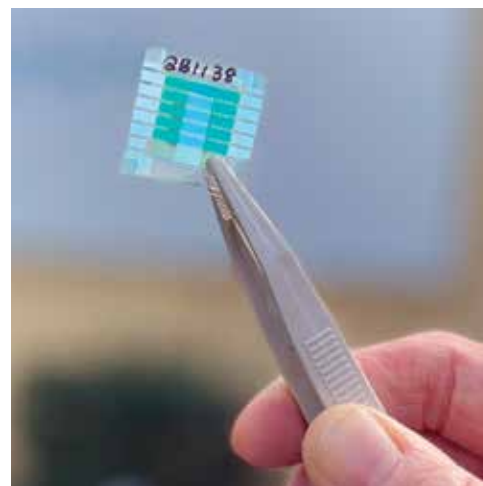
Com as baterias quânticas, ocorre o contrário. Quanto maior, mais rápida é sua recarga. Aumentar em 10 mil vezes o número de qubits de uma bateria quântica poderia, em princípio, reduzir em até 10 mil vezes o seu tempo de carregamento. Se fosse possível construir baterias quânticas tão grandes quanto as à base de lítio, esses dispositivos poderiam ser carregados talvez em frações de segundo.

Em 2022, os físicos Ju-Yeon Gyhm, Dominik Šafránek e Dario Rosa, todos então no Instituto de Ciência Básica (IBS), na Coreia do Sul, demonstraram um teorema geral que ilustra as limitações de trabalhar com muitos qubits em uma bateria. De acordo com o trio de pesquisadores, o ganho máximo em termos de redução no tempo de carregamento de uma bateria quântica só pode ser alcançado quando todos seus qubits atuarem juntos, de maneira coletiva, ao mesmo tempo, em um fenômeno descrito como interação global. Essa situação ainda não foi alcançada em sistemas com mais de 5 bits quânticos. Sem essa interação global, a velocidade de recarga deve diminuir, mas não se sabe quanto.

A interação global entre os 16 bits quânticos do experimento sino-brasileiro não foi atingida. Ainda assim, os qubits que apresentaram algum nível de emaranhamento reduziram de forma significativa o tempo necessário para carregar o circuito supercondutor. “Ter uma bateria quântica com interações globais envolvendo muitos qubits ainda é uma tecnologia do seriado *Jornada nas estrelas*”, afirma o italiano Rosa, atualmente pesquisador do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-Unesp) e do Instituto Sul-americano para Pesquisa Fundamental (ICTP-Saifr), ambos funcionando no mesmo edifício em São Paulo. “Mas, do ponto de vista tecnológico, o trabalho experimental dos chineses e brasileiros é provavelmente mais relevante do que nosso teorema. Eles mostraram que, mesmo com um número pequeno de qubits interagindo, já é possível obter resultados úteis e interessantes.”

**P**ara um físico, uma bateria é qualquer coisa que seja capaz de armazenar energia temporariamente. Por essa definição, uma represa cheia de água de uma usina hidrelétrica é uma bateria. A energia gravitacional armazenada na água represada é convertida em elétrica quando ela desce pelas turbinas da usina. Da mesma maneira, as baterias eletroquímicas armazenam energia forçando elétrons e íons de uma solução a se separarem dos polos positivos e negativos a que são naturalmente atraídos. Ligando a bateria a um aparelho, essas partículas fornecem uma corrente elétrica ao fluírem em direção aos seus polos preferidos. Mesmo as baterias mais avançadas, à base de íons de lítio, que renderam aos seus descobridores o Prêmio Nobel de Química de 2019, utilizam em essência o mesmo princípio da primeira pilha eletroquímica, criada em 1800 pelo físico e químico italiano Alessandro Volta (1745-1827).

Laboratório de engenharia da australiana CSIRO e seu protótipo de bateria quântica

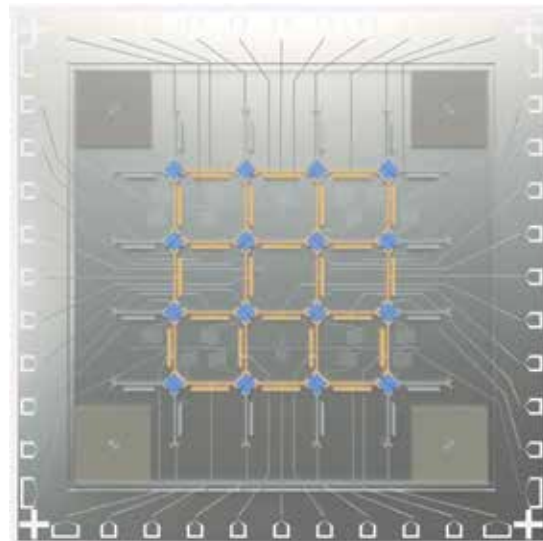


Um qubit é qualquer objeto quântico que, quando medido em um experimento, pode assumir apenas dois estados: um de menor energia, chamado de estado zero (0), e outro mais energético, chamado de um (1). Antes da medição, porém, o qubit pode estar em uma espécie de combinação entre 0 e 1 – um fenômeno conhecido como sobreposição quântica. Além disso, quando dois ou mais qubits interagem entre si, eles podem desenvolver um emaranhamento quântico – um estado coletivo em que suas propriedades permanecem interligadas mesmo a distância. Carregar uma bateria quântica consistiria em fornecer energia para um conjunto de qubits inicialmente no estado 0, até que todos atingissem o estado 1.

Hoje há diferentes abordagens que tentam explorar a superposição de estados e o emaranhamento quânticos para diminuir o tempo de carregamento dessas baterias. O trabalho sino-brasileiro empregou uma técnica, usando circuitos supercondutores, para montar um tipo de bateria quântica. Recentemente, outro estudo optou por um caminho distinto, que usa um laser para carregar o sistema. Em março de 2026, uma equipe liderada pelo físico James Quach, da Organização da Commonwealth para Pesquisa Científica e Industrial (CSIRO), na Austrália, publicou um artigo na revista *Light: Science & Applications*, em que apresenta um protótipo de bateria quântica baseada em um grande conjunto de moléculas.

**O** coração do dispositivo é uma minúscula película contendo de 280 a 790 trilhões de moléculas do corante azul ftalocianina de cobre (CuPc), posicionada no interior de uma cavidade óptica formada por camadas espelhadas contendo outros materiais semicondutores orgânicos. Quando um feixe de laser incide sobre a cavidade, sua energia é absorvida por um estado coletivo compartilhado por algumas das moléculas, o que pode aumentar a eficiência do processo em até três vezes em comparação com a situação sem cavidade, na qual cada molécula absorve energia individualmente. Conhecido como superabsorção, esse efeito foi comprovado em um experimento de Quach e outros colaboradores, publicado na revista *Science Advances*, em 2022.

O protótipo foi carregado em alguns femtossegundos ( $10^{-15}$  segundos) e reteve a energia por nanossegundos ( $10^{-9}$  segundos), um intervalo de tempo cerca de 1 milhão de vezes maior. O estudo também mostrou que o tempo de carregamento diminuiu em menos de 1 femtossegundo, quando o número de moléculas atingidas por um mesmo laser cresceu de 22 para 62 bilhões. Já a capacidade de extrair energia elétrica da bateria



Esquema do circuito sino-brasileiro com 16 qubits que funciona como uma bateria quântica

teve um aumento considerável com um número maior de moléculas: a vantagem em relação ao mesmo dispositivo sem cavidade passou de cerca de 20% para 120%. “Nosso próximo passo é estender o tempo de armazenamento de energia [no dispositivo]. Se superarmos esse obstáculo, estaremos um pouco mais perto de ter baterias quânticas viáveis economicamente”, disse Quach, em comunicado de imprensa.

A equipe sino-brasileira também projeta novas etapas em sua pesquisa. O chinês Dian Tan conta que eles vão tentar combinar, em um mesmo circuito, uma bateria quântica com um motor térmico quântico – um dispositivo também feito de qubits, capaz de absorver parte do calor dissipado durante o funcionamento de um computador quântico, e convertê-lo em energia reutilizável pelo sistema. Além de fornecer uma pequena economia de energia, o par bateria-motor quântico poderia reduzir o número de pulsos de micro-ondas necessários para operar o computador, diminuindo, assim, o ruído térmico que prejudica seu desempenho. “O experimento poderia criar um ciclo fechado de geração, armazenamento e utilização de energia quântica”, explica Tan.

Segundo Santos, ainda restam muitas dúvidas sobre o funcionamento das baterias quânticas. Ele cita como exemplo o fenômeno de autodescarga. Mesmo se não usadas, todas as baterias convencionais descarregam espontaneamente ao longo de um certo tempo. Minimizar o impacto da autodescarga é um objetivo dos pesquisadores que trabalham com dispositivos de armazenamento de energia. “Em sistemas quânticos isso também vai acontecer, mas ainda não sabemos como”, diz o físico brasileiro. ●

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

# Menos verde nas bordas das cidades



Em consequência, aumenta o risco de escassez de água e as enchentes se tornam mais fortes e frequentes

CARLOS FIORAVANTI

**P**or causa da expansão de bairros, condomínios e de áreas agrícolas, os campos alagados e as matas ao longo dos vales de rios nas margens das cidades encolheram nas últimas décadas em várias regiões do estado de São Paulo – e tendem a continuar se retraindo. Em consequência da pavimentação ou da compactação de solos, a recarga dos aquíferos diminuirá, a água da chuva terá uma menor retenção superficial e as enchentes se tornarão mais intensas e frequentes.

“Ocupar as bordas das cidades prejudica o funcionamento das áreas úmidas, que ajudam a reduzir o impacto da água das chuvas”, comenta o engenheiro ambiental Edimilson Rodrigues dos Santos Júnior, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), principal autor desse trabalho, publicado em janeiro na *iScience*.

Atualmente bolsista da Fundação Fulbright na Universidade de Massachusetts (UMass), em Amherst, Estados Unidos, ele mapeou 261 mil hectares (ha), o equivalente a 2,6 mil quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) de áreas periurbanas – nas bordas das cidades – situadas em 39 cidades do centro-leste paulista, identificou 47 mil ha de áreas úmidas e examinou as transformações que sofreram entre 1985 e 2020.

Santos Júnior verificou que quase metade (45%) do solo e da vegetação das áreas úmidas periurbanas, incluindo as matas e campos que originalmente as ocupavam, encontra-se degradada. Outra constatação é que os corpos d’água e as zonas úmidas sofreram declínios constantes nas últimas décadas, enquanto as áreas urbanas e agrícolas avançaram, ocupando 83% das áreas antes cobertas por vegetação nativa e cursos d’água.

Não se trata de um fenômeno exclusivo do Brasil. Com base em registros de drenagem de áreas alagadas e ocupação da terra, estima-se que

3,4 milhões de km<sup>2</sup>, de um total de 15,8 milhões de km<sup>2</sup>, de zonas úmidas continentais em todo o mundo já tenham sido perdidos desde 1700. A redução das áreas ocorreu principalmente no século XX e em países e regiões como os Estados Unidos, a China, a Europa e a Ásia Central. Entre 1999 e 2019, as áreas úmidas costeiras, formadas por planícies de maré e manguezais, sofreram uma redução global de 4 mil km<sup>2</sup>.

#### RIBEIRÃO PRETO LIDERA AS PERDAS

De acordo com o estudo do grupo da USP, uma das oito sub-regiões analisadas, que inclui parte dos municípios de Ribeirão Preto e nove próximos, foi a que mais perdeu áreas verdes periurbanas: 860 ha de 1985 a 2020. A redução poderá alcançar 960 ha até 2035 se a tendência de ocupação continuar.

Em outra pesquisa, apresentada em setembro de 2025 na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) como defesa de doutorado, o engenheiro civil Breno Malheiros de Melo detectou um avanço das áreas impermeáveis de 0,5% em 1985 para 1,3% em 2024, o equivalente a cerca de 3 mil km<sup>2</sup>, incluindo todos os espaços urbanos, não apenas os periféricos, na Região Metropolitana de Ribeirão Preto (RMRP). “Embora esse valor seja relativamente pequeno em termos percentuais, sua significância hidrológica é elevada, já que áreas impermeáveis comprometem diretamente a capacidade de recarga do aquífero e ampliam os riscos de poluição difusa”, alerta.

“A maior parte desse crescimento urbano está concentrada em zonas periurbanas e de expansão urbana desordenada, particularmente nos municípios mais populosos da RMRP”, acrescenta. De acordo com sua análise, no entanto, a legislação de proteção das áreas verdes – como o Código Florestal de 1965 e 2012, a Lei da Mata Atlântica, de 2006, e a Lei de Crimes Ambientais, de 1998 – impediu, ao menos em parte, o avanço do desmatamento urbano e promoveu a

Vista aérea de Ribeirão Preto, que lidera as perdas de vegetação nativa no centro-leste paulista



restauração de áreas verdes, por vezes exigindo o plantio de 25 mudas para cada árvore cortada.

A perda de vegetação nativa em áreas próximas às cidades reflete um processo histórico bastante antigo. “Em 1917, 40 anos depois da chegada da família Prado a Ribeirão Preto, no lugar das antigas florestas frescas e biodiversas, havia 37 milhões de pés de café nas escarpas pouco íngremes que caracterizam o relevo da região”, comentou o historiador Daniel Deminice, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em um artigo publicado em agosto de 2025 na *Oculum Ensaio – Revista de Arquitetura e Urbanismo*. Sem cobertura vegetal, a fertilidade do solo caiu, exigindo a ocupação de novas terras.

Ele constatou que uma das consequências da eliminação das florestas é que os rios passam a correr mais rápido, uma vez que as matas deixam de conter e absorver a água. “Com o desflorestamento”, observou, “as chuvas também passaram a transportar os elementos férteis do solo, que eram renovados pelas florestas e redistribuídos pelas águas na forma de matéria orgânica”. Sintomaticamente, em janeiro, uma das avenidas centrais de Ribeirão Preto alagou após chuvas intensas, que não tinham mais áreas descobertas por onde escoar.

**N**em sempre, porém, as perdas são evidentes. De 1985 a 2020 a área ocupada por vegetação nativa nas áreas periurbanas de outra sub-região, que integra parte dos municípios de Casa Branca, Itobi e Vargem Grande do Sul, avançou 0,1 ha (100 km<sup>2</sup>) e a área agrícola recuou na mesma proporção. Esse cenário deve se inverter e até 2035 a agricultura é que deve avançar 0,1 ha sobre os espaços verdes, “por causa da dinâmica regional, que favorece a ocupação por atividades econômicas”, segundo Santos Júnior, da EESC.

São Carlos e Ibaté registraram variação nula para o período examinado, o que não significa um resultado necessariamente positivo. “Mesmo antes de 1985, quando começamos a usar imagens de satélite com boa resolução, as técnicas de mapeamento indicaram que 60% das áreas úmidas já haviam sido degradadas nessa região, ocupadas por bairros residenciais, empresas ou cultivos agrícolas”, relata o engenheiro mecânico Marcelo Montañó, da EESC-USP, orientador do trabalho, resultante do mestrado de Santos Júnior.

Diversas regiões de SP e de outros estados vivem a mesma situação, de acordo com um levantamento publicado em 2023 pelo projeto MapBiomias da rede de organizações não governamentais Observatório do Clima. Em Campinas, no interior paulista, 69% das Áreas de Preservação Permanente (APP) próximas a cursos d’água, formadas por vegetação nativa, que deveriam ser preserva-

das, foram ocupadas por construções, residências ou infraestrutura urbana. Em Cuiabá, capital de Mato Grosso, 92,51% das APP próximas a rios estão sob ocupação urbana.

De acordo com esse estudo, coordenado por Santos Júnior e Montañó, em todo o país as áreas urbanizadas próximas de rios e córregos aumentaram 61 mil ha nas últimas três décadas. Por outro lado, ainda existem cerca de 300 mil ha, o equivalente a 71% do total nacional, de áreas não urbanizadas no entorno de corpos hídricos urbanos, que deveriam ser restauradas e preservadas.

“Não deveríamos ocupar as várzeas de vales e rios”, enfatiza Santos Júnior. “Os espaços não construídos podem ser utilizados para reter água, em vez de construir infraestrutura.” Também em 2023, ele foi um dos autores da *Cartilha da cidade*, elaborada em conjunto com arquitetos da USP de São Carlos e distribuída pelos próprios pesquisadores nas escolas da região.

“Precisamos mudar a forma de pensar a ocupação urbana e implementar um planejamento que reconheça a importância do meio ambiente, de longo prazo”, sugere Montañó. Ele conta da dificuldade em promover debates mais abrangentes e rever conceitos que lhe pareciam defasados durante reuniões de conselhos municipais e federais de meio ambiente dos quais participou. “Continuamos trabalhando para reparar os prejuízos, como a destruição após as enchentes, mas não paramos de produzir novos prejuízos.” As secretarias de Meio Ambiente de São Carlos e do estado de São Paulo não atenderam aos pedidos de entrevista feitos pela reportagem de *Pesquisa FAPESP*.

Ao analisar a governança da drenagem hídrica no país, a economista Mônica Kuwahara e outros pesquisadores da Universidade Federal do ABC (UFABC) reconheceram as “dificuldades em imple-

Nos anos 1940, no interior paulista, as fazendas de café ocuparam as áreas de florestas que controlavam a vazão dos rios





A Área de Proteção Ambiental Bororé-Colônia, na capital paulista, impede o avanço da ocupação urbana

mentar medidas estruturantes, como a coordenação entre normas de planejamento, gestão e regulação dos serviços”, e propuseram um planejamento integrado. O estudo foi publicado em novembro de 2025 no *Boletim regional, urbano e ambiental*, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

“Tenho visto o espraiamento desordenado das cidades sobre áreas com outros usos por todo o estado de São Paulo, com prejuízos para a qualidade ambiental”, comenta a geóloga Amarilis Gallardo, da Escola Politécnica (Poli) da USP e da Universidade Nove de Julho (Uninove). Ela é uma das pesquisadoras principais de um projeto sobre cidades sustentáveis do programa Centro de Ciência para o Desenvolvimento (CCD-SP), financiado pela FAPESP.

**G**allardo tem visto também bons exemplos. É o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) Bororé-Colônia, criada na zona sul da cidade de São Paulo como compensação ao licenciamento ambiental do trecho sul do Rodoanel. Englobando três parques naturais, essa área verde tem protegido nascentes e impedido o avanço das pastagens e da ocupação urbana sobre os remanescentes da Mata Atlântica, de acordo com um estudo de seu grupo, publicado em julho de 2022 no periódico *Landscape and Urban Planning*. Apoiada pelo programa Biota-FAPESP, a análise compreendeu as mudanças do uso do solo e seus efeitos na região entre 1990 e 2018.

“Financiamento para recuperação de áreas degradadas existe, o que falta são bons projetos”,

assegura o engenheiro civil e consultor Evandro Kaam. De 2021 a 2025, enquanto fazia o mestrado na Uninove, ele foi gerente de divisões da prefeitura de São Roque, a 62 km da capital, e coordenou a restauração de uma área subutilizada, com amplos espaços verdes, que havia sido ocupada por uma fábrica de tecidos e depois comprada pela prefeitura. “Há 10 anos”, ele conta, “um prefeito queria desmatar para construir prédios”.

Kaam fez um projeto para completar a restauração do espaço, conseguiu o apoio das autoridades do município e depois um financiamento não reembolsável de cerca de R\$ 8 milhões de órgãos estaduais. Transformado em centro cultural e turístico, o espaço ajuda a deter as enchentes e funciona como um corredor verde integrado a um parque municipal, como detalhado em artigo publicado em setembro de 2023 na revista *Estudos Avançados*. Agora à frente da Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano de Mogi Mirim, a 155 km a leste da capital, Kaam se empenha na recuperação do espaço que abrigava o zoológico do município, fechado desde 2014.

Em Niterói, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, um grupo de 130 moradores se organizou, planejou e, de 2019 a 2025, restaurou as margens do córrego Tiririca. Como detalhado em um artigo de fevereiro na *Sustainability*, a área, antes sujeita à erosão e degradação, agora abriga um bosque de 900 m de extensão com árvores e quase 200 espécies de animais da região, aves, insetos e anfíbios. ●

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

# À procura de um tratamento para a mpox


An electron micrograph showing several large, brick-shaped virus particles with a textured surface, colored in shades of pink and purple. These particles are situated on the surface of a cell, which is rendered in a dark blue, granular texture. The background is black, highlighting the cellular and viral structures.

Imagem de microscopia eletrônica de cópias do vírus da mpox (em rosa) na superfície de uma célula (em azul) de rim de macaco

Cultivados em laboratório, miniórgãos permitiram detalhar como ocorre a infecção dos intestinos e rastrear potenciais medicamentos contra o vírus

**GUILHERME COSTA**

**A**vançou alguns passos a busca por um tratamento eficaz contra a mpox, infecção viral antes chamada de varíola dos macacos ou *monkeypox*. A partir de uma biblioteca de 240 compostos considerados seguros para uso humano, pesquisadores de seis países, dois deles do Brasil, identificaram 12 medicamentos promissores no combate ao vírus. Um desses fármacos, o quimioterápico clofarabina, aprovado nos Estados Unidos para tratar crianças com um tipo de câncer da medula óssea e do sangue, a leucemia linfoblástica aguda, sobressaiu-se aos demais e talvez possa ser avaliado isoladamente contra a mpox ou associado a outros compostos hoje usados de modo compassivo contra a doença. Os resultados desse estudo foram publicados em março na revista científica *Science Advances*.

A equipe, da qual participam o infectologista e patologista Amaro Duarte-Neto e a bióloga Ana Maria Gonçalves Dias, ambos da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), chegou a essa lista depois de realizar experimentos com miniórgãos, cultivados em laboratório, que simulam algumas propriedades dos intestinos. O modelo, desenvolvido pelo próprio grupo, mostrou-se útil para testar compostos com potencial antiviral de forma mais precisa e em larga escala.

“Na biblioteca inicial, tínhamos inúmeros antivirais, antigos e novos, inclusive alguns ainda não avaliados em ensaios clínicos”, ressaltou Duarte-Neto, um dos autores do artigo. “Nos testes *in vitro*, diferentes metodologias confirmaram quais desses compostos diminuíram a replicação viral. O melhor desempenho foi o da clofarabina, um quimioterápico que inibe a formação do DNA, o que é relevante porque esse é o material genético do vírus causador da mpox.”

Apesar da identificação de potenciais fármacos anti-mpox, há um caminho longo para que um ou mais deles se torne de fato um tratamento contra a doença. Os compostos selecionados ainda precisarão percorrer as etapas seguintes, que vão de testes em diferentes modelos animais a ensaios clínicos em humanos, antes que sejam aprovados para o uso contra o vírus.

Para o virologista Flávio Guimarães da Fonseca, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), os miniórgãos, que têm diferentes tipos de células, tornam-se um modelo mais preciso do que a cultura celular convencional, que trabalha com um único tipo. Eles também possibilitam ganhos ao longo da pesquisa. “Ao proporcionar um ambiente mais próximo ao encontrado no corpo, os miniórgãos permitem selecionar de modo mais eficiente os compostos com maior potencial antes de avançar para os testes pré-clínicos”, explica o pesquisador, que não parti-

cipou do estudo. Fonseca integra a Rede Vírus MCTI, iniciativa criada em 2025 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) para fortalecer pesquisas sobre viroses emergentes e reemergentes e assessorar cientificamente o governo federal.

Nos experimentos da *Science Advances*, a equipe, liderada pelo biólogo holandês Marcel Bijvelds e pelo veterinário chinês Qiuwei Pan, ambos da Universidade Erasmus, nos Países Baixos, infectou miniórgãos do intestino com diferentes variedades do vírus da mpox. Depois, os pesquisadores trataram essas estruturas com propriedades semelhantes às dos intestinos com cada um dos 240 compostos iniciais.

Dos 12 que mostraram capacidade de inibir o vírus, dois – a anisomicina e a clofarabina – se mostraram mais potentes do que um antiviral usado como controle, o cidofovir, já testado contra outros vírus da família Poxviridae, a mesma do causador da mpox. A anisomicina diminuiu em quase 100 vezes a quantidade do agente causador da mpox e a clofarabina em cerca de 300 vezes.

**O**s testes também ajudaram a entender por que um antiviral que foi muito usado contra a mpox parece não ser capaz de, sozinho, combater o vírus. Originalmente aprovado para tratar a varíola, o tecovirimat reduz a produção de uma proteína da superfície do vírus e impede que ele saia da célula infectada e invada outras.

Ele foi amplamente administrado de modo compassivo, quando não há alternativa terapêutica, durante o surto global ocorrido em 2022 e 2023. Testes clínicos mais recentes, no entanto, sugeriram que o impacto do tecovirimat no tempo de cura das lesões e na redução da dor foi semelhante ao de um placebo (substância inócua). Nos experimentos com miniórgãos, os pesquisadores encontraram uma possível explicação.

O tecovirimat levou a uma redução apenas modesta da quantidade de vírus da mpox nas células dos miniórgãos. No estudo da *Science Advances*, os pesquisadores sugerem que, como o tecovirimat e a clofarabina têm ações complementares (esta inibe a síntese de DNA), talvez possam ser usados em conjunto para produzirem uma ação antiviral mais potente e reduzirem o risco de resistência aos medicamentos. Antes, porém, é preciso avaliar o tempo de tratamento,

a dosagem e a via de administração, uma vez que a clofarabina pode ser tóxica para o fígado e os rins, além de afetar a produção de células sanguíneas na medula óssea.

Estudos clínicos prévios já indicavam que o vírus era capaz de infectar o intestino humano e causar lesões graves. Agora, o estudo da *Science Advances* também ajudou a conhecer melhor quais células os vírus invadem e matam. Embora os sinais mais evidentes e clássicos da mpox sejam lesões na pele – manchas vermelhas que evoluem para bolhas e crostas –, a infecção também pode causar danos no fígado, nos rins e complicações respiratórias. Em até 20% dos casos, ela provoca vômitos, diarreia e dor no reto (porção final do intestino grosso).

#### LESÕES EXTENSAS

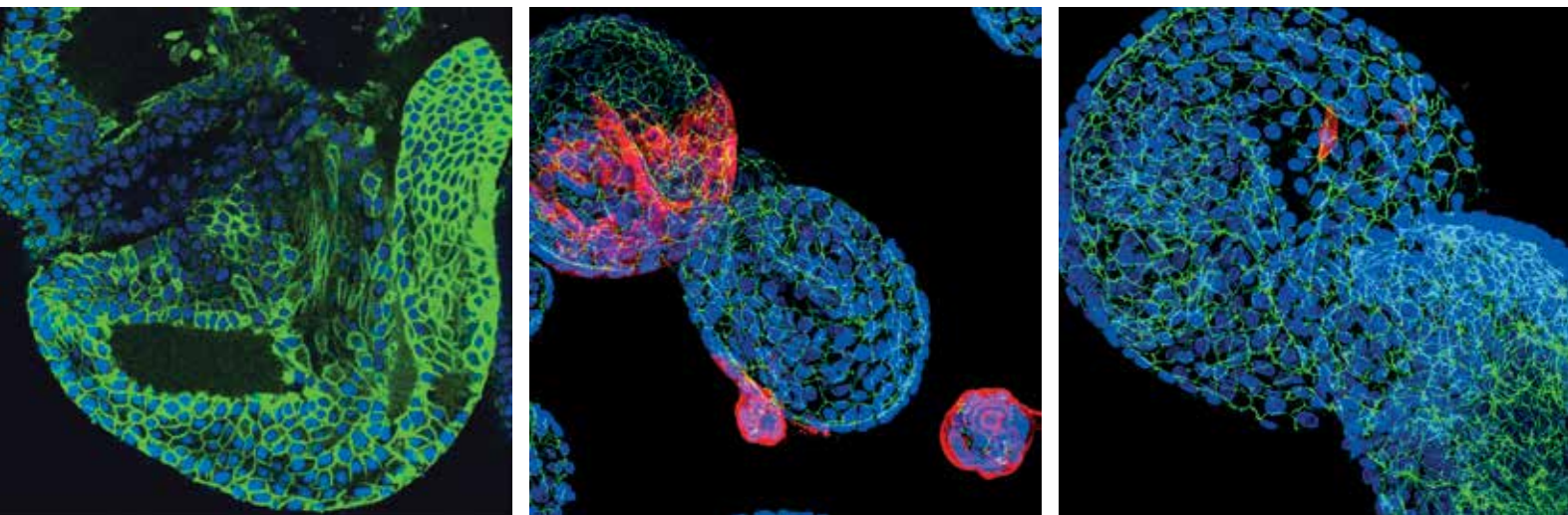
Analisando amostras dos intestinos de uma pessoa que morreu em decorrência da mpox, o grupo de Bijvelds e Pan identificou lesões extensas no cólon, com destruição de células e replicação viral ativa. Ao infectar os miniórgãos em laboratório, os pesquisadores observaram que o vírus tem predileção por infectar dois tipos de células maduras da superfície intestinal – os enterócitos, que absorvem água e nutrientes, e as células caliciformes, produtoras de muco – tanto no intestino delgado quanto no grosso. O agente da mpox também se mostrou capaz de invadir e causar a morte de células-tronco intestinais, células imaturas que originam outros tipos de células.

“Nossos parceiros desenvolveram os organoides intestinais e nós fizemos um trabalho de imunohistoquímica que mostrou a presença do vírus da mpox no interior de macrófagos [um tipo de célula de defesa], em células epiteliais, em vários tipos de células da parede intestinal”, detalha Duarte-Neto. Ele explica que o vírus se torna especialmente agressivo e afeta vários tipos celulares em pacientes com

**Na epidemia de 2022-2023, o padrão de transmissão passou a ser via contato sexual**

## Ferramenta para rastrear fármacos

As imagens mostram, da esquerda para a direita, um miniórgão de intestino saudável, com diferentes tipos de células (*em verde, com núcleo em azul*); um infectado por exemplares do vírus da mpox (*áreas em rosa*); e um tratado com clofarabina, que elimina a infecção



contagem baixa de linfócitos T CD4, células de defesa orquestradoras da resposta imune, como ocorre em pessoas infectadas pelo vírus HIV que desenvolvem a Aids.

Na epidemia de 2022-2023, a Organização Mundial da Saúde (OMS) identificou que a transmissão do vírus ocorreu predominantemente por contato sexual, com alta prevalência entre homens que faziam sexo com homens e tinham múltiplos parceiros ou parceiros desconhecidos. O padrão chamou a atenção porque representava uma mudança na forma de infecção decorrente do comportamento humano. Até então o vírus se espalhava principalmente por contato com animais ou com lesões de pele das pessoas infectadas.

“A transmissão por contato sexual foi simplesmente uma nova via de infecção. O vírus continua desenvolvendo seu ciclo replicativo de sempre”, afirma a virologista Clarissa Damaso, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que estuda poxvírus há 40 anos e não participou do estudo atual. Ela explica que a gravidade dos casos associados à transmissão sexual tem relação direta com a quantidade de vírus que entra no organismo. Diferentemente do contato com a pele, a transmissão por sexo expõe as mucosas a uma quantidade muito maior do patógeno devido à abrasão intensa durante o ato sexual. Além disso, o vírus replica-se naturalmente nesses tecidos, razão pela qual já era esperado que causasse lesões na mucosa intestinal.

Conter a doença depende de enfrentar um desafio que vai além da ciência. Para Fonseca,

da UFMG, o estigma social associado à transmissão sexual de mpox se tornou um obstáculo epidemiológico concreto, uma vez que pessoas infectadas tendem a esconder a doença, dificultando o controle da transmissão. “É importante manter o tema em evidência para que as pessoas permaneçam atentas”, afirma.

**P**arte desse esclarecimento passa pelo acesso a informações práticas sobre a transmissão. O uso de preservativo, por exemplo, é recomendado, embora não impeça sempre a infecção. Também se deve evitar o contato com a pele em qualquer região do corpo onde houver lesões. Testar pacientes para infecção por HIV e outras infecções sexualmente transmissíveis é essencial, uma vez que pessoas com o sistema imune comprometido tendem a desenvolver formas mais graves da doença. Nesses casos, iniciar o tratamento antirretroviral o mais rapidamente possível pode ser determinante para evitar o agravamento da mpox.

Neste ano, até 9 de março, o Brasil havia registrado 140 casos confirmados de mpox, além de 9 prováveis e 539 suspeitos, segundo dados do Ministério da Saúde. No surto de 2022-2023, houve no país 11.406 casos confirmados e 15 mortes. Do total acumulado desde aquele ano, 92% dos pacientes são do sexo masculino. ●

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

# Um efeito indireto da dengue

Estudo nacional indica que infecção aumenta em 16 vezes o risco de desenvolver síndrome neurológica grave

CARLOS FIORAVANTI

**Q**uem contraiu dengue tem um risco 16,7 vezes maior de desenvolver um problema neurológico chamado Síndrome de Guillain-Barré (SGB) nas primeiras seis semanas após a infecção, em comparação com o período posterior. A SGB causa formigamento nas mãos e nos pés, fraqueza muscular, dores nas costas, dificuldade para falar e engolir, visão dupla, confusão mental, tremores e, nos casos mais graves, paralisia dos músculos respiratórios.

Esse risco é similar ao de outros agentes comumente associados à SGB, como o vírus da influenza e da bactéria *Campylobacter jejuni*. São situações raras, que, no caso da SGB, podem ocorrer em 35 pessoas em cada grupo de 1 milhão. Em 2025, o Brasil registrou 1,6 milhão de casos e 1.793 mortes por dengue, uma redução de 70% em comparação com o ano anterior (ver Pesquisa FAPESP nº 337).

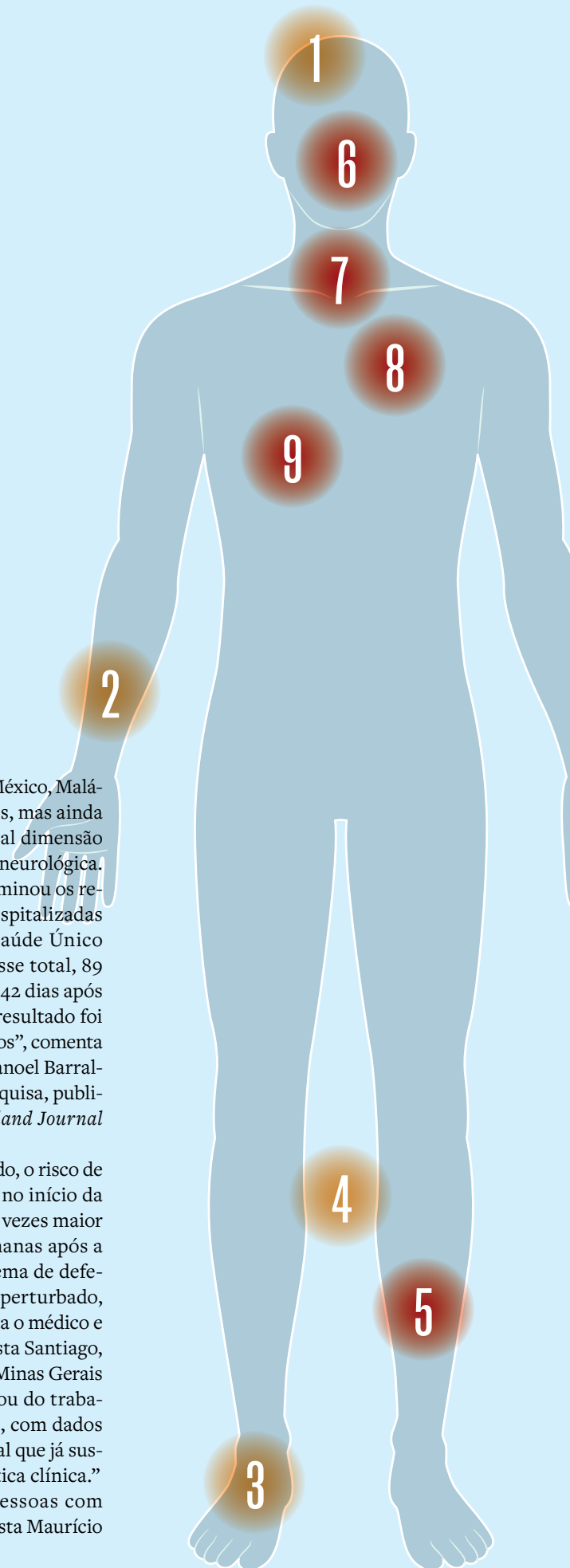
Esses resultados emergem de uma análise da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de Salvador, Bahia, e quantificam o risco associado entre a infecção pelo vírus da dengue e a síndrome neurológica. Desde 1998 existem relatos associando dengue

à SGB no Brasil, Colômbia, México, Malásia, Sri Lanka e outros países, mas ainda não havia clareza sobre a real dimensão do risco dessa complicação neurológica.

A equipe da Fiocruz examinou os registros de 5.055 pessoas hospitalizadas com SGB no Sistema de Saúde Único (SUS) em 2023 e 2024. Desse total, 89 tiveram SGB nos primeiros 42 dias após a infecção por dengue. “O resultado foi mais alto do que esperávamos”, comenta o médico e imunologista Manoel Barral-Netto, coordenador da pesquisa, publicada em abril no *New England Journal of Medicine*.

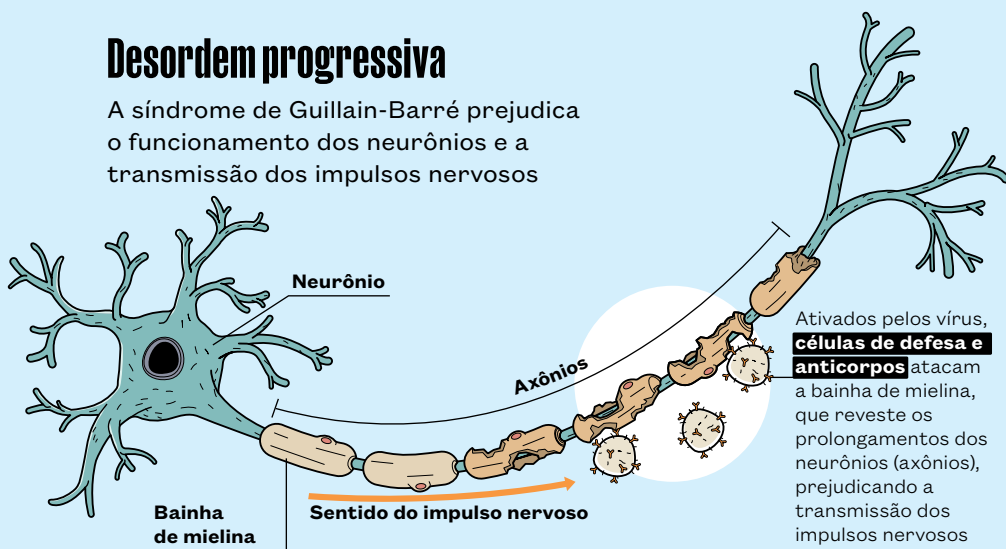
De acordo com esse estudo, o risco de desenvolver a SGB é maior no início da infecção, chegando a ser 30 vezes maior na primeira e segunda semanas após a infecção. “É quando o sistema de defesa do organismo está mais perturbado, por causa da infecção”, atesta o médico e imunologista Helton da Costa Santiago, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que não participou do trabalho. “Esse estudo confirma, com dados consistentes, a relação causal que já suspeitávamos há anos na prática clínica.”

Por também atender pessoas com dengue, o médico e virologista Maurício



# Desordem progressiva

A síndrome de Guillain-Barré prejudica o funcionamento dos neurônios e a transmissão dos impulsos nervosos



Ativados pelos vírus, células de defesa e anticorpos atacam a bainha de mielina, que reveste os prolongamentos dos neurônios (axônios), prejudicando a transmissão dos impulsos nervosos

## CONSEQUÊNCIAS

### Fase inicial

- 1 Mal-estar geral, febre leve
- 2 Dor lombar ou nos membros
- 3 Formigamento em pés e mãos
- 4 Fraqueza muscular progressiva (das pernas para os braços, dos dois lados)

### Fase aguda

- 5 Dificuldade para andar
- 6 Paralisia facial
- 7 Dificuldade para engolir
- 8 Arritmias cardíacas
- 9 Insuficiência respiratória

FONTE MARCUS, R. JAMA. 2023

Lacerda Nogueira, da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp), tinha a mesma suspeita. Ele foi um dos autores de um estudo publicado em novembro de 2019 na *Acta Tropica* que listava a SGB com uma das possíveis manifestações clínicas atípicas da dengue.

Após conhecer o estudo da Fiocruz, Nogueira comentou: “Precisamos prestar mais atenção aos sintomas mais leves da Guillain-Barré, como o formigamento dos membros e a fraqueza muscular, que pode ser confundida com a dor causada pela infecção”. Para ele, as conclusões reforçam a importância da vacina contra a dengue, que pode prevenir tanto a infecção quanto suas consequências (ver Pesquisa FAPESP nº 359)

### RESPOSTA EXAGERADA

Outro estudo, que reuniu pesquisadores da Fiocruz e das universidades federal (UFBA) e estadual da Bahia (Uneb), mostrou que infecções prévias por arbovírus, o grupo ao qual pertence o agente causador da dengue, são também comuns nos casos de encefalite, uma inflamação severa do sistema nervoso central.

Em uma amostra de 132 pessoas hospitalizadas com sintomas neurológicos

em seis hospitais públicos e dois privados da Bahia de março de 2020 a agosto de 2025, foram identificadas infecções virais em 56 das 132 pessoas e 23 estavam infectadas com o vírus chikungunya (41%), 15 com o da dengue (26%) e 6 com o oropouche (11%), como detalhado em um artigo publicado em 5 de abril na *International Journal of Infectious Diseases*. Nessa amostra, 76 pessoas (58%) tinham encefalite e 30 (23%) SGB. O coronavírus responsável pela Covid-19 também pode disparar a síndrome, ainda que seja igualmente raro (ver Pesquisa FAPESP nº 295).

O vírus da dengue e outros agentes infecciosos associados à SGB agem indiretamente. Eles ativam uma resposta exagerada das células de defesa e uma cascata de reações que culminam na destruição da chamada bainha de mielina, que recobre e isola as fibras nervosas. Os danos à mielina alteram a condução dos impulsos nervosos e prejudicam o controle muscular.

A infecção por zika também está associada com a SGB. Um estudo publicado em outubro de 2016 também no *New England Journal of Medicine* mostrou que, durante os surtos ocorridos entre abril de 2015 e março de 2016, a incidência (o

número de casos novos de uma doença em uma população ao longo do tempo) aumentou 172% na Bahia, ainda que bem abaixo dos 877% registrados na Venezuela, 400% no Suriname e 211% na Colômbia. Inversamente, a incidência caía quando o surto amainava.

“A síndrome pode se manifestar também meses depois da infecção por dengue, o que exige acompanhamento médico”, diz Barral-Netto. Segundo ele, mesmo uma infecção causada pelo vírus da gripe, logo após a dengue, poderia desregular o sistema de defesa do organismo e levar à síndrome. “Quem teve dengue precisa tomar mais cuidado com as infecções virais que vierem depois”, recomenda. Santiago, da UFMG, confirma: “A Guillain-Barré pode aparecer meses depois da dengue, até mesmo sem outra infecção”.

**A** síndrome de Guillain-Barré pode ser tratada com medicamentos que reduzem a atividade do sistema de defesa ou com a filtragem do plasma, a porção líquida do sangue. Quando diagnosticada em seus estágios iniciais, os resultados costumam ser bons.

Um estudo da Universidade do Texas, nos Estados Unidos, avaliou todos os casos relatados associando dengue com SGB publicados até 2025. Os pesquisadores encontraram 56 pacientes da Ásia e América do Sul e outras regiões endêmicas para dengue, dos quais 95% também tiveram sintomas de dengue. A maioria (76%) foi tratada com medicamento e 14% com troca de plasma. Como descrito em um artigo de dezembro de 2025 na *BMC Infectious Diseases*, pouco mais da metade (57%) apresentou recuperação completa dos movimentos e 32% parcial.

“A maioria se recupera sem maiores consequências”, observa Nogueira. A paralisia dos músculos respiratórios, que tende a ser fatal, acomete apenas 5% das pessoas com a síndrome, identificada pelos neurologistas franceses Georges Guillain (1876-1961), Jean-Alexandre Barré (1880-1967) e André Stroh (1887-1977) e descrita pela primeira vez em 1916. ●

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



# Sangue que transforma

Entender como refeição altera glândulas salivares de carrapatos pode ajudar a conter transmissão de doenças

MARIA GUIMARÃES

**C**arrapatos são um dos terrores de quem gosta de passear no mato, e uma ameaça constante a animais. Além de sugarem o sangue, eles são transmissores de patógenos que causam doenças potencialmente graves, como a febre maculosa e a doença de Lyme. Nesse contexto, o grupo do biólogo molecular brasileiro Lucas Tirloni, pesquisador nos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, investiga as glândulas salivares desses aracnídeos parasitas e descobriu células precursoras que se diferenciam em células especializadas capazes de adaptar a saliva, o que pode ser importante para a alimentação em diferentes hospedeiros, de acordo com artigo publicado em março na revista científica *Science Advances*.

O estudo se concentrou na espécie *Ixodes scapularis*, que nos Estados Unidos tem destaque por transmitir a bactéria *Borrelia burgdorferi*, causadora da doença

de Lyme. De acordo com os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) do país norte-americano, a enfermidade atinge cerca de 476 mil pessoas por lá a cada ano.

Os carrapatos dessa espécie passam por três hospedeiros distintos ao longo da vida, desde a fase larval (que ainda não se alimentou) até a forma adulta. “A capacidade de se alojar em múltiplos hospedeiros aumenta as chances de sobrevivência”, explica Tirloni. Depois de um período de alimentação lenta, em que o sistema digestivo amadurece, as fêmeas começam um processo de ingerir um grande volume de sangue, suficiente para que elas aumentem o próprio peso em 120 vezes. Ficam, assim, prontas para depositar ovos no solo.

A alimentação envolve toda uma farmácia presente na saliva: substâncias anticoagulantes, anti-inflamatórias, imunomoduladoras, entre outras. O sangue da vítima precisa continuar escoando, e isso não se dá da mesma forma em todos os

animais. “Existem diferenças no sistema imune e de coagulação entre diferentes vertebrados”, afirma Tirloni.

O estudo analisou o transcriptoma – técnica que evidencia a atividade gênica – de mais de 50 mil células individuais isoladas de glândulas salivares dissecadas de fêmeas de *I. scapularis* em diferentes períodos da alimentação. “É um experimento caro, mas aqui tenho condições de fazer”, afirma o pesquisador. A surpresa foi descobrir que o crescimento das glândulas salivares não depende da proliferação celular, mas da transformação das células que foram classificadas como precursoras. Para ele, o estágio precursor é fundamental como um estado de prontidão. “O carrapato não sabe o que vai comer, precisa estar pronto para o que vier.”

O desenvolvimento das glândulas salivares, que se parecem com cachos de uva, envolve o aumento de cada ácino (análogo a uma uva), que adquire uma cavidade maior onde a saliva pode ficar armazenada, e a capacidade de produzir substâncias químicas distintas para combater as defesas de cada hospedeiro. Nas condições experimentais no laboratório, nas quais as fêmeas parasitas se alimentaram de coelhos, foi possível perceber que o processo de alimentação é que de-

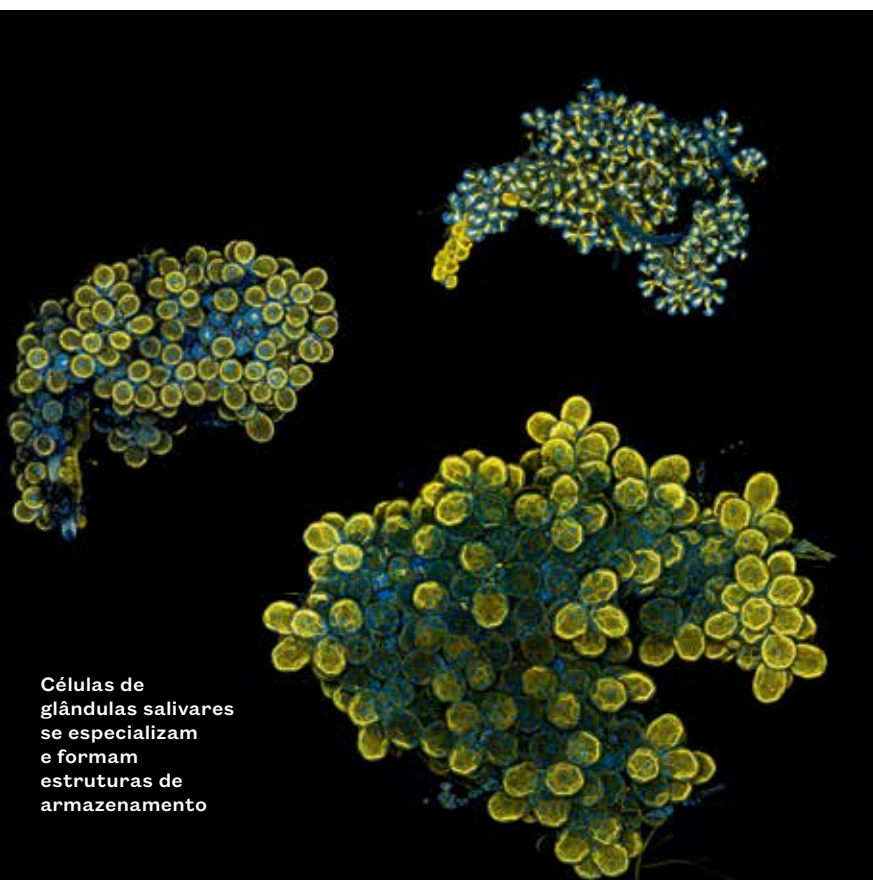
sencadeia a diferenciação das células. O próximo passo será descobrir se o gatilho é químico – algo nas propriedades do sangue – ou físico, como a distensão do intestino que se enche. Os experimentos já estão em andamento.

**D**e acordo com Tirloni, a técnica de transcriptoma de células isoladas tem representado uma revolução para o estudo do câncer, mas não costuma ser usada para estudar questões consideradas de menor importância, como a caracterização de glândulas salivares de carrapatos. “É a beleza da ciência básica”, comenta. A partir dos achados, o pesquisador pretende continuar a pesquisa no sentido de encontrar maneiras de bloquear a ação dos carrapatos. Funcionaria, segundo ele, de forma profilática: uma medicação que impediria a ativação das glândulas salivares, mesmo que carrapatos viessem a se fixar na pele. Isso preveniria a transmissão das bactérias, que costuma se dar após 24 horas de ação sugadora (daí, por enquanto, a importância de se retirar carrapatos no mesmo dia, caso você faça uma incursão no mato).

Nesse sentido, ele está trabalhando em colaboração com o grupo da bióloga Andréa Fogaça, do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP), ampliando as análises para espécies brasileiras de carrapato. “Nos NIH há o acesso facilitado a tecnologias interessantes e vamos estudar os carrapatos transmissores da febre maculosa”, explica ela. Trata-se do carrapato-estrela (*Amblyomma sculptum*) e do carrapato-amarelo-do-cão (*A. aureolatum*), portadores da temida bactéria *Rickettsia rickettsii* (ver Pesquisa FAPESP nº 330). “Queremos fazer o transcriptoma não só para as glândulas salivares, mas também em células do intestino”, conta ela, que tem investigado as diferenças na suscetibilidade das diversas espécies de carrapato à infecção bacteriana. A microbiota intestinal parece ter um papel importante nessa relação, como seu grupo mostrou em artigo publicado em novembro na revista científica *Developmental & Comparative Immunology*. A parceria com Tirloni deve ajudar a entender como as alterações fisiológicas durante a alimentação podem afetar a suscetibilidade à infecção. “Já temos em andamento um transcriptoma de glândula salivar e vamos mandar amostras de intestino.”

A partir de hipóteses de como as bactérias podem ser prejudicadas pelo ambiente do hospedeiro, e como ultrapassam as dificuldades para invadir o vetor e serem transmitidas ao hospedeiro na alimentação seguinte, Fogaça quer encontrar maneiras de combater a febre maculosa. A imunologista Isabel Santos, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) da USP, tem usado um modelo bovino para conhecer a fisiologia das glândulas salivares de carrapatos. “Os animais das raças taurinas, aquelas que não têm ‘corcova’, são muito suscetíveis ao carrapato-de-boi, enquanto as raças zebuínas são resistentes”, exemplifica Santos. A hipótese é que a resposta inflamatória do boi afeta o funcionamento do aparelho alimentar dos parasitas. Em colaboração com uma empresa de ração, seu grupo está modificando os mediadores de inflamação, o que poderá reduzir a carga de carrapatos no gado. Para ela, aprofundar os estudos nessa interface pode ter aplicações práticas relevantes. ●

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



Células de glândulas salivares se especializam e formam estruturas de armazenamento

# A resiliência da variação

Sequenciamento completo do genoma de orquídea poderá servir como referência para avaliar a vulnerabilidade de outras plantas ao clima extremo

GILBERTO STAM

**A** orquídea-da-praia (*Epidendrum fulgens*) não é como a maioria das orquídeas, que vive sobre galhos e troncos de árvores em florestas úmidas. Na forma de touceira com 1 metro (m) de altura e cachos de flores amarelas, laranja e vermelhas, ela cresce em restingas e dunas, onde o sol é intenso e a areia seca é pobre em nutrientes. Uma equipe de pesquisadores brasileiros e norte-americanos sequenciou o genoma completo da planta e identificou mais de mil grupos de genes exclusivos dessa espécie relacionados

a características fisiológicas que podem contribuir para respostas a uma variedade de estressores ambientais, segundo artigo publicado em março na revista científica *Genome Biology and Evolution*.

“O que torna a planta mais resistente a condições extremas é o grande número de cópias de cada um desses genes”, observa o biólogo Fábio Pinheiro, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), coautor do artigo e orientador da bióloga Jacqueline Mattos, que elaborou o trabalho como parte de seu doutorado. Cada conjunto de cópias forma o que os pesquisadores chamam de família de genes.





*Epidendrum fulgens* (acima, em detalhe) forma touceiras em restingas e dunas, como em Torres, no litoral gaúcho (abaixo)

“Cada gene pode sofrer pequenas modificações no processo de cópia, aumentando a variabilidade genética”, ressalta Pinheiro. “Isso torna a resposta ao estresse ainda mais eficaz do que se fossem cópias idênticas.” Segundo ele, como os mesmos genes aparecem em diversas espécies de orquídeas, os dados poderiam servir de referência para avaliar o grau de vulnerabilidade de plantas desse grupo às mudanças climáticas. “Outros estudos poderiam viabilizar essa análise em tipos de plantas diferentes”, frisa.

O trabalho foi baseado em uma única planta da praia de Prumirim, no município de Ubatuba, no litoral paulista. Os pesquisadores identificaram esses genes depois de concluída a leitura completa do genoma, recurso usado com frequência no melhoramento genético de plantas de interesse comercial, mas pouco adotado em estudos de espécies nativas.

“Como o genoma é picotado na hora de fazer a leitura, o maior desafio é juntar todos os trechos na ordem correta. É como montar um quebra-cabeça sem a imagem”, compara Pinheiro. A dificuldade é realçada pelo fato de plantas terem genomas com mais trechos repetidos, em comparação com os animais. Usando técnicas de ponta para unir os fragmentos sequenciados, o grupo conseguiu um resultado completo.

“Essas espécies nos ajudaram a localizar genes semelhantes e entender a estrutura do genoma da orquídea-da-praia”, ressalta Pinheiro. Os pesquisadores também usaram como referência o genoma do arroz (*Oryza sativa*) e da arábida (*Arabidopsis thaliana*), muito usada como modelo em estudos de fisiologia vegetal. “Apesar de mais distantes evolutivamente, essas plantas compartilham trechos de DNA que servem como referência mais ampla da estrutura do genoma”, observa Pinheiro.

Segundo o biólogo Edlley Pessoa, da Universidade Federal do ABC (UFABC), que não participou do estudo, esse é o primeiro sequenciamento completo de um genoma de planta silvestre da

América do Sul. Ele não vê problema na análise de apenas uma planta. “A variação genética entre indivíduos da mesma espécie, sejam plantas ou animais, é mínima”, aponta. “A diferença genética entre as pessoas, por exemplo, é de cerca de 0,1%.”

“Analisar o genoma inteiro permite encontrar genes desconhecidos e identificar sua função”, acrescenta Pessoa. “A maioria dos estudos genéticos examina apenas os genes de interesse.” Segundo ele, o número de cópias nas famílias de genes de resistência pode ser de 10 a 15 vezes maior na orquídea-da-praia do que nas outras quatro orquídeas estudadas, que vivem em florestas tropicais.

**O** genoma completo das plantas também guarda pistas sobre a história de populações biológicas. Segundo Pinheiro, a espécie deve ter surgido há cerca de 10 milhões de anos, no Mioceno tardio (aproximadamente de 11 milhões a 5 milhões de anos atrás), quando o clima na atual América do Sul era mais seco, com florestas menores e restingas maiores. “Nessa época, as populações provavelmente eram maiores, cobrindo as restingas de flores alaranjadas”, especula Pinheiro.

Conforme o clima se tornava mais úmido, as florestas se expandiam, estreitando as restingas, até que, há 100 mil anos, a população se estabilizou. “Hoje resta cerca de 2% da população original”, estima Pinheiro. Em Prumirim, onde o clima úmido favorece a floresta e limita a restinga, o pesquisador contou 20 touceiras. “As maiores populações, algumas compostas por milhares de plantas, estão em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, onde as restingas são mais amplas devido ao clima frio e seco.” ●

---

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





# Orgânicos no SUS

## Projeto pioneiro leva alimentos oriundos da agricultura familiar e da agroecologia para alguns hospitais da rede pública em São Paulo

CARLOS FIORAVANTI E YURI VASCONCELOS

**É** uma rotina que se repete duas vezes por semana. Nas terças e quartas-feiras, em torno das 7h, um caminhão-baú chega no setor de entregas do Hospital São Paulo da Universidade Federal de São Paulo (HSP-Unifesp) e dezenas de caixas com frutas, legumes, verduras, feijão e ovos são descarregadas. Os alimentos abastecerão a cozinha do hospital universitário, vinculado ao Sistema Único de Saúde (SUS) e localizado na Vila Clementino, na zona sul da capital. Em pouco tempo, serão empregados no preparo das refeições dos pacientes e de seus acompanhantes.

Um detalhe importante: são alimentos provenientes da agricultura familiar, cultivados por pequenos produtores associados à Cooperativa dos Produtores Agrícolas Solidários do Alto Tietê (Coopasat), de Mogi das Cruzes, e ao Instituto Terra Viva Brasil de Agroecologia, de Sorocaba, ambos em São Paulo. Parte do lote é composta por alimentos orgânicos ou de base agroecológica. A agroecologia é um sistema agrícola em que os alimentos são produzidos de forma considerada socialmente justa e ambientalmente sustentável, sem uso de agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos, respeitando os ecossistemas, a biodiversidade e as comunidades envolvidas. Preconiza a transição do modelo agropecuário atual, baseado na monocultura e no uso de produtos químicos, para um sistema alicerçado em princípios ecológicos, sociais e econômicos.

O Hospital São Paulo integra um projeto pioneiro fruto de um acordo assinado em outubro de 2023 entre a Associação Paulista para o Desenvolvimento da Medicina (SPDM) e o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar (MDA). O compromisso visa ao fornecimento de alimentos da agricultura familiar nas unidades hospitalares geridas pela associação, uma organização social com atuação na área da saúde e mantenedora do HSP.

Também fazem parte da iniciativa o Hospital Municipal de Parelheiros, no extremo sul da capital paulista, o Hospital Regional Alto Tietê, em Suzano, e o Hospital das Clínicas Luzia de Pinho Melo, em Mogi das Cruzes. Até o fim do ano, mais oito unidades serão incorporadas à iniciativa. Além da Coopasat e do Terra Viva, participam do projeto a Cooperativa Agroecológica dos Produtores Rurais de Água Limpa da Região Sul de São Paulo (Cooperapas), a Cooperativa dos Produtos Rurais de Jquitiba e Região (Coopjuqui) e a Annona – Cooperativa de Agricultura Sustentável.

“O projeto começou como um grande desafio de interação entre ciência, territórios de agricultura familiar e políticas públicas”, explica a advogada Larissa Beltramim, chefe do Escritório de Políticas Públicas, Desenvolvimento Sustentável e Inovação Social da SPDM. “O que temos feito é implementar na rede de hospitais do SUS em São Paulo o Programa de Aquisição de Alimentos [PAA], uma política pública federal, com adesão de estados e municípios, para a compra de alimentos diretamente da agricultura familiar.” O fornecimento de alimentos começou em 2024, informa Beltramim.

Para a biomédica Helena Nader, presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC), levar a agricultura familiar ao SUS é um dos mais relevantes projetos de saúde pública do país. “O Brasil é um dos maiores produtores globais de alimentos. E tem o maior sistema de saúde pública, reconhecido internacionalmente. Por isso, é preciso incentivar a agricultura familiar e a produção de alimentos orgânicos e agroecológicos no SUS para termos o maior programa de agricultura familiar na saúde pública do mundo.”

Mesmo com tão pouco tempo de existência do projeto, Beltramim afirma que já é possível perceber suas vantagens. “Há benefícios do ponto de vista social, econômico e ambiental. Ele estimula a agenda da transição agroalimentar, fortalece a cadeia produtiva da agricultura familiar, gerando renda para pequenos produtores, e os pacientes do

hospital e seus familiares recebem uma nutrição muito mais saudável, com a garantia do direito humano à alimentação adequada e à saúde”, diz.

O projeto tem a coordenação científica do neurocientista Fulvio Alexandre Scorza, do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Escola Paulista de Medicina (EPM) da Unifesp. Ele concorda que a introdução de alimentos orgânicos nos hospitais tem se mostrado importante para a saúde dos pacientes. “Reduzem o risco de exposição aos agrotóxicos, apresentam maior valor nutricional, auxiliam na prevenção de doenças crônicas e aumentam a satisfação dos pacientes com a alimentação hospitalar”, avalia Scorza.

**O** projeto foi um dos destaques do I Congresso Técnico-Científico de Agricultura Orgânica, organizado pelo Instituto Brasil Orgânico (IBO) na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em março. De acordo com um levantamento realizado pelo IBO, o número de propriedades rurais com cultivo de orgânicos cresceu 150% entre 2013 e 2025, chegando a 25.178. O Paraná é o estado com maior quantidade de propriedades, seguido por Rio Grande do Sul, Bahia e São Paulo, segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (ver *infográfico*).

Apesar da evolução, os orgânicos ainda representam uma parcela ínfima da produção nacional, conforme revelou estudo feito em 2021

por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Instituto de Economia da Unicamp. O trabalho, intitulado “Construção de uma tipologia para a produção orgânica no Brasil”, mostrou que do total da área agricultável do país, de mais de 351 milhões de hectares (ha), apenas 1,2 milhão de ha é destinado ao cultivo de orgânicos, menos de 0,5% do total.

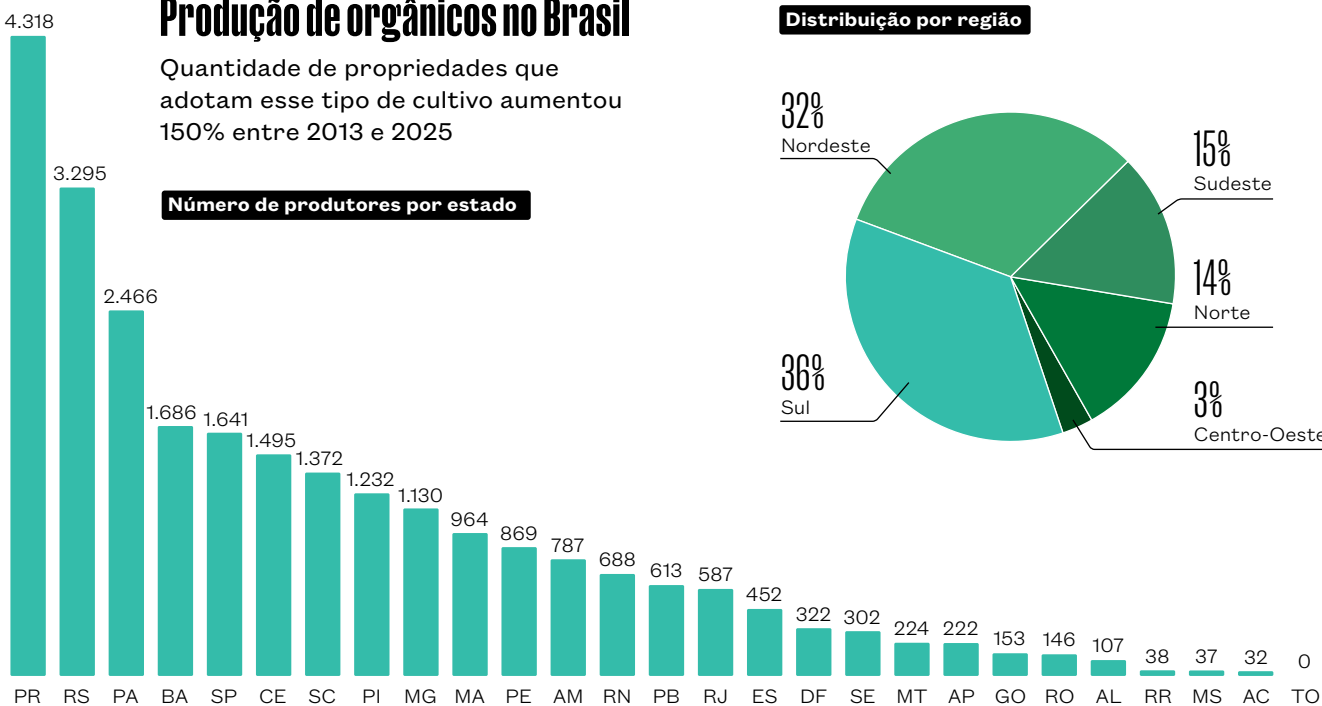
Durante o evento do IBO, Scorza chamou a atenção para o fato de 44% dos princípios ativos liberados no Brasil serem proibidos por países da União Europeia em razão dos riscos à saúde humana e ao meio ambiente (ver Pesquisa FAPESP nº 271). “Somos o maior produtor e exportador de alimentos do planeta, mas, infelizmente, também lideramos o ranking entre os maiores consumidores de agrotóxicos”, lamenta o neurologista. O uso de agrotóxicos em grandes monoculturas, como soja e cana de açúcar, segundo seus defensores, é o que faz do Brasil o maior celeiro agrícola do mundo.

Para Scorza, estudos científicos trazem evidências de que alguns tipos de agrotóxico – entre eles os carbamatos, amplamente utilizados como inseticidas, herbicidas e fungicidas, os organofosforados, compostos químicos empregados em inseticidas, e os organoclorados, conhecidos pela elevada persistência ambiental e bioacumulação – podem provocar danos ao cérebro. Por isso, são considerados fatores de risco potenciais para a eclosão de distúrbios neuropsiquiátricos.

Entre junho e outubro de 2025, a engenheira-agrônoma Sandra Maria Pereira da Silva atuou

## Produção de orgânicos no Brasil

Quantidade de propriedades que adotam esse tipo de cultivo aumentou 150% entre 2013 e 2025



FONTE: INSTITUTO BRASIL ORGÂNICO



1



2



3

Couve e plantio de orgânicos em Mogi das Cruzes; pescados artesanais em fase de teste para inclusão no SUS; cozinheiro do Hospital São Paulo seleciona tomates para o preparo das refeições

com sua equipe em Paraibuna, a 70 quilômetros (km) da unidade da Agência Paulista de Tecnologia dos Agro-negócios (Apta) em Pindamonhangaba, onde trabalha. Em dois eventos técnicos, ela se reuniu com a equipe de outros órgãos da agricultura e da saúde, gestores públicos e produtores rurais com o propósito de, também ali, promover o uso de plantas medicinais e fitoterápicos, por meio de um projeto apoiado pela FAPESP. “Muitos prefeitos e secretários de Saúde ainda não sabem que podem contar com um crédito do Ministério da Saúde de até R\$ 1 real por habitante para implantar ações com plantas medicinais e fitoterápicos”, diz.

**A** experiência-piloto do HSP e das demais unidades da Grande São Paulo mostra, de acordo com Beltramim e Scorza, que a aquisição de alimentos da agricultura familiar para unidades de saúde é viável e positiva, mas muitos obstáculos, principalmente de logística, precisaram ser superados. Um ponto importante foi o estabelecimento de uma rede colaborativa de parceiros do poder público em âmbito federati-

vo, universidades, entidades da sociedade civil organizada e movimentos sociais. Outro foi a garantia de uma infraestrutura de transporte e armazenamento que garantisse a conservação adequada dos alimentos e permitisse o melhor aproveitamento deles, com redução do desperdício, no preparo das refeições.

#### **HORTAS COMUNITÁRIAS**

Em outra frente de trabalho, a equipe da engenheira-agrônoma Vanilde Esquerdo, da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, tem se dedicado a estudar as políticas públicas implementadas no país para fortalecer a agroecologia e a produção orgânica. Durante o encontro em Campinas, ela e sua equipe lançaram três publicações com os resultados mais recentes de seus trabalhos nesse campo, apoiados pela FAPESP.

A primeira examina o cenário nacional de Políticas Estaduais de Agroecologia e Produção Orgânica (Peapos), constituídas por lei, decretos e outros instrumentos normativos, e de Planos Estaduais de Agroecologia e Produção Orgânica (Pleapos), que coordenam as ações previstas nas políticas. Treze unidades da federação já promulgaram as políticas estaduais e sete (Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Distrito Federal e Sergipe) aprovaram o plano de implantação.

“Nos estados, houve um esforço grande para a construção da política, com a participação de gestores, universidades e movimentos sociais, mas a implementação ainda é um problema, por falta de orçamento e planejamento”, observa Esquerdo. “Ainda assim, localmente, a agroecologia avança, como resultado do trabalho de agricultores, extensionistas, associações e cooperativas.”

**A** segunda publicação examina as estruturas de governança da agroecologia no sudoeste paulista, uma das regiões estudadas pelo grupo da Unicamp por meio de um projeto de pesquisa apoiado pela FAPESP. Ali, de acordo com esse estudo, sobressaem-se “estruturas pujantes e ativas, com inserção local significativa, como a Rede Sociotécnica do Sudoeste Paulista, que apresenta composição plural e atuação alinhada a demandas e propostas voltadas à transição agroecológica”.

Enquanto em Itapeva, Itaberá e outros municípios do sudoeste paulista predominam as pequenas propriedades rurais e a agricultura familiar, com a produção de hortaliças, feijão, ovos e ervas medicinais, a outra área de estudo, a Região Metropolitana de São Paulo, examinada no terceiro volume, é marcada pelas hortas comunitárias. Elas são mais comuns na zona leste da capital, com a produção centrada em hortaliças, tanto para o consumo familiar quanto, eventualmente, para venda a escolas públicas.

Pés de hortelã e de cravo-amarelo: a ideia é promover o uso de plantas medicinais e fitoterápicas em unidades públicas de saúde de cidades paulistas

O levantamento evidenciou falhas de articulação entre os produtores e consumidores. “Por causa da falta de controle de extensão rural, regularidade e planejamento da produção, poucos produtores acessam o PNAE [Programa Nacional de Alimentação Escolar] e outros programas de compras públicas”, diz Esquerdo. “Os técnicos da extensão rural são muito importantes para aumentar a qualificação dos produtores.”

Ao percorrer as propriedades rurais e conversar com os produtores, Esquerdo, com sua equipe, notou a participação intensa das mulheres, expressa por meio de organizações como a Rede de Agricultoras Paulistanas Periféricas Agroecológicas (Rappa), da capital, e a Rede Agroecológica de Mulheres Agricultoras (Rama), do Vale do Ribeira. Há também dificuldades para acesso à água e regularização jurídica das terras, além do risco de contaminação do solo.

### FITOTERÁPICOS

A equipe da Apta costuma levar às reuniões muitas certificadas de algumas das 20 espécies já selecionadas para oferecer às equipes dos postos de saúde, entre elas guaco, calêndula e babosa. O propósito é manter um horto matriz e, nas dinâmicas de grupo, despertar lembranças familiares nos participantes e motivá-los a usar as plantas de que se esqueceram e continuam eficazes contra tosse, ferimentos ou indigestão. Silva sugere que os agricultores plantem também outras espécies, como alecrim e hortelã, com as quais possam gerar renda.

Ainda há muito por fazer. “Há uma lei federal que incentiva o uso de fitoterápicos no SUS, mas precisamos orientar os produtores sobre as melhores técnicas de controle de qualidade, embalagem e distribuição”, diz ela. “Precisamos também regulamentar e certificar o processo artesanal de produção de ingredientes botânicos.” Outro gargalo, segundo ela, é a capacitação profissional. “É preciso treinar os profissionais prescritores de fitoterápicos, como médicos, enfermeiros, farmacêuticos e dentistas dos postos de saúde. Do contrário, os fitoterápicos ficarão na prateleira”, diz.

A equipe do projeto já chegou ao outro extremo do estado para apresentar as possibilidades de produção e uso das plantas medicinais e aromáticas. “Tanto em Andradina, no oeste paulista, quanto em Mogi das Cruzes, na Grande São Paulo, há produtores com potencial para fornecer ao SUS, mas ainda não têm uma infraestrutura adequada de produção para atender aos centros de saúde e hospitais, que exigem entregas regulares e embalagens apropriadas”, observa Silva. ●



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



Gripen brasileiro é apresentado no Centro de Ensaios em Voo da Embraer

ENGENHARIA AERONÁUTICA

# No time dos supersônicos

Fruto de um acordo de transferência de tecnologia entre a sueca Saab e a FAB, jato Gripen montado no país é capaz de voar em velocidade duas vezes superior à do som

YURI VASCONCELOS

FOTO EMBRAER/SAAB

A indústria de defesa e aeronáutica brasileira alcançou uma importante meta com a finalização da montagem no país da primeira unidade de um avião de caça supersônico; no caso, o modelo de origem sueca F-39E Gripen. Apresentado ao público no final de março, o jato militar, um dos mais modernos e sofisticados de sua categoria, foi produzido pela Embraer em parceria com a multinacional sueca Saab, responsável pelo desenvolvimento da aeronave. O projeto recebeu apoio de uma cadeia de suprimentos formada por empresas brasileiras e estrangeiras. Contrato firmado entre a Saab e a Força Aérea Brasileira (FAB) em 2014 previa que 15 unidades do avião seriam montadas na planta industrial da Embraer em Gavião Peixoto, no interior paulista.

A compra dos jatos militares suecos faz parte do Programa FX-2, que teve por objetivo modernizar a aviação de caça brasileira. O pacote inicial previu a aquisição de 36 aeronaves supersônicas – que voam acima da velocidade do som –, sendo 28 delas tipo monoposto (para um piloto) e oito

bipostos (ver Pesquisa FAPESP nº 282). Posteriormente, a FAB adicionou outras quatro unidades ao contrato. As primeiras entregas ocorreram em 2020 e até o momento 11 jatos, todos fabricados na Suécia, já foram entregues à Aeronáutica – a frota está alocada na Base Aérea de Anápolis, em Goiás. O custo da aquisição foi de US\$ 4,1 bilhões (R\$ 21,4 bilhões).

“Sentimos grande orgulho em desenvolver, no Brasil, a capacidade de produzir uma aeronave de caça supersônica de alta tecnologia, plenamente apta a cumprir missões de superioridade aérea e a contribuir para a defesa da soberania do nosso território”, afirmou na cerimônia de entrega do jato Bosco da Costa Junior, presidente e CEO da Embraer Defesa & Segurança.

Presente ao evento, o presidente da Saab, o sueco Micael Johansson, destacou que a entrega do primeiro Gripen produzido no Brasil representa um avanço significativo para o fortalecimento industrial e tecnológico do país e o consolida como um polo exportador para o mundo. A fábrica da Embraer está preparada para produzir caças Gripen para outros países.

Com a entrega do primeiro Gripen nacional, o Brasil tornou-se o único país da América Latina com capacidade para montar esse tipo de aeronave. Com 15,2 metros (m) de comprimento, 8,6 m de largura e 4,5 m de altura, o avião é um caça multimissão sofisticado capaz de voar a 2.470 quilômetros por hora (km/h), cerca de duas vezes a velocidade do som. Tem autonomia de até duas

horas e meia e alcance (capacidade de voar sem necessidade de reabastecer) de 4 mil km quando não carrega armamentos e de 1,5 mil km com armas – o modelo é dotado de mísseis, bombas e sensores de alta tecnologia, que podem atingir alvos com precisão, além do alcance visual. Moderno e versátil, o jato pode ser reabastecido em voo.

Uma das principais novidades do negócio firmado há mais de 10 anos foi o acordo de compensação comercial, industrial e tecnológica oferecido pela Saab, avaliado em US\$ 9 bilhões. Esse acordo inclui o treinamento de engenheiros e pilotos brasileiros na Suécia e investimentos da companhia em instalações fabris no Brasil.

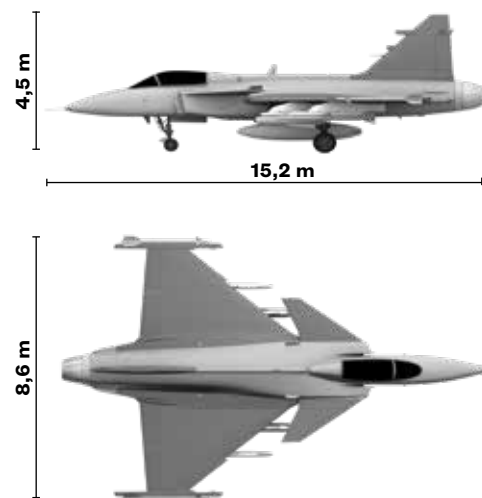
Conhecido como *offset*, o acordo, uma imposição legal quando compras militares superam US\$ 5 milhões, estabeleceu também a existência de um programa de transferência de tecnologia, a favor da FAB e de empresas do país, bem como a participação da indústria nacional, sob coordenação da Embraer, no desenvolvimento do avião.

“Sem dúvida, um aspecto importante desse negócio foi a transferência de tecnologia, que irá tornar nossa indústria aeronáutica mais competitiva. Nossos engenheiros só têm a ganhar”, avalia o engenheiro mecânico William Wolf, da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “O Brasil tem se destacado nesse setor, seja por fabricar jatos

## Um jato multimissão

Gripen é projetado para missões de defesa aérea, reconhecimento e ataque

### DIMENSÕES



FONTES SAAB / EMBRAER / FAB

**AUTONOMIA**  
2h30

**VELOCIDADE MÁXIMA**  
2.470 km/h (Mach 2)

### COMPOSIÇÃO

350 metros de tubulações

45 km de cabos

22.500 itens

### EQUIPAMENTOS

**Radares** para detecção de alvos a longas distâncias

**Sistemas de guerra eletrônica** para confundir o inimigo

**Mísseis, bombas e sensores de alta tecnologia** para atingir alvos além do campo visual



\* Em missões ar-terra



Caça F-39E Gripen da FAB faz voo de demonstração no Rio de Janeiro

executivos, aviões regionais ou cargueiros militares. Agora, teremos aeronaves de outra classe”, diz Wolf, referindo-se aos caças supersônicos.

Segundo informações do Centro de Comunicação Social da Aeronáutica, 63 projetos de *offset* integram o Programa FX-2. Desde a assinatura do contrato, em 2014, cerca de 350 engenheiros brasileiros já foram treinados na Suécia e mais de 2 mil empregos diretos e indiretos foram criados no âmbito do projeto.

“A montagem do Gripen pela Embraer representa uma dupla conquista para o Brasil”, pondera o economista Marcos José Barbieri Ferreira, coordenador do Laboratório de Estudo das Indústrias Aeroespaciais e de Defesa da Unicamp. De um lado, diz ele, há um ganho com o domínio de tecnologias aeronáuticas críticas e avançadas que se encontram no estado da arte. Do outro, o jato sueco é um produto estratégico de defesa e um instrumento importante para a garantia da soberania do país.

“Um avião de caça como o Gripen está na fronteira tecnológica da indústria aeronáutica. Ele incorpora as tecnologias e os equipamentos mais refinados do segmento aeronáutico e tem um conjunto amplo de funções militares: combate, ataque ao solo e naval, interceptação, reconhecimento, entre outras”, pontua Barbieri. Para ele, o que ocorreu foi mais do que uma simples transferência de tecnologia. “O Brasil, na verdade, participou da etapa final de desenvolvimento da aeronave [quando o negócio entre FAB e Saab foi fechado, o jato Gripen ainda estava sendo desenvolvido]. Claro que a transferência de tecnologia foi muito maior da Suécia para o Brasil, mas ela também ocorreu no sentido inverso”, afirma.

Quatro empresas instaladas no país participaram ativamente do projeto do jato da Saab. A

AEL Sistemas, de Porto Alegre (RS), esteve encarregada da produção de três displays de cabine avançados, focados na consciência situacional do piloto, e do visor de capacete Helmet-Mounted Display, que passaram a fazer parte da configuração oficial da aeronave para todas as compras ao redor do mundo. A Akaer, de São José dos Campos (SP), atuou em engenharia de estruturas, desenvolvendo seções da fuselagem e das asas.

**A** Saab Brasil, localizada em São Bernardo do Campo (SP), produz quatro aeroestruturas, que posteriormente são montadas na Embraer, e é responsável pela manutenção de sensores de guerra eletrônica e de um dos sensores do caça. Já a Atech, pertencente ao Grupo Embraer e sediada em São Paulo, incumbiu-se dos simuladores de voo e das estações de planejamento de missão.

Apesar do sucesso na transferência de tecnologia, Barbieri aponta que o acordo de compra dos jatos sofreu sobressaltos. “Os investimentos militares no país foram impactados nos últimos anos negativamente por causa de restrições orçamentárias. E o Programa Gripen acabou sofrendo com essas limitações”, argumenta.

Segundo o especialista, além de atrasos na produção das aeronaves, o Brasil teve que desistir de liderar o projeto e a montagem do modelo de dois assentos, que será usado principalmente para treinamento de pilotos da FAB – o desenvolvimento do modelo biposto F-39F Gripen havia sido encomendado pela Aeronáutica. Em maio de 2022, a FAB anunciou que os oito jatos com dois lugares previstos no contrato não seriam mais fabricados pela Embraer, mas pela Saab, na Suécia. ●

# IA invade o campo

Ferramentas apoiam técnicos de times de futebol em escolhas táticas, preveem lesões de atletas e facilitam negociações de jogadores

ENRICO DI GREGORIO

ilustrações ALEXANDRE AFFONSO

**A**s decisões estratégicas dentro das quatro linhas do campo de futebol sempre foram baseadas em observação direta, experiência acumulada e intuição do treinador. O avanço da ciência da computação nos últimos anos vem alterando esse quadro. Novas pesquisas na área da inteligência artificial (IA) têm disponibilizado ferramentas que podem ampliar o repertório dos técnicos, munindo esses profissionais com sistemas capazes de analisar milhares de dados por partida, identificar padrões coletivos de jogo e apoiar decisões técnicas e gerenciais.

A análise dos dados de jogadores nos jogos – movimentação, capacidade de explosão, roubos de bola e outras características importantes – é uma das grandes vantagens da integração da IA no futebol, segundo um artigo de revisão elaborado por um grupo de pesquisadores do Brasil, de Portugal e do Reino Unido, que analisou 32 estudos feitos na área. O resultado do trabalho foi publicado na revista *Frontiers in Sports and Active Living*, em maio de 2025.



“A revisão mostra que os modelos de inteligência artificial conseguem transformar dados complexos das partidas em informação útil para os treinadores. Tudo de maneira muito rápida”, contou a *Pesquisa FAPESP* o cientista do esporte Luís Branquinho, do Instituto Politécnico de Portalegre, em Portugal, um dos autores do estudo. As informações fornecidas pelos modelos de IA, ele explica, indicam a posição dos jogadores e da bola em cada milissegundo da partida, indo muito além do que o auxiliar técnico pode perceber, anotar e analisar depois, mesmo com o apoio de outros membros da comissão técnica.

Os estudos analisados aplicam vários modelos de IA. As redes neurais convolucionais (CNN), por exemplo, são um método de aprendizado de máquina especializado em analisar dados visuais para identificar padrões e características complexas nas imagens de vídeo. Já o *long short-term memory* é outro tipo de rede neural, um tipo avançado de rede neuronal recorrente (RNN), projetada com uma célula de memória para armazenar e manipular informações por longos períodos de tempo, como durante um campeonato inteiro.

## A IA pode beneficiar também os setores médico e financeiro dos clubes

O estudo de revisão também destaca a aplicação da teoria dos grafos no futebol. Essa teoria é um ramo da matemática que estuda a relação entre objetos (vértices) por meio de conexões (arestas) para resolver problemas complexos do mundo real (*ver* Pesquisa FAPESP nº 328). É como se, para administrar uma rede global de aeroportos, cada cidade com um aeroporto fosse um nó e cada rota de voo uma aresta. Um *hub* seria um vértice com um número de arestas muito maior do que a média. Na analogia do aeroporto, terminais centrais como o de Guarulhos, em São Paulo, ou o de Heathrow, em Londres, por onde muitos voos passam e fazem escalas, seriam *hubs*. A teoria de grafos pode ajudar a medir quão fácil é viajar entre duas cidades quaisquer com o menor número de escalas possível.

Se aplicada ao futebol, a teoria identifica cada jogador como um nó e as interações entre eles como arestas. Os *hubs* são os atletas que mais servem de ponto de passagem para que a bola circule entre os vários setores da equipe (defesa, meio de campo, laterais e ataque). O modelo busca identificar esses *hubs*, calcular a dependência estratégica que a equipe tem em relação a cada jogador, medir a capacidade de transmissão da bola pela rede, indicando o quão rápido e coeso o time consegue trocar passes para atingir o objetivo, e mapear a formação de pequenos grupos conectados, como os triângulos de passes, que oferecem suporte mútuo e opções de saída sob pressão.

A IA também pode beneficiar os departamentos médicos dos times de futebol – e, em última instância, o setor financeiro do clube – com a prevenção de lesões nos jogadores. “As novas técnicas não impedem uma lesão súbita, mas permitem acompanhar a evolução de possíveis danos no corpo do atleta”, conta Branquinho.

“Temos identificado no futebol um fenômeno que pode ser descrito como um pico de desempenho pré-lesão”, comenta o pesquisador português. Esse conceito refere-se ao momento em que, antes de ocorrer uma lesão muscular ou ligamentar ou mesmo uma quebra física acentuada, o atleta apresenta níveis de desempenho excepcionalmente elevados, com acelerações muito rápidas e saltos mais intensos do que o habitual.

“O que para um torcedor pode parecer um momento extraordinário, para um algoritmo de inteligência artificial pode representar um sinal de alerta”, acrescenta o pesquisador. Com os dados em mãos, fica mais fácil para a equipe técnica identificar situações de risco e gerir a carga de treino ou de competição, prevenindo possíveis lesões.

No Brasil, grupos de pesquisa trabalham com modelos e softwares que podem ajudar na contratação de novos atletas e nas decisões táticas diárias. O pesquisador em gestão do esporte Felipe Félix Nunes defendeu em 2025 uma tese na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) cujo foco era o uso de modelos preditivos baseados em IA, por mecanismos de aprendizado de máquina, para contratação de profissionais do futebol.

“O modelo usa as métricas de performance dos jogadores, de passe e finalização, e combina isso com análises das necessidades do elenco do time”, explica Nunes. “A ideia é oferecer um conjunto de dados para dar mais racionalidade e fundamento às decisões dos treinadores e gestores.”

**D**urante o doutorado, Nunes testou vários métodos a fim de calibrar o aprendizado de máquina para tentar fazer contratações com mais eficiência. “Usei modos de calibração que classificam os dados em um intervalo entre 0 e 1. Quanto mais raro for um evento, maior a pontuação”, explica. “Assim, um jogador que faz sete finalizações no alvo em uma partida terá uma pontuação bem alta naquele jogo.”

O que guia essa classificação é a chamada lógica *fuzzy*, ou lógica difusa (*ver* Pesquisa FAPESP nº 211), uma análise que permite graus de verdade entre 0 (totalmente falso) e 1 (totalmente verdadeiro). No futebol, o método foi útil para medir o desempenho de um jogador ao longo do tempo e em várias condições, o que combina com a natureza não linear e subjetiva da performance esportiva.

No final, o modelo avalia um conjunto de dados, como a quantidade de minutos jogados, as possíveis assistências, os gols, as finalizações e as faltas sofridas, entendendo que os resultados variam de acordo com a posição – por exemplo, um zagueiro tende a cometer mais faltas e a fazer menos gols do que um atacante. “Assim, um treinador pode escolher o jogador que cumpre exatamente a função que ele precisa no time”, diz Nunes.

Em outro trabalho, a cientista da computação Patrícia Drumond, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), orientou, em 2025, o aluno de





graduação em engenharia de software José Lucas Vasconcelos Lucena, do Instituto de Ensino Superior (Icev), durante o desenvolvimento do sistema Tático Pro. O programa integra engenharia de dados com IA generativa e visualização analítica para oferecer suporte às decisões táticas dos técnicos.

O sistema coleta dados de partidas, jogadores e eventos da plataforma API-Football, um grande banco de dados com informações históricas e em tempo real de mais de 1.200 ligas e copas ao redor do mundo, e os armazena em um banco de dados especializado. Essas informações são tratadas para corrigir falhas – como ausência de nomes de técnicos ou divergências nas posições dos atletas – e, depois, incorporadas a uma inteligência artificial com interface conversacional, o que permite que o treinador faça perguntas para o robô.

O Tático Pro integra frameworks de código aberto (estruturas de software pré-construídas e gratuitas) para o desenvolvimento com grandes modelos de linguagem, como o LangChain e o LlamaIndex, com a tecnologia GPT-4, a mesma

da versão gratuita do ChatGPT. Os resultados são apresentados em quadros interativos que mostram gráficos de fácil interpretação sobre o comportamento do time e do oponente. Todo o processo priorizou a construção de um sistema de código aberto, visando a democratização da plataforma.

**P**ara os especialistas ouvidos pela reportagem, o aumento do uso da inteligência artificial no futebol deve ser regulado pela ética. “Não podemos fazer previsões e inferências sobre coisas sensíveis ou usando dados que não deveriam estar disponíveis ou que não sabemos de onde vieram, violando princípios éticos preconizados pela Declaração de Helsinque”, comenta Branquinho.

A Declaração de Helsinque foi adotada em 1964 pela Associação Médica Mundial e estabelece princípios éticos para pesquisas envolvendo seres humanos. Um dos pilares do documento é que o bem-estar dos participantes deve prevalecer sobre os interesses da ciência, exigindo consentimento informado, avaliação de riscos e aprovação por comitês de ética com revisões periódicas.

O cientista do esporte português também ressalta a necessidade da gradualidade no uso de IA. “Precisamos aplicá-la com calma e formar profissionais híbridos e multidisciplinares que unam a ciência do esporte e a análise de dados para interpretar as informações criteriosamente. Se tudo for rápido demais, podemos perder o controle e desvalorizar a criatividade e a intuição tanto de jogadores quanto de técnicos”, defende.

Drumond e Lucena alertam para a alimentação de dados, um processo que precisa ser feito com cuidado para não criar vieses, e o caráter histórico das bases de dados, o que pode ser um obstáculo para o reconhecimento de mudanças táticas recentes. O trabalho também ressalta a possível desigualdade competitiva que pode surgir entre equipes, já que o acesso a dados de alta qualidade costuma ter custos elevados em dólares. “Por isso, o uso de ferramentas com código aberto têm grande relevância”, pontua Drumond.

Além disso, todos os pesquisadores reforçam que a inteligência artificial deve ser um apoio para os seres humanos. “Não tem como colocarmos um robô para dar ordens ao time”, diz Branquinho. “A decisão final precisa ser sempre humana.” Com cautela, portanto, os novos softwares e modelos podem oferecer um suporte importante para o futebol. ●

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

MÚSICA

# jazz

À BRASILEIRA



Como o gênero que nasceu nos Estados Unidos foi incorporado e traduzido pelos músicos no Brasil

EDUARDO MAGOSI



FOTO AUTORIA NÃO IDENTIFICADA/ARQUIVO PIXINGUINHA/ACERVO INSTITUTO MOREIRA SALLES

Registro feito por volta de 1923 do grupo Oito Batutas (que, na época da foto, eram sete): a partir da esquerda, Sebastião Cirino (trompete), Euclides Virgolino (bateria), Pixinguinha (saxofone), Fausto Mozart Corrêa (piano), José Monteiro (banjo), J. B. Paraíso (saxofone) e Esmerino Cardoso (trombone de vara)

**C**riada em 1919, a Orquestra Típica Oito Batutas ganhou projeção nacional ao encantar um público de diferentes classes sociais com um repertório que reunia maxixes, cateretês, choros, sambas e lundus. Trajando figurinos associados ao imaginário nordestino e apoiados em uma representação de brasilidade de viés nacionalista, os músicos tocavam instrumentos como violão, cavaquinho, piano, reco-reco e ganzá. A flauta ficava a cargo de Alfredo da Rocha Vianna Filho (1897-1973), mais conhecido como Pixinguinha. Em 1922, o conjunto foi convidado a se apresentar na França e, durante seis meses, destacou-se como uma das atrações principais da boate Shéhérazade em Paris, ocasião em que teve contato com músicos norte-americanos ligados ao jazz.

No retorno ao Brasil, os Oito Batutas abandonaram os trajes típicos e passaram a se apresentar com ternos bem cortados. Também incorporaram novos instrumentos como saxofone e bateria, a exemplo do que tinham visto na Europa. O grupo deixou de se definir como “orquestra típica” para adotar a designação de “jazz band”, ampliando o repertório com ritmos estrangeiros como o próprio jazz, o foxtrote e o ragtime. Nesse contexto, Pixinguinha chegou a trocar a flauta pelo saxofone. A volta dos batutas “europeizados” serve como ponto de partida para o historiador Renan Branco Ruiz discutir a trajetória do jazz no Brasil e suas conexões com a música brasileira até meados da década de 1980. O tema inspirou a tese de

doutorado defendida em 2023 pelo pesquisador na Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Franca, e deu origem ao livro *De Pixinguinha à Vanguarda Paulista Instrumental: Uma história do jazz no Brasil (1920-1980)*, recém-lançado pela Editora Cancioneiro.

De acordo com o pesquisador, o nascente mercado fonográfico teve papel importante na difusão das *jazz bands* pelo país, processo que provocou críticas em setores alinhados ao nacionalismo musical. Mais do que definir se essas formações “tocavam jazz”, Ruiz busca analisar como tais experiências foram percebidas e interpretadas em seu contexto histórico. Nessa conjuntura, a circulação das bandas contribuiu para a difusão de instrumentos então pouco usuais no país, como a bateria, frequentemente percebida como elemento estranho por parte da crítica. “Nos anos 1920, as *jazz bands* se espalharam pelo Rio de Janeiro, sendo parte essencial do Carnaval carioca, mas também por São Paulo e quase todo o território brasileiro”, afirma o historiador.

A imprensa da época fez duras críticas a Pixinguinha por abraçar o jazz, segundo Ruiz. O crítico musical Cruz Cordeiro (1905-1984), por exemplo, chegou a afirmar que músicas de autoria do compositor, como “Carinhoso” e “Gavião calçudo”, gravadas em 1928 e 1929, respectivamente, continham elementos da música norte-americana, o que comprometia sua autenticidade. “Este atrito entre a busca de uma identidade musical brasileira e a incorporação de referências internacionais como forma de modernizar a tradição musical do Brasil vai se estender pelo chamado ‘longo modernismo’”, comenta o pesquisador.

Cunhado pelo historiador Marcos Napolitano, da Universidade de São Paulo (USP), o conceito de



A Orquestra Tabajara, em registro s/d: visual inspirado nas *big bands*



Os músicos Johnny Alf (à esq.) e João Donato, que transitaram pela bossa nova e pelo samba-jazz



FOTOS 1 E 2 AUTORIA NÃO IDENTIFICADA/COLEÇÃO JOSÉ RAMOS TINHORÃO/ACERVO INSTITUTO MOREIRA SALLES 3 SILVESTRE P. SILVA/FOLHAPRESS

“longo modernismo” sustenta que o modernismo brasileiro não se restringiu a um evento pontual dos anos 1920, no caso, a Semana de Arte Moderna de 1922, ou a uma determinada tradição estética de vanguarda, mas constituiu um processo histórico e cultural mais amplo. Por seis décadas, essa ideia estruturou projetos de nação, políticas culturais e uma narrativa de brasilidade, sendo disputada à esquerda e à direita. Tal agenda intelectual perdeu fôlego apenas nos anos 1980, em meio, sobretudo, às mudanças socioculturais e políticas.

**N**a avaliação de Paulo Tiné, professor do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a música executada por Pixinguinha e os batutas após o retorno de Paris não pode ser classificada como jazz. “Ao ouvir hoje aquelas gravações, percebe-se que o som é muito brasileiro. É a partir da bossa nova e do samba-jazz que se estabelece um diálogo mais consistente entre os gêneros”, defende. Em trabalho apresentado no XXIV Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Música, em 2014, o pesquisador dissecou o arranjo de 1947 feito por Pixinguinha para a música “Gaúcho”, de Chiquinha Gonzaga (1847-1935), e evidencia as

características do jazz que o músico introduz nessa versão. “Essa presença mais marcante do jazz no estilo de Pixinguinha só vai acontecer no final dos anos 1940”, destaca.

A partir de meados dos anos 1930 no Brasil, as *jazz bands* se transformaram em orquestras dançantes, em um formato influenciado pelas *big bands* norte-americanas – formações numerosas com seções de sopros, metais e percussão, como a liderada por Benny Goodman (1909-1986), que tocavam sobretudo jazz. “No caso do Brasil, era música para dançar, mas com ritmos nacionais. A influência das *big bands* norte-americanas estava na estética”, sintetiza Tiné. Uma das primeiras e mais importantes, segundo o pesquisador, foi a Orquestra Tabajara, fundada em João Pessoa (PB) em 1934 com o nome de Jazz Tabajara. Sob a liderança do clarinetista Severino Araújo (1917-2012), o grupo ganhou projeção por meio da Rádio Tabajara, interpretando gêneros como baião, samba e choro.

Radicada no Rio de Janeiro a partir de 1945, a orquestra se estabeleceu como escola para os músicos que passaram por ela, como Jackson do Pandeiro (1919-1982), Moacir Santos (1926-2006) e K-Ximbinho (1917-1980). De acordo com Ruiz, o rádio teve papel decisivo na difusão dessas orquestras no Brasil. Inseridas no contexto da Política da Boa Vizinhança (1933-1945), promovida pelo governo de Franklin D. Roosevelt (1882-1945), as emissoras brasileiras firmaram convênios com rá-

dios norte-americanas e tornaram viável a transmissão de programas ao vivo entre os dois países.

Na década de 1950, a bossa nova e o samba-jazz alteraram a dinâmica de relação da música brasileira com o jazz, mas sem eliminar o embate entre o nacional e o estrangeiro. “Se, por um lado, havia o desejo de se conectar ao moderno vindo do exterior, também se criou uma resistência a essa modernização. Um exemplo é a militância do crítico José Ramos Tinhorão [1928-2021] contra a música norte-americana e seu desdém pela bossa nova, que considerava um estrangeirismo”, prossegue Ruiz. Em relação à bossa nova, o pesquisador destaca uma inflexão importante: a música brasileira deixa de ser apenas influenciada e passa também a influenciar o jazz internacional.

Na tese de doutorado “*Swing dos trópicos: Arranjos transnacionais na música popular*”, defendida em 2022 na Unicamp com apoio da FAPESP, o antropólogo Rafael do Nascimento Cesar investiga como o jazz norte-americano e a música popular brasileira se cruzaram nas décadas de 1920 a 1960. Entre os temas que ele explora está a crítica de jazz escrita nos anos 1940 e 1950 pelo poeta e então diplomata Vinicius de Moraes (1913-1980), pelo *playboy* Jorge Guinle (1916-2014) e pelo jornalista Sérgio Porto (1923-1968), que ficaria conhecido como Stanislaw Ponte Preta. Guinle é autor de *Jazz panorama*, considerado o primeiro livro brasileiro sobre o gênero, lançado em 1953 com prefácio de Moraes. “Essas pessoas acompanhavam de perto o que acontecia nos Estados Unidos. Vinicius, por exemplo, morou em Los Angeles entre 1946 e 1950, quando ocupou o cargo de vice-cônsul do Brasil e conheceu a cena

local de jazz”, relata Cesar. “Ao escrever sobre jazz em português para leitores brasileiros, eles refletiam também sobre a própria música do país, como o samba e o choro.”

Nos anos 1950, o jazz ganhava espaço em ambientes frequentados pela elite, como a boate Béguin, no Rio de Janeiro, e o clube Itatiaia, em São Paulo. “Nesses lugares, ouvir música era quase um ritual. O público permanecia sentado, atento, e precisava saber a hora certa de aplaudir e até o que beber. Havia um jeito considerado ‘correto’ de se comportar, ouvir jazz funcionava como um sinal de distinção social”, comenta o pesquisador. “Ao mesmo tempo, o gênero também estava presente em espaços populares, como as gafieiras, onde a relação com a música era outra: mais solta, ligada ao corpo e à dança.”

**E**m sua tese, o antropólogo acompanha ainda a trajetória do pianista Johnny Alf (1929-2010) e das cantoras Elza Soares (1930-2022) e Alaíde Costa, todos negros e ligados à bossa nova. Ele mostra que o movimento, embora inovador, formou-se em um ambiente bastante específico: a zona sul do Rio de Janeiro, em apartamentos de jovens da elite. O estilo de vida, que incluía viagens ao exterior e hábitos de consumo sofisticados, fazia parte dessa identidade. “Apesar da proximidade musical, nomes como Johnny Alf, Elza Soares e Alaíde Costa acabaram sendo empurrados para a margem do movimento. Não compartilhavam das mesmas condições sociais nem dos códigos daquele grupo”, observa Cesar. “A bossa nova nasceu moderna e sofisticada, mas também marcada por limites claros de classe e raça.”

Considerado um dos pais da bossa nova, Alf manteve ligação com o samba-jazz, gênero definido pela mistura de samba instrumental com as improvisações do jazz. Outro nome que transitou pelas duas vertentes foi o multi-instrumentista João Donato (1934-2023). “Tanto o samba-jazz quanto a bossa nova e o afro-samba fazem parte do processo de reinvenção do samba”, comenta o músico e cientista social Gabriel Improta França, autor da tese de doutorado “*Samba-jazz em movimento: O percurso dos músicos no Rio de Janeiro, entre fins dos anos 1950 e início dos anos 1960*”, defendida em 2015 na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

De acordo com o pesquisador, o termo samba-jazz foi mais amplamente divulgado na imprensa a partir de meados da década de 1960 por Robert Celerier, jornalista francês radicado no Rio de Ja-



A cantora  
Alaíde Costa na  
década de 1960



O Grupo Um, em 1982, e capas de discos das bandas Pau Brasil, Pé Ante Pé e Metalurgia



3



4



5

neiro que escrevia no *Correio da Manhã*. Para aquele crítico, o disco *Turma da gafeira* (1956) seria o precursor do gênero. Do álbum participaram músicos como o baterista Edison Machado (1934-1990) e o trombonista Raul de Souza (1934-2021), dois dos principais nomes do movimento. “Embora seja pouco lembrado nos dias de hoje, Edison Machado é apontado como o criador do ‘samba do prato’, um jeito de tocar bateria calcado na performance de alguns bateristas de jazz”, comenta França, professor da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio). “Esse disco evidencia a importância do baile de gafeira no samba-jazz, que traz em seu cerne a dança”, acrescenta.

Além do aspecto dançante, outro ponto marcante no samba-jazz era o improviso herdado do jazz. Com essas características sonoras, grupos e artistas como Sérgio Mendes (1941-2024), Dom Um Romão (1925-2005), Zimbo Trio e Tamba Trio fizeram sucesso, por exemplo, em casas noturnas do Beco das Garrafas, no Rio, entre os anos 1950 e 1960. “Com a ditadura e os festivais da canção, o mercado se volta para a música com letras e o samba-jazz perde espaço. O regime também esvaziava o público de bares e boates onde esse tipo de música era executado, o que leva ao autoexílio de vários músicos, que deixam o Brasil por falta de mercado”, conta Ruiz, que atualmente estuda o jazz durante o período de exceção no Brasil em estágio de pós-doutorado na Unicamp, com apoio da FAPESP.

A dificuldade para ingressar no mercado fonográfico geraria mais tarde, na década de 1970, uma

cena independente na cidade de São Paulo. Batizada por Ruiz de Vanguarda Paulista Instrumental (VPI), essa articulação era composta por bandas como Pau Brasil, Divina Incrência, Metalurgia e Pé Ante Pé, além do Grupo Um, que se apresentavam em bares e teatros da capital, a exemplo do Teatro Lira Paulistana e do Saint Germain Jazz Club.

**N**o caso, as gravações estavam a cargo dos músicos ou de selos fonográficos independentes, como o do próprio Lira Paulistana e o Som da Gente. “Essas bandas produziam uma sonoridade vinculada ao que acontecia no exterior, sobretudo o *fusion jazz*, e ao mesmo tempo com componentes de brasilidade, como os ritmos brasileiros e diversas menções ao Brasil no título das faixas, entre outros aspectos”, conta Ruiz. “Os gêneros se alimentam mutuamente e ajudam a explicar tanto as escolhas estéticas quanto os discursos que cercam o jazz no Brasil no século XX.” ●

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

# Muito além das coleções

À frente do Museu do Homem, em Paris, historiadora francesa defende que as instituições culturais estejam engajadas nos debates atuais

GUILHERME COSTA

Foram as viagens pelo mundo árabe na juventude que despertaram na historiadora francesa Aurélie Clemente-Ruiz a vontade de confrontar diferentes formas de criar e pensar a arte. Nesse exercício de alteridade, ela descobriu não apenas um objeto de pesquisa, mas também a convicção de que o encontro com o outro é, acima de tudo, um caminho para o autoconhecimento.

Essa perspectiva orientou sua atuação por mais de duas décadas no Instituto do Mundo Árabe, em Paris, onde de 2001 a 2020 dirigiu exposições voltadas ao diálogo intercultural, e também como professora na Universidade Sorbonne em Abu Dhabi, nos Emirados Árabes Unidos, além da Escola do Louvre, na França. Em 2021, ingressou no Museu do Homem, na capital francesa, como diretora de exposições e, no ano seguinte, assumiu a direção geral, tornando-se a primeira mulher à frente da instituição desde sua criação, em 1938. O museu reúne coleções da pré-história, de antropologia biológica e cultural, assim como um centro de pesquisa, ensino, formação e divulgação sobre a evolução do homem e das sociedades.

Defensora de uma museologia engajada, a historiadora sistematizou essa visão no livro recém-lançado *Pour un musée engagé – Transmettre, interroger, inspirer* (Editions de l'Aube e Fondation Jean-Jaurès, 2025), ainda inédito no Brasil. Nele, propõe o museu como espaço de diálogo, formação cidadã e reflexão sobre temas como desigualdade e diversidade cultural.

Em março, Clemente-Ruiz esteve em São Paulo para realizar a abertura do ciclo Conferências FAPESP 2026. Na ocasião, aproveitou para visitar uma série de instituições culturais, como o Museu do Futebol e o Museu de Arte de São Paulo (Masp). “No Brasil, percebi um público mais jovem e uma relação mais descontraída com esses espaços, o que me pareceu muito revigorante. Temos muito a aprender com isso”, contou em entrevista concedida a *Pesquisa FAPESP*.



Clemente-Ruiz fotografada durante sua passagem por São Paulo

**Você é a primeira mulher a dirigir o Museu do Homem. Em que medida isso se reflete na sua gestão e nas suas prioridades institucionais?**

Não sei se o fato de ser mulher influencia diretamente minhas escolhas ou minha gestão, mas certamente me torna mais atenta ao lugar das mulheres nos projetos que desenvolvemos, assim como à presença de diferentes minorias e comunidades, garantindo representatividade real dentro do museu. Nosso objetivo não é impor um único ponto de vista, mas estar abertos à escuta e oferecer aos nossos visitantes uma pluralidade de perspectivas.

**Vivemos em um mundo polarizado politicamente, com uma crescente fragmentação social. Que papel os museus podem desempenhar na reconstrução de laços coletivos?**

O museu cumpre um duplo papel: preservar coleções e atua como espaço de deba-



te, promovendo diálogo entre diferentes perspectivas. Em um mundo polarizado e fragmentado, nossa função é contextualizar histórica, cultural, social e politicamente os acontecimentos, evidenciando nuances. No Museu do Homem, trabalhamos de forma transdisciplinar para mostrar que não existe apenas uma maneira de compreender a realidade: fatos científicos convivem com múltiplas interpretações, abordagens e sensibilidades. Essa diversidade de olhares é justamente o que torna o museu um espaço rico e capaz de contribuir para a reconstrução de laços coletivos.

**No livro recém-lançado, você apresenta o museu como um espaço de abertura ao outro e como um exercício de alteridade. Como essa ideia se traduz na prática e que experiências tornam isso possível?**

O museu precisa dialogar com questões contemporâneas, conectando-se à rea-

lidade do dia a dia das pessoas. No ano passado, por exemplo, organizamos a exposição *Migrações, uma odisseia humana*, abordando um tema muito debatido na França e em outras partes do mundo. O objetivo foi apresentar dados científicos, contextualizar o fenômeno historicamente e ampliá-lo para uma perspectiva global, mostrando por que as pessoas migram e quais são as consequências. Não se trata de julgar se a migração é boa ou ruim, mas de oferecer compreensão. A exposição, que recebeu mais de 200 mil visitantes, foi complementada por debates, conferências e oficinas para jovens, permitindo que experimentassem na prática o que significa ser migrante e exercitar a alteridade.

**Você acredita que os museus podem ir além da conservação do patrimônio e ajudar as pessoas a pensar sobre o lugar que ocupam no complexo mundo de hoje?**

Sim. A coleção existe e é importante porque alimenta a reflexão, mas não é suficiente em si mesma. Ela está lá para nos fazer pensar sobre nós enquanto humanos, sobre o mundo que nos rodeia e sobre o que queremos para o amanhã, em que mundo queremos viver. Há também uma dimensão ecológica que não podemos ignorar. Tentamos abordá-la sem culpar as pessoas, mas com uma perspectiva holística e ampla. O homem está sempre inserido em um ambiente, onde quer que esteja, e cada ação individual gera um impacto coletivo. O museu está talvez na fronteira disso, pensando o individual e o coletivo com consciência longitudinal. Afinal, estamos aqui também para conservar coleções, mas o que conservamos para as gerações futuras?

**Nesse contexto, os museus devem se posicionar nos debates contemporâneos ou manter uma postura de neutralidade?**

Na prática, é possível conciliar os dois. Em um museu público, precisamos manter certa neutralidade, pois não estamos ali para tomar partido. Mas isso não significa ser indiferente: um museu evolui dentro de um contexto social, cultural e político, e isso exige escolhas. Nenhuma instituição é totalmente neutra, porque todos somos influenciados pelo que nos cerca. A diferença está entre engajamento e militância, e é nessa fronteira que procuro atuar. Também acompanho o que outras instituições vêm fazendo nesse sentido. O Museu d'Orsay, em Paris, por exemplo, reúne um acervo magnífico de arte do século XIX, especialmente pinturas de paisagens. Recentemente, criaram um percurso mostrando aos visitantes como essas paisagens se relacionam com a crise ambiental atual. É um espaço de belas-arts que propõe uma experiência sobre um tema extremamente contemporâneo, fazendo as pessoas refletirem sobre sua relação com o meio ambiente. Ou seja, os museus podem se engajar a partir das próprias coleções, sem abrir mão de sua essência.

**E essa instituição deve também ser um espaço de emoção?**

Sem dúvida. Existe uma dimensão sensível no museu que é essencial preservar, ou seja, a emoção que surge no encontro com uma obra. É isso que alimenta o diálogo entre o visitante, a criação artística

e o contexto ao redor, tornando o museu um espaço singular. Essa experiência não precisa ser uniforme: não somos obrigados a gostar das mesmas obras e essa diversidade de percepções é parte fundamental da experiência. Ao mesmo tempo, é importante lembrar que o museu não existe apenas para exibir o que é considerado “mais belo”, “mais valioso” ou “mais refinado”, como foi comum durante muito tempo. A partir dos anos 1960, houve uma mudança importante nessa visão em países como a França. O museu passou a se afirmar como um espaço mais inclusivo, onde diferentes públicos têm lugar e múltiplas histórias podem ser contadas.

**Em seu livro mais recente, você discute os desafios do financiamento, especialmente a tensão entre a busca por recursos para inovar e a necessidade de manter independência em relação a patrocinadores. Que caminhos são possíveis hoje para os museus públicos?**

É uma questão complexa. Na França, os recursos públicos vêm diminuindo, o que leva muitas instituições a buscar financiamento privado. Nesse processo, no Museu do Homem, seguimos um princípio ético fundamental: somos nós que definimos os projetos e só depois buscamos parceiros. Nunca o contrário, e jamais alteramos nossos conteúdos em função de financiadores. O problema é que, quando tratamos de temas sensíveis, torna-se mais difícil obter apoio. E isso nos coloca diante de um dilema: ainda é possível sustentar projetos mais ousados contando apenas com recursos públicos? Essa é uma pergunta urgente. Por isso, é essencial fortalecer o diálogo com os gestores públicos, para que compreendam a importância dessas iniciativas. Sem esse apoio, corremos o risco de nos tornar excessivamente dependentes do financiamento privado.

**No Brasil, instituições como o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, adotam um modelo de gestão híbrido, com participação do poder público, da iniciativa privada e da filantropia. Esse formato, que tem ampliado o público e o vínculo com a comunidade, pode ser um caminho para os museus de forma geral?**

Os modelos francês e brasileiro são bastante diferentes. Na França, os museus públicos estão vinculados a diferentes esferas do Estado, ou seja, nacional, regional ou municipal, enquanto as iniciativas privadas, em geral, aparecem na forma de fundações empresariais. A combinação desses dois modelos ainda é pouco comum. Historicamente, o Estado teve um papel central na gestão da cultura, mas esse modelo vem sendo questionado nos últimos anos diante da redução dos recursos públicos. Ainda não desenvolvemos um sistema híbrido como o brasileiro, que me parece uma alternativa bastante interessante, especialmente por estimular parcerias e diversificar as fontes de financiamento.

**Há diferenças entre os papéis dessas instituições na França e no Brasil?**

De modo geral, considero os museus brasileiros mais avançados nas questões de acessibilidade e democratização social do que os franceses e europeus. No nosso caso, o peso de uma tradição museológica mais longa acabou, de certa forma, sacralizando essas instituições. Elas ainda são vistas como espaços quase intocáveis. No Brasil, percebi um público mais jovem e uma relação mais descontraída com esses espaços, o que me pareceu

“

Acho os museus brasileiros mais avançados nas questões de acessibilidade e democratização social do que os europeus

muito revigorante. Temos muito a aprender com isso. Não por acaso, foi no Brasil que nasceu a museologia social, nos anos 1970, justamente com consciência de que os museus têm um papel social e político, estão ligados a um território e precisam dialogar com as comunidades ao seu redor. Na França, esse processo seguiu outro caminho. Por isso mesmo, acredito que o intercâmbio entre nossas instituições é tão importante. Há aprendizados valiosos dos dois lados.

**Falando sobre os mais jovens, as redes sociais mudaram profundamente a forma como as pessoas buscam conhecimento e informação. Como isso impacta o papel tradicional dos museus?**

É fundamental estar presente no universo digital, produzir conteúdos relevantes e garantir visibilidade, não apenas para atrair visitantes, mas também para existir de fato nesse espaço. Precisamos considerar também outros indicadores, como o número de acessos aos sites ou de downloads de aplicativos dos museus. Isso revela formas de uso que não são presenciais, mas que fazem parte da experiência contemporânea e são igualmente importantes. Se queremos dialogar com as gerações mais jovens, não podemos abrir mão dessa comunicação digital. E não se trata apenas de divulgar atividades: é essencial oferecer conteúdo consistente, que informe, provoque reflexão e gere interesse real.

**Você visitou algum museu durante sua estadia em São Paulo? Quais foram suas impressões?**

Fui, por exemplo, ao Museu do Futebol, ao Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo [MAC-USP], ao Masp, ao Museu Afro Brasil, além de uma exposição no Sesc Pompeia. Em todos os lugares, o visitante estava no centro da abordagem, os projetos eram dinâmicos e as equipes muito engajadas, mesmo sendo pequenas, em vários casos. Nessas visitas, vi o papel social dos museus acontecendo de verdade, com um nível muito alto de profissionalismo. Todos temos nossas dificuldades de espaço, orçamento e pessoal, mas o que senti aqui foi uma vontade real de fazer acontecer, e isso é sempre muito estimulante. ●

# Um moderno fora do modernismo

Obra do pintor carioca Helios Seelinger ajuda a evidenciar a pluralidade de experiências artísticas no Brasil do início do século XX

EDUARDO MAGOSSÍ



Retrato de Helios Seelinger (1931), pintado por Candido Portinari

**E**m 2019, após mais um dia dedicado à tese de doutorado, o historiador da arte João Brancato acomodou-se diante da televisão para assistir à série *Coisa mais linda* em uma plataforma de *streaming*. Era a primeira temporada da produção brasileira e, em uma das cenas, ele vislumbrou, ao fundo, um quadro. Tratava-se da tela *Faunos alegres (Parte 1)*, de Helios Seelinger (1878-1965), pintor carioca cuja trajetória investigava em sua pesquisa.

Até então, a obra de 1901 era conhecida pelos estudiosos do artista apenas por uma fotografia tirada em 1902, durante uma exposição no Rio de Janeiro. “Nos créditos daquele episódio, encontrei o nome da proprietária da tela”, conta Brancato. “A pintura faz parte de um díptico [quadro composto por dois painéis]; a segunda parte permanece conhecida pelos pesquisadores apenas por fotografia.”

Parte de uma coleção privada, o quadro cedido para fins cenográficos para compor a ambientação da série evidencia o esquecimento que a obra de Seelinger sofreu na história da arte brasileira,

na avaliação de Brancato. No passado, o artista desfrutou de prestígio: em 1913, chegou a ser definido pela revista *Fon Fon* como “o mais original dos nossos pintores modernos”. Realizada com apoio da FAPESP e defendida no ano passado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a pesquisa de Brancato busca entender as razões desse obscurecimento ao analisar a produção de Seelinger ao longo da Primeira República (1889-1930). “É o período em que ele se forma e se consolida como pintor no meio artístico brasileiro”, explica o historiador.

**S**eelinger nasceu em 1878, no Rio de Janeiro. Seu pai era alemão e a mãe brasileira. Aos 10 anos, ingressou na Academia Imperial de Belas Artes, na capital fluminense. Com a Proclamação da República, a academia se transformou em 1890 na Escola Nacional de Belas Artes (Enba), onde o jovem realizou a maior parte de sua formação artística. Em 1896, partiu para uma temporada de estudos em Munique, na Alemanha, financiada pela família.

Na Europa, teve contato com a secessão, movimento artístico em voga na época que incluía o decadentismo e o simbolismo. Constituído no século XIX, o simbolismo recusava o realismo em prol do subjetivo. Já o decadentismo, uma de suas vertentes, rejeitava a moral burguesa por meio de obras frequentemente marcadas pela morbidez e pelo erotismo. “Seelinger buscava retratar um mundo imaginário, onírico, como forma de criticar a racionalidade do mundo em que vivia”, diz Brancato.

Em Munique, Seelinger teve como principal referência o pintor e artista gráfico Franz von Stuck (1863-1928), de quem assimilou traços simbolistas, oníricos e místicos. As tonalidades sombrias e as figuras de traços sintéticos, muitas vezes sem acabamento, marcariam obras como a já citada



1

*Faunos alegres* (1901) e *Bohemia* (1903). “Seelinger acabou sendo rotulado como artista simbolista, embora ele não tenha se limitado a esse estilo”, explica Brancato. “Em minha pesquisa, defendo que sua produção na Primeira República pode ser entendida como moderna.”

O historiador da arte Arthur Valle, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), concorda. “Seelinger costumava se definir como um artista ‘salteado’, em alusão à diversidade de caminhos em sua obra”, comenta. Na avaliação do historiador Jorge Coli, da Unicamp, os quadros de Seelinger são pródigos em elementos como ironia, estranhamento e melancolia. Esses traços, segundo o pesquisador, afastam a produção do artista tanto da pintura mais acadêmica quanto dos modernistas. “Seu trabalho amplia o mapa da nossa modernidade, mostrando que ela não se fez apenas pela ruptura ruidosa, mas também por zonas mais silenciosas, ambíguas e intelectualmente densas”, destaca Coli, que orientou a tese de Brancato.

Após retornar da Alemanha, Seelinger realizou sua primeira exposição individual, na sede da revista *O Malho*, no Rio de Janeiro, em 1902.

A partir da esquerda, registro de 1922, na Escola Nacional de Belas Artes (RJ), com Seelinger (primeiro na segunda fila) e Portinari (segundo na primeira fila)

*Faunos alegres* (Parte 1), pintura de Seelinger, de 1901, que faz parte de um díptico, quadro composto por dois painéis





*Bohemia* (1903),  
tela de Seelinger que  
integra a coleção  
do Museu Nacional  
de Belas Artes (RJ)

3

Um ano depois, apresentou o quadro *Bohemia* na Exposição Geral de Belas Artes, também na capital fluminense. A pintura representa a vida notívaga de artistas e intelectuais cariocas reunidos em uma sala onde há jogos, bebida e música. O próprio Seelinger aparece ao fundo da cena.

**N**o livro *Modernidade em preto e branco* (Companhia das Letras, 2022), o historiador da arte Rafael Cardoso diz que a obra adota uma estética que foge dos critérios artísticos vigentes na época, mais comportados. No caso, os 18 personagens se distribuem de forma desordenada em torno de uma figura feminina que personifica a boemia, em uma composição que lembra um esboço e rompe com a tradição pictórica brasileira.

Por seu aspecto inusitado, a obra recebeu o prêmio máximo do júri da exposição: uma viagem à Europa. “Em Paris, ele encontrou um ambiente artístico intenso que tornou suas obras mais refinadas”, conta Valle, que estuda a obra do pintor desde o início dos anos 2000. Na volta ao Brasil em 1914, Seelinger passou a incorporar temas nacionais à sua pintura e a suavizar o pessimismo que marcara o início de sua carreira. De acordo com Brancato, isso levou o artista a ampliar o alcance de sua obra e a receber encomendas de compradores em cidades como Porto Alegre e São Paulo.

No fim da década de 1910, Seelinger chegou a figurar em uma fotografia ao lado do escultor Victor Brecheret (1894-1955), do pintor Di Cavalcanti (1897-1976) e dos poetas Menotti Del Picchia (1892-1988) e Oswald de Andrade (1890-1954), todos ligados à Semana de Arte Moderna de 1922. Ainda assim, ele não participou do evento. Segundo Brancato, essa ausência teve papel fundamental no posterior apagamento de sua obra. “A consolidação do discurso modernista paulista

nas artes, na crítica e nas instituições, ao longo da segunda metade do século XX, obliterou em boa medida a reflexão sobre artistas e obras não alinhados aos critérios estéticos defendidos pelos integrantes da semana”, afirma. “Não podemos esquecer que a arte moderna se iniciou no Brasil antes de 1922.”

Entretanto, para Rafael Cardoso, o posterior esquecimento de Seelinger não se explica apenas pelo elemento histórico. Segundo o historiador da arte, mudanças na própria trajetória do pintor contribuíram também para esse processo. “A partir do final da década de 1910, ele foi aos poucos recuando da posição mais radical que assumira nos primeiros anos do século XX, tornando-se um artista mais convencional”, afirma o pesquisador associado da Universidade Livre de Berlim, na Alemanha.

Seelinger trabalhou como pintor até o fim da vida. Ao longo da pesquisa, Brancato catalogou mais de 250 obras do artista, entre pinturas e desenhos, encontradas em instituições públicas, coleções privadas e leilões virtuais. O Museu Nacional de Belas Artes (RJ), por exemplo, reúne oito pinturas a óleo, entre elas *Bohemia* e *Por mares nunca dantes navegados* (1920).

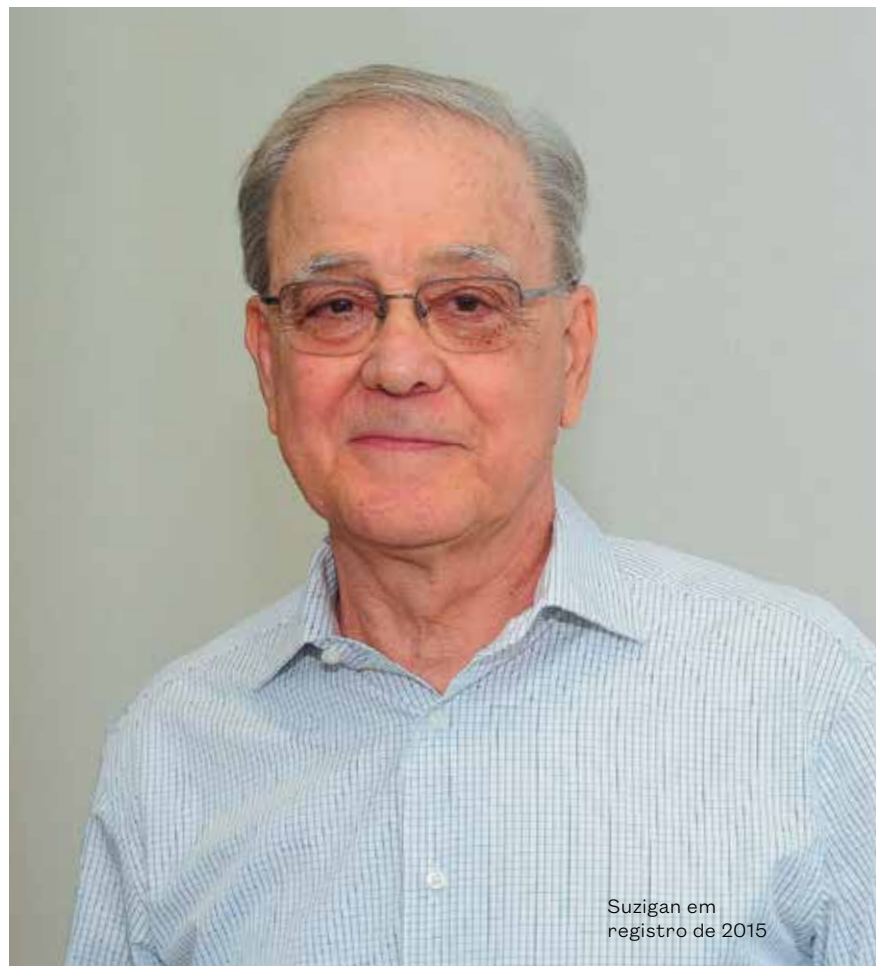
Em 2020, a maior parte do arquivo de documentos e fotografias de Seelinger foi doada para a Pinacoteca do Estado de São Paulo por sua neta, Heloísa. Localizado por Valle, da UFRRJ, há cerca de duas décadas, o conjunto seria posteriormente pesquisado por Brancato, que também intermediou sua doação à instituição paulista. “Assim como Seelinger, existem muitos outros pintores modernos que não se enquadram na historiografia imposta pela Semana de 22 e que precisam ser pesquisados e resgatados”, afirma Valle. ●

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

# Ponto de fuga

O economista Wilson Suzigan destacou-se pelo uso inovador de dados e pelas interpretações sobre a história da indústria brasileira

TATO COUTINHO



Um ponto de fuga no horizonte acadêmico. Assim a comunidade científica da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) reverenciou o economista Wilson Suzigan na cerimônia em que concedeu a ele o título de professor emérito, em setembro de 2024. Morto no último dia 10 de abril, aos 84 anos, em decorrência de complicações associadas a uma doença autoimune, Suzigan era saudado não apenas pela solidez teórica de suas contribuições para o pensamento econômico brasileiro, mas também pela natureza disseminadora de sua atuação como formador de pesquisadores.

“No papel de orientador, ele era a expressão mais bonita do encontro entre rigor acadêmico e generosidade intelectual”, diz a economista Suzana Paiva, da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Araraquara. Ela foi orientada por Suzigan na pesquisa de doutorado “Estratégias de política industrial e desenvolvimento econômico: Ideias e ideais

de Fernando Fajnzylber para a América Latina”, defendida em 2006, na Unicamp, com apoio da FAPESP. “Lembro, em especial, de nossas primeiras reuniões, de como cheguei sem clareza da contribuição que daria. Foi Suzigan quem me deu de presente o tema da minha tese de doutorado. A seu lado, aprendi não apenas a fazer boa pesquisa, mas a pensar com responsabilidade e sensibilidade.”

Nascido em Americana (SP), Suzigan se graduou em ciências econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), em 1961. Dez anos mais tarde, ingressou no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), órgão do governo federal, o que não o impediu de ser docente na Fundação Getúlio Vargas (FGV), no Rio de Janeiro, e na PUC-Rio. Sua trajetória na Unicamp se iniciou em 1985, primeiro no Instituto de Economia (IE), no qual se aposentaria em 1999, e depois no Instituto de Geociências (IG), onde atuou como professor colaborador no Departamento de Política Científica e Tecnológica.

A amplitude da contribuição acadêmica de Suzigan pode ser aferida por suas orientações: foram 27 teses de doutorado, 18 dissertações de mestrado e 42 projetos de iniciação científica. A Plataforma Acácia, que traça a genealogia no ecossistema da produção científica nacional, aponta 2.455 “descendentes” do economista desde sua primeira orientação, em 1983, relacionando seus orientandos e os orientandos de seus orientandos por múltiplas áreas e gerações.

“Quando fiz o doutorado em economia da indústria e da tecnologia, na UFRJ [Universidade Federal do Rio de Janeiro], em 1998, tive o privilégio de ter Suzigan na banca”, lembra Eduardo Albuquerque, da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (Face-UFMG). “Suas análises identificavam problemas com a classe rara de quem sabia fazer uma crítica, a mais ampla possível, como se fosse um elogio.”

Suzigan foi aluno da primeira turma de mestrado em economia no país, na Escola de Pós-graduação em Economia da FGV-RJ. Na época, escreveu a dissertação “O processo de substituição de importações no Brasil”, defendida em 1968. Ele se tornaria uma referência pelo rigor metodológico com a tese de doutorado “Investment in the manufacturing industry in Brazil, 1869-1939”, que defendeu em 1984 na Universidade de Londres, no Reino Unido.

Publicado em livro como *Indústria brasileira – Origem e desenvolvimento* (Brasiliense/Hucitec, 1986), o estudo apurava o engenho aplicado em uma obra anterior, *Política de governo e crescimento da economia brasileira, 1889-1945* (1973), que fez em parceria com o economista Annibal Villela (1926-2000). Suzigan foi um pioneiro no uso de forma sistemática de dados quantitativos nas pesquisas acadêmicas no campo da história econômica, até então usados de forma apenas ilustrativa na área.

“Para buscar entender a industrialização brasileira, ele foi nos registros da Secretaria de Comércio Exterior da Inglaterra e catalogou ‘na unha’ todos os registros de exportação de máquinas para o Brasil”, relata o economista Renato Garcia, sucessor de Suzigan na cadeira de Política Industrial e Desenvolvimento na pós-graduação do IE-Unicamp. “A partir desse estudo empírico, considerado à época uma das mais importantes pesquisas de

base de dados de investimentos no Brasil, mudou-se a interpretação sobre a industrialização brasileira. Por isso, a obra é até hoje leitura obrigatória em qualquer boa escola de economia no Brasil.”

“Suzigan foi um gigante”, comenta o historiador André Villela, da Escola Brasileira de Economia e Finanças da FGV-RJ, ao lembrar outra de suas obras clássicas, *História monetária do Brasil* (Editora UnB, 1976), assinada com o economista cubano Carlos Manuel Peláez. “Na área em que atuo, qualquer pesquisador teria enorme orgulho de ter escrito um desses três livros [*Indústria brasileira..., Política de governo... e História monetária...*]”, diz Villela. “Ele escreveu, sozinho ou em coautoria, os três. E sem jamais deixar-se tomar pelo embevecimento.”

Ao longo da trajetória, Suzigan publicou 69 artigos em revistas brasileiras e internacionais e 38 capítulos em coletâneas, além de ter organizado 17 livros. “O enfoque de suas pesquisas esteve voltado especialmente à organização industrial, interação universidade-empresas, sistemas produtivos locais e pequenas e médias empresas”, enumera o economista Maurício Chalfin Coutinho, do IE-Unicamp.

Para Paiva, da Unesp, o economista foi um dos autores que mais contribuiu para qualificar o debate sobre política indus-

trial no Brasil. “Ele defendia que políticas industriais eficazes exigem coordenação entre Estado e setor privado, continuidade institucional e foco na construção de capacidades produtivas e tecnológicas”, afirma. “Essa visão dialoga diretamente com as discussões atuais sobre neointustrialização, inovação e reconfiguração das cadeias globais de valor.”

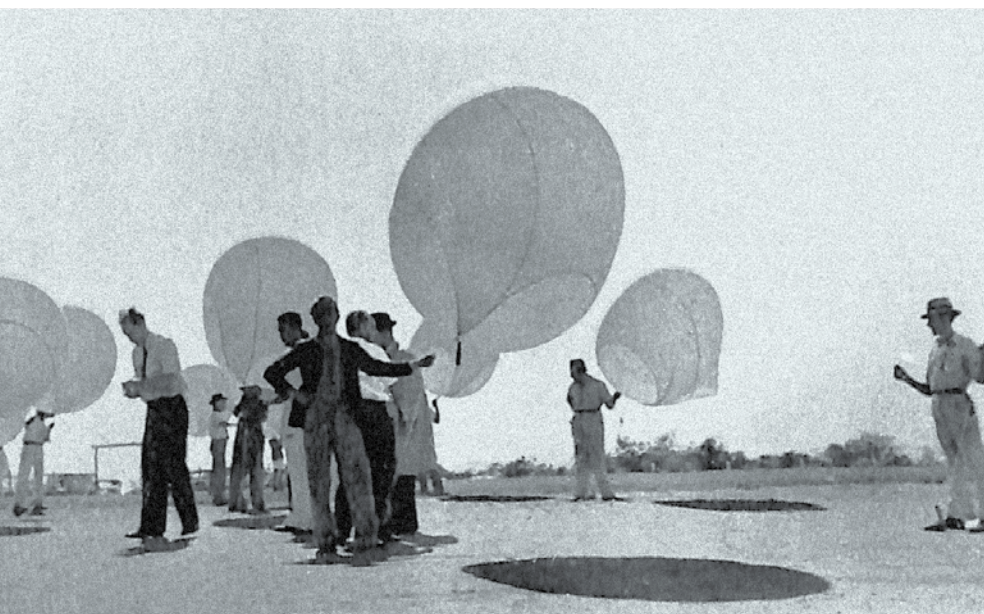
Nos últimos anos, Suzigan se afastou das atividades de pesquisa e docência, mas seguia ativo como editor-chefe da *Revista Brasileira de Inovação (RBI)*, criada em 2002 pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), vinculada ao governo federal. Ele ajudou também a implantar a revista *História Econômica & História de Empresas*, em 1998, publicada pela Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica (ABPHE), e, no ano seguinte, a revista *Economia*, da Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia (Anpec). “Suzigan foi decisivo na criação da própria ABPHE, em 1993, instituição que viria a presidir entre 2001 e 2003”, diz Villela.

Editor adjunto da RBI desde 2014, Garcia guarda as anotações de uma das últimas reuniões de trabalho com Suzigan, em outubro passado. “Ele fazia o trabalho normal de editor, como entrar em contato com os autores e pareceristas, além de ler os artigos. Desse ponto de vista, se manteve ativo até o fim.”

Suzigan é lembrado também pelo bom humor. Albuquerque, da UFMG, recorda-se do folclore em torno da assiduidade do pesquisador no Seminário de Diamantina (MG), promovido desde 1982 pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da UFMG. “Na dúvida se ia ser convidado para as mesas especiais de Diamantina, Wilson submetia um artigo para garantir o convite, como lembrou um colega do grupo de professores do Cedeplar”, comenta Albuquerque, que coorganizou com Suzigan a parte brasileira do livro *Developing national systems of innovation: University-industry interactions in the Global South* (2015).

Em sua 21ª edição, programada para a semana de 17 a 22 de agosto, o Seminário de Diamantina vai homenagear Suzigan com uma sessão especial no evento. Viúva de Vera Suzigan desde 2022, o economista deixa dois filhos e quatro netos. ●

Suzigan deixou  
mais de 2.400  
“descendentes”  
acadêmicos,  
segundo plataforma



# Dos raios cósmicos ao sonar

O físico Paulus Pompeia uniu a teoria e a experimentação, projetou equipamentos usados na Segunda Guerra Mundial e ajudou a criar o ITA

SUZEL TUNES



Bauru, interior paulista, 1941: físicos lançam balões de hidrogênio com detectores de raios cósmicos (*no alto*). Paulus Pompeia (*à esq.*) integrava a equipe que estudava também os chuveiros de partículas (*acima*)

Ainda em construção, o túnel 9 de Julho evidenciou que os raios cósmicos atravessavam rochas



5

Quem entra no túnel da avenida 9 de Julho, na cidade de São Paulo, não suspeita que está passando por um dos marcos históricos da ciência brasileira. Em 1939, na obra ainda em construção, ali estava o jovem Paulus Aulus Pompeia (1911-1993), sob a orientação do físico Gleb Wataghin (1899-1986), fazendo medições de raios cósmicos, partículas subatômicas de alta energia que bombardeiam a Terra continuamente. Outro cientista da equipe, Marcello Damy de Souza Santos (1914-2009), mandou da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, o projeto de um dispositivo para a detecção dessas partículas (ver Pesquisa FAPESP nºs 195 e 167). Pompeia analisou os desenhos do equipamento e resolveu construir, ele mesmo, um modelo semelhante.

O experimento mostrou que os raios cósmicos tinham a capacidade de penetrar espessas camadas de rocha, o que se confirmou em outros locais, como na mina de Morro Velho, em Minas Gerais. “Com Pompeia e Damy fizemos aparelhos para receber somente partículas de energias muito altas, capazes de atravessar camadas de chumbo e ferro de 20, 40 centímetros. Com isto, fomos os primeiros do mundo a descobrir os *showers* (chuveiros) penetrantes de partículas elementares, que ainda hoje têm

esse nome”, relatou Wataghin em 1975 em entrevista ao Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC-FGV).

As descobertas da equipe do recém-criado curso de física da Universidade de São Paulo (USP) foram publicadas em 1940 na *Physical Review*. “Foi o primeiro trabalho experimental de física brasileira publicado em uma revista científica de alto impacto”, destaca o físico Nelson Studart, professor da Ilum Escola da Ciência, do Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas.

Segundo Studart, com essa pesquisa o Brasil se colocava na fronteira internacional do conhecimento. “Os raios cósmicos eram, naquele momento, uma das principais fontes de partículas de alta energia disponíveis para investigação. Antes da construção de grandes aceleradores, eles constituíam um laboratório natural de física de partículas”, comenta.

### FÍSICOS CONVERTIDOS

Ucraniano naturalizado italiano, Wataghin era um físico teórico que havia vindo ao Brasil a convite do engenheiro-matemático Theodoro Ramos (1895-1935), diretor da então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP,

para criar o curso de física e montar um laboratório experimental. Escolheu um tema de pesquisa de vanguarda e encontrou uma geração de estudantes talentosos. “Marcello Damy e Paulus Pompeia [...] deram uma ajuda fundamental”, ele comentou no depoimento de 1975. “Eles eram verdadeiros físicos experimentais e sabiam construir circuitos elétricos, soldar, tudo isso.”

Ambos eram jovens pesquisadores convertidos da engenharia para a física, inspirados por Wataghin. Damy havia ingressado no curso de engenharia elétrica da Escola Politécnica (Poli) da USP em 1933, mas migrou para a física, onde se formou em 1936. Pompeia se formou engenheiro em 1935, também na Poli. Filho de Jonas Pompeia, engenheiro eletricitista formado pela Universidade de Syracuse, nos Estados Unidos, iniciaria a trajetória acadêmica seguindo os mesmos passos. “Meu pai me ensinou a usar ferramentas e instrumentos elétricos. Isso me deu uma certa vantagem sobre meus colegas de turma, que eram todos de formação teórica. Para terem uma ideia, eu fiz o curso de engenheiro eletricitista e nunca um professor meu pegou numa chave de parafuso. Nunca vi um professor de eletricidade fazer uma ligação elétrica. Eles tinham técnicos para executar esses trabalhos, porque se consideravam profes-

sores de alto gabarito!”, criticou Pompeia em uma entrevista concedida em 1977 ao sociólogo Simon Schwartzman, no projeto de história da ciência do CPDOC-FGV.

“Meu avô nunca fez discurso, mas seu exemplo nos ensinava a manter a mente aberta diante do conhecimento e não falar de cima para baixo, principalmente com estudantes”, testemunha o físico Raul Abramo, do Instituto de Física da USP. “Trago isso comigo até hoje.”

Abramo é a segunda geração de sua numerosa família – Paulus e Wanda Mattos Pimenta Pompeia tiveram 12 rebentos –, filho de Sílvia Pompeia, que também trilhou uma dupla trajetória, a exemplo do pai: formou-se em física e é doutora em psicologia da educação. Ela reconhece em suas escolhas a inspiração do pai. “Toda vez que eu tinha dúvida, ele explicava de uma forma sempre muito interessante, lógica e fácil. O bom professor é aquele que ajuda o aluno a entender, não a decorar”, afirma.

Em 1940, graças à projeção dos estudos brasileiros sobre raios cósmicos e aos contatos de Wataghin, Pompeia foi estudar na Universidade de Chicago,



Marcello Damy com aparelhos usados para contagem de raios cósmicos, provavelmente na década de 1930

nos Estados Unidos, na equipe do físico norte-americano Arthur Compton (1892-1962), Prêmio Nobel de Física de 1927. Esse encontro resultaria em outro marco histórico para a física brasileira: “A partir da interação com o Pompeia na Universidade de Chicago, Compton concebeu a ideia de visitar o Brasil para fazer medidas de raios cósmicos, o que aconteceu em meados de 1941 e levou à realização talvez da primeira conferência internacional de física moderna no Brasil, o Simpósio sobre Raios Cósmicos, realizado no Rio de Janeiro, em agosto

de 1941”, afirma o físico e historiador da ciência Olival Freire Júnior, presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O jovem físico brasileiro chegou a ser convidado por Compton para trabalhar com ele em um novo e ultrassecreto laboratório montado na Universidade de Chicago, que se tornaria parte do Projeto Manhattan, voltado ao desenvolvimento da bomba atômica. Pompeia declinou, alegando que o Brasil ainda não havia firmado um acordo com os aliados. Segundo Sílvia, ele já previa o que viria a ser a bomba atômica e não queria participar de seu desenvolvimento, ainda que se posicionasse contra o nazifascismo.

Enquanto Pompeia voltava ao Brasil, o país declarava guerra à Alemanha e à Itália. Assim, ao chegar ele foi convocado, junto com outros cientistas brasileiros, a se unir aos esforços de guerra. Segundo Stuardart, Pompeia começou participando do desenvolvimento de um aparelho para medir a velocidade inicial dos projéteis. Outra demanda atendida pelo cientista, mais uma vez em parceria com Damy, foi a construção de sonares, necessários para proteger os navios mercantes brasileiros que estavam sendo afundados por submarinos alemães e italianos. Foram desenvolvidos 80 aparelhos, o que impulsionou a indústria metalúrgica e eletrônica de São Paulo, pois várias empresas foram convocadas para a produção dos equipamentos.

“Com a guerra, ficou evidente que o Brasil precisaria ter uma terceira força militar, a Aeronáutica [criada em 1941], e era necessário capacitar seus oficiais. Então, o coronel Casimiro Montenegro Filho [1904-2000] buscou ajuda nos Estados Unidos, que ofereceram os préstimos do professor Smith [Richard Harbert Smith, 1894-1957]”, conta Sílvia. Smith era chefe do Departamento de Engenharia Aeronáutica do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e viria a ser o primeiro reitor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), de 1946 a 1951.



Arthur Compton em uma das reuniões no Rio de Janeiro em 1941



Paulus Pompeia na USP entre Roberto Salmeron e Gleb Wataghin em 1982; e na Unicamp em 1971 (segundo da esquerda para a direita)



4

Segundo ela, o norte-americano pediu um professor que o acompanhasse no trabalho de organização do ITA e o indicado foi seu pai.

Em 1949, Pompeia montou os laboratórios de física e química para as aulas que se iniciariam em 1950. “Ele teve a sorte de encontrar muito material excedente de guerra dos Estados Unidos, pagando barato”, diz Studart. Como chefe do Departamento de Física, Pompeia também organizou o quadro docente. “Selecionava os melhores professores não para os últimos anos ou para a pós-graduação, mas

para o primeiro e segundo anos”, conta a filha. Entendendo que a base do ensino deveria ser muito sólida para o sucesso da formação do estudante, em 1964 ele também realizou cursos de capacitação para professores de física do ensino médio de todas as partes do país.

No ITA, Pompeia criou o “Ano Prévio”, uma espécie de cursinho destinado a alunos que não haviam passado no vestibular. Eles ficavam um ano participando de um programa intensivo, já residindo no *campus* do instituto, em São José dos Campos, para ingresso no ano seguinte. “Segundo relatam os que conviveram com Pompeia, ele dizia que não seria justo perder bons alunos por não terem feito um bom colegial [atual ensino médio]”, diz o engenheiro civil Anderson Correia, diretor-presidente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) e reitor do ITA por dois mandatos (2016-2019 e 2020-2024).

Em 2016, o engenheiro eletrônico Heli Waldman, reitor da Universidade Federal do ABC (UFABC) entre 2010 e 2014, participou de uma homenagem a Pompeia feita pela turma de formandos do ITA de 1966. “Vimos com naturalidade a escolha do professor Pompeia como nosso homenageado na comemoração dos 50 anos de formatura. Ele era muito admirado por todos, por sua atitude e perfil multidisciplinar”, conta Waldman, hoje professor aposentado que segue colaborando com programas de pós-graduação da Univer-

sidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Pompeia foi engenheiro e físico numa época em que não se falava nada sobre multidisciplinaridade e se idolatrava a figura do especialista. Ele sempre fazia observações filosóficas para falar da relação da física com a matemática e com a engenharia e mostrar que tudo está relacionado”, lembra. O ex-reitor acabaria levando os princípios da multidisciplinaridade para o modelo de universidade que ajudou a criar no ABC.

Após deixar o ITA, Pompeia foi professor de física na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da USP, de 1966 a 1970, e assessor cultural e científico da superintendência do IPT de São Paulo, durante 11 anos. “Ele criou um plano de carreira de pesquisador do instituto. Incentivava a formação internacional e tinha como meta ter 10% dos pesquisadores do IPT em formação no exterior”, revela Correia. Integrante do grupo que apoiou a criação da FAPESP, Pompeia fez parte do Conselho Superior logo após sua implementação, de 1961 a 1965.

Para Studart, a trajetória de Pompeia deixa lições importantes que sempre convém revisar: “Entre elas, estão o espírito pioneiro na construção da pesquisa científica no Brasil, o entusiasmo pela formação de novos pesquisadores e a convicção de que a pesquisa fundamental pode dialogar com o desenvolvimento tecnológico”. ●

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



Pompeia na década de 1950, provavelmente no Laboratório de Química do ITA

# Saber coletivo

O educador Dzoodzo Baniwa ajuda a articular projetos de desenvolvimento sustentável e ensina matemática em uma escola indígena no Amazonas



Em 2018, foi criada a Organização Baniwa e Koripako Nadzoeri, sediada no Amazonas, e naquele mesmo ano assumi sua secretaria executiva. Ela representa hoje 85 comunidades, 10 escolas e três coletivos de mulheres desses dois povos indígenas, os Baniwa e os Koripako.

O nome da organização traz a palavra Nadzoeri, que é a junção das sílabas iniciais de três divindades: Ñapirikoli, Dzooli e Eeri. Elas fazem parte da mitologia da nossa comunidade, que vive ao norte do estado, às margens do rio Içana. Ele, por sua vez, deságua no rio Negro, na região do município de São Gabriel da Cachoeira, que concentra grande número de indígenas.

A Nadzoeri, como nossa organização é mais conhecida, está vinculada à Federação das Organizações Indígenas do Rio Negro [Foirn]. Uma das primeiras atividades que realizamos foi um diagnóstico socioambiental, feito de forma coletiva, ainda em 2018. A meta era entender as potencialidades locais

e incentivar atividades voltadas para o desenvolvimento sustentável.

Uma das demandas veio dos moradores da comunidade de Nazaré do Rio Cubate, localizada na Terra Indígena do Alto Rio Negro. Eles queriam conhecer melhor a diversidade de aves daquela região, tendo em vista um futuro projeto de ecoturismo de base comunitária para observação de pássaros.

Essa ideia se desdobrou. No ano seguinte, firmamos uma parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia [Inpa] para elaborar um inventário de avifauna da região. O trabalho entre pesquisadores do órgão e as comunidades rendeu o livro *Espécies de aves do Rio Cubate: Terra Indígena do Alto Rio Negro*, escrito em nheengatu, baniwa e português. A obra reúne 310 espécies e apresenta descrições físicas e comportamentais, além de relatos sobre o significado desses animais para o nosso povo.

Tenho orgulho de ser um dos organizadores dessa obra, publicada pelo próprio Inpa. No ano passado, o livro recebeu

o prêmio Jabuti Acadêmico na categoria de Ciências Biológicas, Biodiversidade e Biotecnologia. É um reconhecimento que celebra essa construção coletiva de conhecimento, mas que, em âmbito pessoal, também reafirma a importância da educação na minha trajetória.

Nasci em 1985 e cresci na aldeia Santa Isabel, às margens do rio Ayari, na bacia do rio Içana. Só fui para a escola aos 10 anos e entrei em uma classe de educação infantil, com crianças bem mais novas do que eu. Para completar, meu professor só falava em português, língua que eu não dominava na época.

Eu tinha medo de ir para a escola e só não desisti pela insistência do meu pai. Ele tem um profundo conhecimento sobre a floresta, mas sentiu na pele as consequências de ser analfabeto. No passado, chegou a ser submetido à condição de trabalho análogo à escravidão por não saber ler e escrever.

Aos 15 anos, me transferei para a então recém-inaugurada Escola Indígena Baniwa e Koripako Pamáali. Criada em 2000,

À esquerda, Baniwa fotografado em setembro de 2025, em São Paulo, por ocasião do Prêmio Fundação Bunge; em agosto, ele já havia visitado a cidade para receber o Jabuti Acadêmico



ela é resultado de um longo processo de discussão sobre currículo, metodologia e calendário escolar, que contou com a participação efetiva das comunidades.

Essa foi a primeira escola indígena de ensino fundamental II do nosso território. Como eu era um pouco mais velho do que meus colegas, comecei a participar de projetos agroflorestais, de piscicultura e de meliponicultura. Em 2004, quando terminei o ciclo do fundamental, acabei sendo contratado como técnico no laboratório de criação de peixes da escola, onde permaneci até 2010.

No ano seguinte, aos 20 anos, fui para Manaus cursar o ensino médio na modalidade supletivo. Pela primeira vez tive aulas teóricas formais de química, biologia e física e me surpreendi ao perceber que já aplicávamos alguns princípios dessas disciplinas em atividades na nossa comunidade, como na criação de peixes ou nos sistemas agroflorestais.

Foi movido pelo desejo de ampliar as conexões entre os saberes tradicionais indígenas e a ciência que optei pela licenciatura intercultural em física. Fiz essa graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas [Ifam], em São Gabriel da Cachoeira.

Em 2016, após terminar o curso, voltei para a minha aldeia disposto a colocar em prática o que tinha aprendido no curso de física. O primeiro projeto a que me dediquei foi inspirado por uma lembrança da minha mãe carregando água do rio até a aldeia para cozinhar. Para facilitar essa atividade, desenvolvi um sistema de bombeamento simples e sus-

tentável, que não usa eletricidade, mas a energia do fluxo da água. Nos últimos anos, melhoramos o sistema, incluindo uma bomba elétrica movida a energia solar fotovoltaica e implementamos o kit [bomba e placas solares] em cerca de 40 aldeias no território do rio Içana.

A água foi tema da minha pesquisa de mestrado, concluída em 2021, no curso de Pós-graduação de Mestrado Profissional para o Ensino de Ciências Ambientais da Universidade Federal do Amazonas [Ufam]. No estudo tratei dos significados desse recurso natural para o povo Baniwa e do direito a ele na perspectiva dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da Organização das Nações Unidas [ODS-ONU]. Além disso, discuti como a questão da água pode ser mais bem explorada no currículo integral da escola indígena.

Eventos extremos como ondas de calor, secas e inundações já são realidade em nosso território. No meu trabalho como educador, tenho defendido a adoção de metodologias participativas, que envolvam as crianças e jovens nos processos de monitoramento da natureza e os preparem para responder a esses desafios ambientais. É o que eu chamo de educação territorializada, onde a escola assume um papel ativo na busca de solução criativa aos problemas da comunidade e, nesse sentido, torna-se uma fonte de oportunidades para as pessoas e para o local.

Essa premissa me motivou a liderar o estabelecimento de um convênio assinado

em 2022 entre a Nadzoeri e a Foirn com a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo [FE-USP]. Por meio desse acordo, a Escola Municipal Baniwa Eeno Hiepole, onde sou professor de matemática, começou a participar do programa global Escolas2030, financiado pela Fundação Aga Khan, sediada em Genebra, na Suíça. No Brasil, essas atividades são coordenadas pela FE-USP e a organização de empreendedores sociais Ashoka.

Com duração de 10 anos, o programa busca catalisar a ação das escolas como laboratórios de uma educação integral e transformadora. Essa proposta tem a ver com a nossa escola, que defende a diversificação dos ambientes de aprendizagem.

Em setembro de 2025 recebi o Prêmio Fundação Bunge. Fui agraciado na categoria Vida e Obra, no tema “Saberes e práticas dos povos tradicionais e sua importância para a conservação dos recursos naturais”.

Nós, indígenas, temos conhecimentos de assuntos como astronomia e ciclos da natureza, só que as nossas referências não estão nos livros, mas escritas nas pedras, no céu, na floresta. Talvez por isso nosso saber nem sempre seja respeitado e costuma ser visto como inferior em relação ao conhecimento dos brancos.

Mas não desanimo. Espero que o diálogo entre o conhecimento ancestral, a ciência e o poder público se fortaleça. É a partir dessa tríade que podemos encontrar meios para enfrentar a emergência climática no planeta. ●

DEPOIMENTO CONCEDIDO A  
PATRICIA MARIUZZO



SAIBA MAIS  
Federação das  
Organizações  
Indígenas  
do Rio Negro

# Um poeta silenciado pela Inquisição

ADMA MUHANA



**O cancionero das baldaías: Sete sonetos jocosos e uma balada – Salvador, Bahia (1592)**

Bartolomeu Fragoso  
Sheila Hue (org.)  
Chão Editora  
168 páginas  
R\$ 59,00

A publicação de *O cancionero das baldaías* constitui uma notícia feliz para estudiosos das letras e historiadores do Brasil e de Portugal. Sheila Hue, professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), foi quem levou a cabo a tarefa de editar o livro de poemas de Bartolomeu Fragoso, que havia sido sequestrado pelo inquisidor Heitor Furtado de Mendonça, quando da Primeira Visitação do Santo Ofício às partes do Brasil – Bahia, em 1591. Hoje, esses originais estão depositados na Torre do Tombo, em Lisboa.

Fragoso era mestre em artes pelo colégio jesuíta da Bahia e, aos 25 anos, foi denunciado por dois antigos colegas. Segundo disseram, numa aula da esfera (física), Fragoso divergiu do professor acerca da mensuração da distância entre a Terra e o Sol e, ao sair da sala de aula, bradara que não aceitava aquela conta, nem se Jesus Cristo o afirmasse. Nas confissões que fez na mesa inquisitorial, ele não negou ter pronunciado a blasfêmia, mas justificou-a pelo aborrecimento que tivera com o docente.

A partir das denúncias e confissões, soube-se então que o navio em que o jovem Bartolomeu viera de Portugal para o Brasil, aos 13 anos, foi abordado por uma nave de piratas franceses, o que fez que se relacionasse longamente com luteranos e com eles rezasse. Soube-se também que o jovem lera e até copiara um trecho do livro *Diana*, de Jorge de Montemor, o qual estava proibido pela Inquisição por ser pródigo em amores, feitiçarias e outras licenciosidades. E soube-se ainda que fizera uma tradução do livro de Tobias, a qual alegou que serviria para um auto a ser representado na festa de Nossa Senhora da Ajuda. Com base nessas confissões e denúncias, o inquisidor mandou trazer os papéis de Fragoso e encontrou entre eles um conjunto de poemas: sete sonetos e uma longa poesia em oitavas quebradas, escritos de sua própria mão.

A esse conjunto de poemas, Hue intitulou *O cancionero das baldaías*. De fato, não eram poemas desconhecidos. Desde 1992, pelo menos, foram anunciados por estudiosos em Portugal, como Victor Luís Eleutério e Pedro Vilas Boas Tavares. Porém Hue teve o mérito de reconhecer que aqueles não eram poemas esparsos, mas um conjunto coeso, ou seja, um livro, que necessitava ser publicado.

No cancionero, seis sonetos eram endereçados, em voz petrarquista, a duas irmãs portuguesas, moradoras da Bahia, Madalena Correia e Beatriz Correia, moças cultas, porém de má fama; e um soneto era dedicado ao senhor Rui Teixeira, mercador, suposto protetor e mecenas do poeta. Quanto ao poema sobre os perigos do mar, fundamentado com “boas sentenças de filósofos”, o foco são os caminhos do mar entre Portugal e Brasil, questão central do cotidiano quinhentista. Trata-se de um romance em coplas de oitavas quebradas – embora a estudiosa designe-o por “balada”, termo vinculado à poesia da Europa do Norte que não encontra eco na poética ibérica do período.

Como outros poetas peninsulares, Fragoso experimenta poemas de medida velha (redondilhas) e medida nova (sonetos em decassílabos). E, de fato, por trás da aparente jovialidade de um estudante baiano, demonstra uma aturada reflexão sobre o fazer poético, infelizmente interrompida pela prepotência inquisitorial. Sendo uma excelente pesquisadora, Hue identificou nesse poema sobre os perigos do mar a versificação de passagens inteiras de *Arte de marear*, livro famoso do humanista e pregador de Carlos V, Antônio de Guevara, tão apreciado na península Ibérica como em suas colônias (aliás, lembremos que o Estado do Brasil nesses anos fazia parte do Império espanhol).

Por fim, com *O cancionero das baldaías*, Fragoso adquire o estatuto de mais antigo poeta conhecido do Brasil, anterior a Bento Teixeira (1561-1600), seu contemporâneo, que até então detinha o título. Ambos compuseram uma obra poética reduzida, ceifada pela Inquisição, que, embora nada de “judaizante” tenha encontrado neles, nem por isso deixou de calar suas vozes. No caso de Fragoso, cuja sentença de “leve suspeito na fé” sequer menciona uma pretensa origem cristã-nova, a punição foi o exílio perpétuo. A edição de Hue, ao resgatar suas poesias e ilustrar o ambiente literário da cidade da Bahia em finais do século XVI, constitui uma iniciativa admirável para o conhecimento desse novo primeiro poeta do Brasil.

Adma Muhana é professora de literatura portuguesa da Universidade de São Paulo (USP).



**U LISBOA** | UNIVERSIDADE DE LISBOA

# ISCSP: ciência que se transforma em impacto real

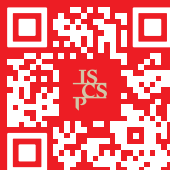
No ISCSP-ULisboa, a investigação não fica apenas no papel. Produzimos conhecimento que responde a problemas concretos, apoia decisões estratégicas e gera soluções para o futuro – da administração pública às organizações, das políticas sociais à governação.

Formamos profissionais e investigadores capazes de transformar realidades, sempre com foco na relevância social e na aplicação prática da ciência.

O ISCSP-ULisboa oferece mestrados e doutoramentos que combinam rigor científico, relevância social e projeção internacional.

Descubra o programa ideal para o seu percurso:

[iscsp.ulisboa.pt](http://iscsp.ulisboa.pt)



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS E POLÍTICAS  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

## MONTANHAS

Que critério é esse sobre montanhas (“Perto das nuvens”, edição 362)? Tantas discussões para os geógrafos se debruçarem... Voltamos à “geografia das medições” onde meramente a altitude será considerada em detrimento da discussão dos processos de formação do relevo.

Angélica Scheffer

Concordo que, dependendo de critérios, podemos ou não considerar algumas serras como montanhas. O que me incomoda é ver que esse “movimento” para legitimar a palavra montanha está conectado aos interesses do turismo de massa.

Marcel Robalo

Acho importante que o IBGE tenha tomado essa decisão de normalizar o termo. Assim, a geografia volta ao debate público, ainda que seja por um tema simplório.

Carlos Eduardo Martins

Pelo menos há alguma polêmica na geografia. Que a crítica faça o seu papel.

Carlos Augusto Barros

## REGINALDO PRANDI

Acabei de ler *Orixás: Os deuses que habitam em nós*, do Reginaldo Prandi, e gostei muito. Fico feliz em ver esse pesquisador destacado em *Pesquisa FAPESP*.

Daniela Leite



## VÍDEOS

Excelente exposição do brilhante Bernardo Mançano sobre Milton Santos, um dos maiores orgulhos do nosso país (“Milton Santos: 100 anos do pensador que redefiniu o espaço geográfico”).

Andressa Queiroz

Produção excelente de vídeo. Em pouco tempo foi direto ao ponto sobre o legado de Milton Santos.

Andréa Gonçalves dos Santos

Belíssimo trabalho (“Tradições culturais de animais estão em risco e desafiam políticas de conservação”). Atuei no plano de manejo do Parque Estadual da Lapa Grande em Minas Gerais e por lá já existiam registros desses comportamentos dos macacos também. É muito interessante.

Bruna Conceição

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

## ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para [assinaturaspesquisa@fapesp.br](mailto:assinaturaspesquisa@fapesp.br)

## PARA ANUNCIAR

Contate: Paula Iliadis  
E-mail: [publicidade@fapesp.br](mailto:publicidade@fapesp.br)

## EDIÇÕES ANTERIORES

Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.  
Peça pelo e-mail:  
[assinaturaspesquisa@fapesp.br](mailto:assinaturaspesquisa@fapesp.br)

## LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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

## CONTATOS

[revistaspesquisa.fapesp.br](http://revistaspesquisa.fapesp.br)

[redacao@fapesp.br](mailto:redacao@fapesp.br)

PesquisaFapesp

pesquisa\_fapesp

@pesquisa\_fapesp

PesquisaFapesp

pesquisafapesp

[cartas@fapesp.br](mailto:cartas@fapesp.br)  
R. Joaquim Antunes, 727  
10º andar  
CEP 05415-012  
São Paulo, SP



FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

### PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

### VICE-PRESIDENTE

Carmino Antonio de Souza

### CONSELHO SUPERIOR

Antonio José de Almeida Meirelles, Carlos Gilberto Carlotti Junior, Felipe Ferreira Guimarães Figueiredo, Franklim Shunjiro Nishimura, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Lucia Helena Mascaro Sales, Marcilio Alves, Maria Arminda do Nascimento Arruda, Pedro Wongtschowski, Thelma Krug

### CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

#### DIRETOR-PRESIDENTE

Carlos Frederico de Oliveira Graeff

#### DIRETOR CIENTÍFICO

Marcio de Castro Silva Filho

#### DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida



ISSN 1519-8774

### COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Roberto Giorgetti de Britto (*Presidente*), Ana Claudia Latronico, Ana Claudia Torrecilhas, Ana Cristina Gales, Ana Maria Fonseca de Almeida, Carlos Frederico de Oliveira Graeff, Daniel Scherer Moura, Dario Simões Zamboni, Deisy de Souza, Douglas Zampieri, Eduardo Magalhães Rego, Eduardo Zancul, Fabiana Cristina Komesu, Fernando Menezes de Almeida, Flávio Henrique da Silva, Gustavo Dalpian, Helena Lage Ferreira, João Pereira Leite, José Roberto de França Arruda, Lício Augusto Velloso, Liliam Sanchez Carrete, Luiz Nunes de Oliveira, Luiz Vitor de Souza Filho, Marcio de Castro Silva Filho, Marco Antonio Zago, Mariana Cabral de Oliveira, Marta Arretche, Michelle Rattton Sanchez Badin, Nina Stocco Ranieri, Paulo Schor, Richard Charles Garratt, Rodolfo Jardim Azevedo, Sergio Costa Oliveira, Sidney José Lima Ribeiro, Sylvio Canuto, Wilson Rosa de Almeida

### COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Roberto Giorgetti de Britto

### EDITOR-CHEFE

Nelson Marcolin

### EDITORES

Fabrizio Marques (*Política Científica e Tecnológica*), Carlos Fioravanti (*Ciências da Terra*), Marcos Pivetta (*Ciências Exatas*), Maria Guimarães (*Ciências Biológicas*), Ricardo Zorretto (*Ciências Biomédicas*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*), Ana Paula Orlandi (*Humanidades*) e Christina Queiroz (*editora assistente*)

### REPÓRTER

Sarah Schmidt

**ARTE** Claudia Warrak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia 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*), Kézia Stringhini (*Redatora on-line*)

### MÍDIAS DIGITAIS

Maria Guimarães (*Coordenadora*), Renata Oliveira do Prado (*Editora de mídias sociais*), Vitória do Couto (*Designer digital*)

### VÍDEOS

Christina Queiroz (*Coordenadora*)

### RÁDIO

Fabrizio Marques (*Coordenador*) e Sarah Caravieri (*Produção*)

### REVISÃO

Alexandre Oliveira e Margô Negro

### REVISÃO TÉCNICA

Carmen Cecilia Tadini, Eduardo Morettin, Fabiana Komesu, Gustavo Romero, José Luiz Proença Mólina, José Maurício Barbanti Duarte, José Roberto Arruda, Maria de Fátima Morethy Couto, Neura Braganolo, Ricardo Hirata, Ruth Guinsburg, William Wolf

### COLABORADORES

Adma Muhana, Angela Krabbe, Eduardo Magossi, Enrico Di Gregorio, Gilberto Stam, Guilherme Costa, Gustavo Wiederhecker, Igor Zolnerkevic, Mariana Ceci, Melissa Warwick, Mônica Manir, Natália Gregorini, Patricia Marluzzo, Suzel Tunes, Tato Coutinho, Veridiana Scarpelli, Zuleika de Souza

### 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 24.400 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



# DIPLOMACIA CIENTÍFICA EM TEMPOS DE FRAGMENTAÇÃO GEOPOLÍTICA

## Redes, inovação e cooperação Sul-Sul

**29 MAIO**  
das 10h às 11h30  
EVENTO PRESENCIAL

A FAPESP convida para a terceira **Conferência FAPESP 2026** que contará com a participação do primeiro-secretário e chefe do setor de Ciência, Tecnologia e Inovação na embaixada do Brasil em Buenos Aires

### ERNESTO BATISTA MANÉ JÚNIOR

Bacharel em Física pela Universidade Federal da Paraíba (2005) e doutor em Física Nuclear pela Universidade de Manchester (2009), realizou pós-doutorado no TRIUMF (Canadá) entre 2009 e 2012, com foco em armadilhas de íons e espectroscopia a laser aplicada a isótopos radioativos.

Ingressou na carreira diplomática brasileira em 2014, após participação no Programa de Ação Afirmativa do Instituto Rio Branco. Atuou em temas de desarmamento e segurança internacional, incluindo o Programa de Bolsas das Nações Unidas para o Desarmamento (2018) e pesquisa na Universidade de Princeton (2019–2020) sobre salvaguardas nucleares e verificação do desarmamento. Entre 2021 e 2025, chefiou a seção de Defesa, Não Proliferação e Indo-pacífico na embaixada do Brasil em Washington.



Foto: Valeria Fiorini

Para mais informações e inscrições, acesse:

[www.fapesp.br/conferencias](http://www.fapesp.br/conferencias)



APOIO – DIVULGAÇÃO:





revista **pesquisa** fapesp

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