

A multiplicação dos médicos

Crescimento veloz da oferta de profissionais convive com deficiências de formação e distribuição desigual na assistência pública e privada



Menopausa: reanálise dos EUA e novos estudos podem reduzir o medo da reposição hormonal

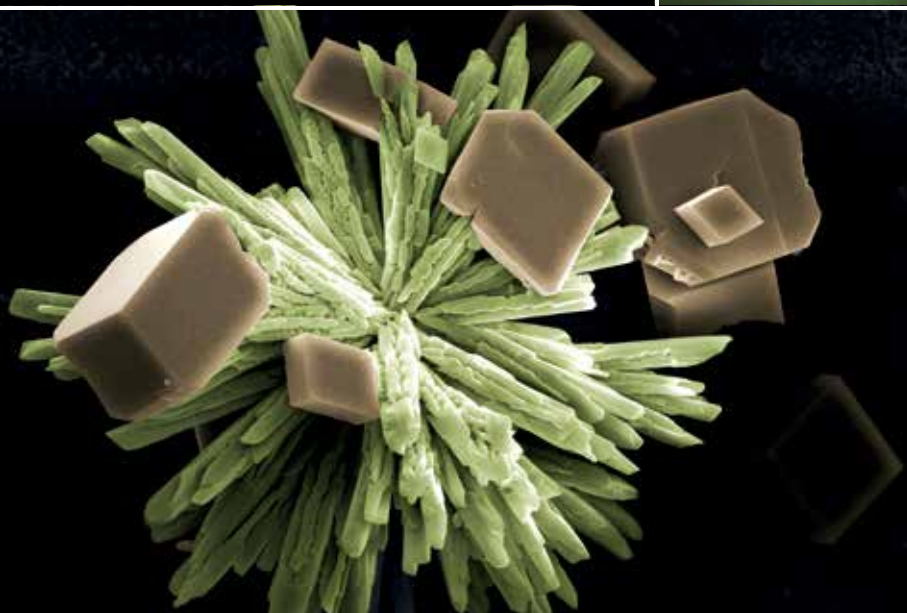
Avança no país a produção de plásticos à base de madeira, mandioca e açaí

Crânio de réptil com 240 milhões de anos cabe na ponta do dedo

Educação de Jovens e Adultos enfrenta queda histórica de matrículas

Brasileiros propõem método alternativo para medir a taxa de expansão do Universo

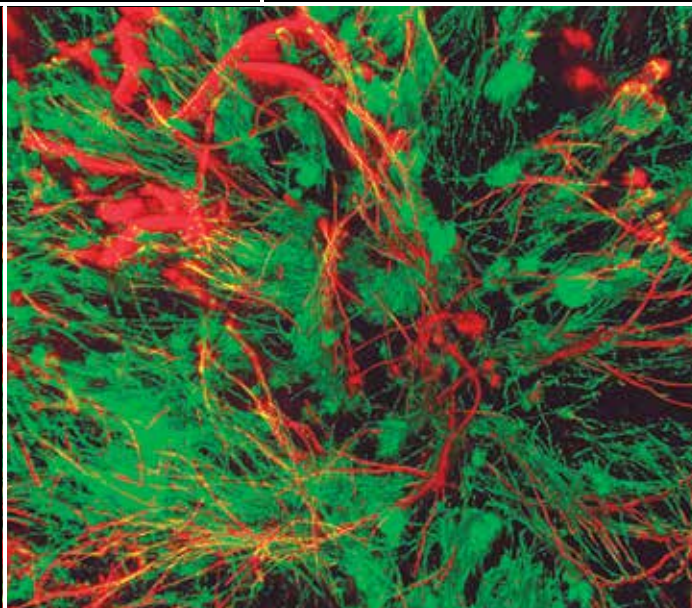
sua pesquisa
rende
fotos bonitas?



Mande para
IMAGEPESQUISA@FAPESP.BR

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

pesquisafapesp



mar 2026_361

revista **pesquisa**fapesp

5 EDITORIAL

6 NOTAS

CAPA

- 12** Cursos de graduação com baixa qualidade complicam estratégia para ampliar a oferta de médicos

ENTREVISTA

- 20** Vahan Agopyan fala sobre a evolução da engenharia civil e conta sua trajetória como gestor

INOVAÇÃO

- 26** Programa desafia estudantes de pós-graduação a resolver problemas concretos de empresas

ENTREVISTA

- 30** Marcel Botelho, novo presidente do Confap, expõe planos para articular a ciência nos estados

BOAS PRÁTICAS

- 32** Autopromoção de editores convidados afeta integridade de números especiais de periódicos

DADOS

- 35** Participação feminina na docência do ensino superior

SAÚDE

- 36** Decisão da FDA e novos estudos podem ajudar a reduzir o medo da reposição hormonal na menopausa

EPIDEMIOLOGIA

- 43** Estudo mapeia o impacto da agressão física e sexual sobre a saúde de mulheres e crianças

BOTÂNICA

- 46** Linhagem amazônica de leguminosa colonizou campos rupestres antes de chegar ao Cerrado e à Caatinga

PALEONTOLOGIA

- 48** Fóssil de 240 milhões de anos é o menor tetrápode já descrito para o Triássico Médio na América do Sul

AMBIENTE

- 50** Solos agrícolas emitiram 1,4 bilhão de toneladas de carbono nas últimas décadas

COSMOLOGIA

- 54** Brasileiros propõem método alternativo para calcular a velocidade de expansão do Universo

ENGENHARIA DE MATERIAIS

- 58** Brasil aumenta geração de bioplásticos feitos de farinha de madeira, açúcar e resíduos agrícolas

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

- 64** Reator converte energia solar em química e produz hidrogênio a partir da água

Representação artística da fusão de dois buracos negros, provocando ondas gravitacionais (COSMOLOGIA, P.54)

CAPA
TALITA HOFFMANN





Veredas de Goiás:
grande estoque
de carbono abaixo
da superfície
(AMBIENTE, P.50)



VÍDEOS

JUMENTOS CORREM

RISCO DE EXTINÇÃO NO BRASIL?

Pesquisadores e produtores mobilizam-se para conter a queda populacional da espécie trazida ao país há quase 500 anos



O QUE SÃO

TERRAS-RARAS?

Brasil tem a segunda maior reserva do mundo dos minerais estratégicos fundamentais para a transição energética

BIOTECNOLOGIA

- 66** Pesquisadores desenvolvem processo para produzir amônia de forma sustentável

ENGENHARIA AGRÔNOMICA

- 69** Solução com amido ou celulose eleva vida útil de alimentos com casca fina

COMPUTAÇÃO

- 70** UFRN promove a criação de empresas que já atendem clientes internacionais

ENSINO

- 74** Educação de Jovens e Adultos enfrenta queda histórica de matrículas

LITERATURA

- 80** Obras de ficção climática refletem sobre a crise ambiental e os limites do planeta

OBITUÁRIOS

- 84** João Adolfo Hansen (1942-2026)
86 Claudia Guimarães de Lemos (1934-2026)
88 José Álvaro Moisés (1945-2026)

MEMÓRIA

- 90** Obra do francês Sébastien Sisson antecipa em 14 anos o início das histórias em quadrinhos no país

ITINERÁRIOS DE PESQUISA

- 94** Andrea Musskopf defende o direito da comunidade LGBT+ à cidadania religiosa

RESENHA

- 96** *Juventudes e velhices: Uma história de práticas saudáveis de educação física*, de Edivaldo Góis Junior. Por Ana Cristina Zimmermann

97 COMENTÁRIOS

98 FOTOLAB



PODCAST

O MARCO REGULATÓRIO

DA CANNABIS MEDICINAL

Normas da Anvisa terão impacto no cultivo da planta para fins de pesquisa. E mais: gordura marrom; branqueamento de corais; créditos de carbono

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



Tico-Tico, lançada em 1905, aliava entretenimento com educação e era conhecida como o “jornal das crianças” (MEMÓRIA, P.90)

Educação em debate

Os dilemas que envolvem a formação e o exercício da medicina parecem recorrentes no Brasil. Alguns deles são conhecidos há muitas décadas, como a falta de interesse dos médicos em trabalhar nas cidades distantes dos grandes centros. Outras críticas ganharam força em anos recentes, como as dirigidas à abertura indiscriminada de cursos de medicina, alguns sem infraestrutura adequada para os alunos fazerem o internato – o aprendizado prático no local de trabalho, sob supervisão. Em dezembro, a mais recente crise envolveu uma prova que os alunos de medicina do último ano devem fazer para se verificar o conhecimento adquirido.

Criado pelo Ministério da Educação, o teste foi aplicado pela primeira vez em 2025 e trouxe resultados que levaram ao cancelamento de um edital para a abertura de milhares de vagas de cursos de medicina em universidades privadas. Apenas 67% dos mais de 39 mil alunos de 351 escolas médicas alcançaram proficiência mínima – de cada 10 cursos, três ganharam notas 1 e 2. A maioria das reprovações se deu nas instituições particulares com fins lucrativos, muitas delas longe dos centros urbanos.

A autorização para a criação de novos cursos de medicina públicos e privados decorre da escassez de profissionais para trabalhar no Sistema Único de Saúde e está prevista no Programa Mais Médicos, criado em 2013. Seis anos depois da instituição do programa, o número de cursos de medicina cresceu de 223 para 341. A oferta de vagas foi então suspensa em 2018, mas instituições de ensino conseguiram liminares na Justiça para abrir dezenas de cursos de graduação. O cenário, sem regulação adequada, piorou. Em 2024 havia 448 cursos no país, parte deles formando médicos despreparados. No atual momento, o debate trata de como elevar a qualidade da formação médica no país (*página 12*).

Sem sair da área médica, *Pesquisa FAPESP* relata uma boa novidade para as mulheres de meia-idade. A terapia de reposição hormonal, usada para tratar os sintomas ligados à menopausa, começou a ser temida no começo deste século por supostamente aumentar o risco de câncer de mama e outras doenças, a partir de um grande estudo feito nos Estados Unidos. Novas pesquisas, no entanto, não corroboraram tal afirmação e, em novembro do ano passado, a agência reguladora norte-americana de medicamentos e alimentos (FDA) começou a orientar os fabricantes a retirar da bula os trechos que falavam do risco de certas doenças. Na página 36 contamos essa história e as idas e vindas desse tratamento no Brasil, que pode ajudar a tornar mais suave essa difícil fase da vida.

Outra reportagem traz resultados animadores na área de plásticos biodegradáveis. Por décadas utilizando apenas petróleo, a matéria-prima do plástico se diversificou e hoje são usados farinha de madeira, açaí e resíduos agrícolas. Parte dos experimentos já deixou as bancadas dos laboratórios para começar a ganhar forma como produto. O mercado a ser conquistado é enorme e há empresas, com o apoio de universidades, trabalhando para isso em cidades de vários estados brasileiros (*página 58*).

Por fim, a última edição do Censo Escolar mostra queda nas matrículas na Educação de Jovens e Adultos (EJA) de pessoas que não concluíram o ensino básico na idade regular (*página 74*). Mesmo com um contingente de 68 milhões de brasileiros que não terminaram esse nível de formação educacional, dos quais 9,3 milhões são analfabetos, a modalidade registrou em 2024 o menor número de interessados dos últimos 20 anos. Há um enorme trabalho a ser feito na educação do país – da mais fundamental aos concorridos cursos de medicina.

NELSON MARCOLIN — editor-chefe

Pinguins antecipam época de reprodução

Com o aumento de 3 graus Celsius (°C) nas áreas de reprodução entre 2012 e 2022, três espécies de pinguins-de-adélia (*Pygoscelis adeliae*), de-barbicha (*P. antarcticus*) e gentoo (*P. papua*) – estão iniciando seu processo reprodutivo cerca de duas semanas antes do que na década anterior, de acordo com um estudo da Universidade de Oxford, no Reino Unido. Não é uma boa notícia porque o período de reprodução precisaria coincidir com o período de maior oferta de alimento para os filhotes – e não está mais coincidindo. A reprodução dos pinguins-gentoo se antecipou em duas a três semanas, mais rapidamente do que a de outras duas espécies, e agora há sobreposição. É um problema

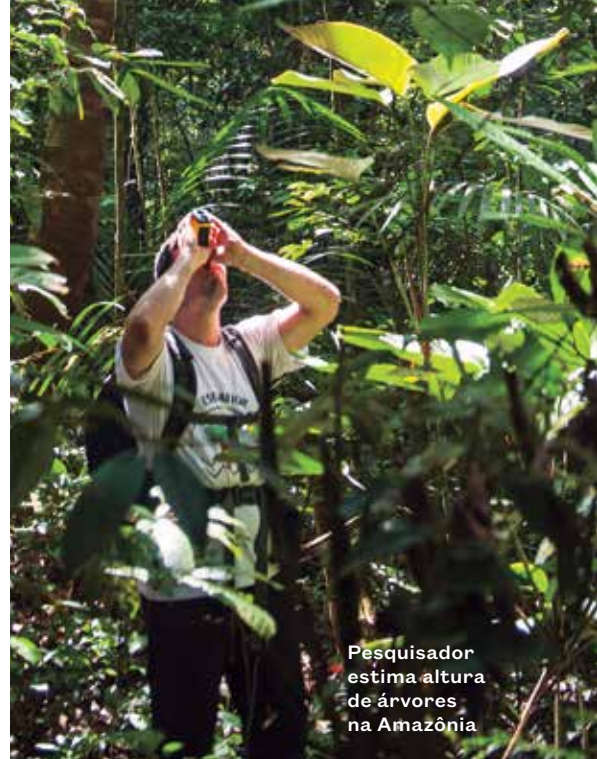
porque os pinguins-gentoo, que não migram tão longe quanto os de outras espécies, são mais agressivos na busca por alimento e no estabelecimento de ninhos. Os pinguins-de-adélia e os de-barbicha alimentam-se principalmente de krill, enquanto os gentoo têm uma dieta mais variada. A análise das imagens geradas por uma rede de 77 câmeras, cada uma tirando uma foto por hora, durante 10 anos, em 37 colônias na península Antártica e ilhas subantárticas, mostrou que essa mudança foi a mais rápida já observada em qualquer outro vertebrado. O pássaro chapim-real (*Parus major*) demorou 75 anos para fazer uma mudança semelhante (*Journal of Animal Ecology*, 19 de janeiro).

Pinguins-gentoo:
agressivos ao
estabelecerem
as áreas de ninhos



Menos árvores na Amazônia, mais nos Andes

Uma grande análise de dados coletados por projetos de campo de longo prazo indica que o norte dos Andes e a Amazônia ocidental estão ganhando espécies de árvores, de acordo com um estudo liderado por pesquisadores das universidades de Liverpool e de Leeds, no Reino Unido, com a participação de instituições brasileiras. Enquanto isso, a parte central da cordilheira, a região centro-oriental da Amazônia e o escudo das Guianas perdem diversidade. As partes da floresta que sofreram maior aumento anual de temperatura nesse período perderam mais espécies vegetais, enquanto as que mantiveram umidade e constância climática ganharam. As florestas que mantêm o padrão de chuvas e aquelas menos fragmentadas se mostraram mais protegidas, o que ressalta a importância de evitar o desmatamento. O aumento de temperatura atingiu 90% das 406 parcelas analisadas, mais intenso nas regiões centro-leste e sul da Amazônia. Como as árvores reagem lentamente, a biodiversidade atual pode não ser uma medida duradoura (*Nature Ecology & Evolution*, 23 de janeiro).



Pesquisador estima altura de árvores na Amazônia

2

Equívocos sobre a demência

Um estudo com 300 moradores de Ribeirão Preto (SP), por meio de um questionário com 13 perguntas, mostrou desconhecimento e ideias equivocadas sobre a demência. Entre os entrevistados, 189 (63%) desconheciam o significado da doença; 32% dos participantes disseram acreditar que a demência pode ocorrer em qualquer idade, 47% principalmente em adultos

mais idosos e 20% somente em adultos com idade mais avançada. Entre os fatores de risco, os mais indicados foram depressão (47% das respostas), consumo excessivo de álcool (44%), tabagismo (39%), baixa interação social (33%), lesões na cabeça (33%) e obesidade (27%). Nesse levantamento, coordenado pela Faculdade Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São

Paulo, a demência foi geralmente vista como parte do envelhecimento fisiológico (senescência) e não do envelhecimento patológico (senilidade). Para os pesquisadores, os resultados indicam a necessidade de ações para melhorar o conhecimento sobre a doença e promover medidas de prevenção (*Dementia & Neuropsychologia*, 9 de janeiro).

Nas creches, uma intensa troca de bactérias

A transmissão de bactérias entre bebês em creches ajuda a formar o microbioma (conjunto de microrganismos) intestinal, essencial à preservação da saúde. Uma equipe da Universidade de Trento, na Itália, examinou amostras de fezes de 43 bebês antes, durante e depois de frequentarem o primeiro ano de uma creche da própria cidade de Trento, além de sete irmãos que moravam juntos, 39 mães e 30 pais dos bebês, 10 educadores infantis e três cachorros e dois gatos das casas dos participantes. A transmissão do microbioma começa no primeiro mês de convivência com outros bebês e, após quatro meses, os bebês já compartilhavam de 15% a 20% de suas espécies microbianas. Os bebês trocavam mais micróbios com os irmãos ou irmãs e menos com os demais da creche. Os pesquisadores verificaram que as interações sociais são importantes para a formação do microbioma, embora algumas mudanças possam ser atribuídas à dieta (*Nature*, 21 de janeiro).



O fluxo microbiano aumenta com a convivência

3



A temperatura em Assiut, no Egito, pode chegar a 2°C acima da dos arredores

Um mapa detalhado da matéria invisível

Um mapa em alta resolução, construído com dados do telescópio espacial James Webb da Nasa, a agência espacial norte-americana, indica como a matéria escura – e invisível, que forma estimados 85% do Universo e não emite, reflete, absorve ou bloqueia a luz – poderia interagir com a matéria comum, que compõe estrelas, galáxias e tudo o que podemos ver. Cobrindo uma área com quase 800 mil galáxias, o levantamento expõe uma sobreposição entre os dois tipos de matéria, resultante da gravidade da matéria escura atraindo a matéria comum para si ao longo da história cósmica. Os cientistas acreditam que os aglomerados de matéria escura atraíram a matéria comum, criando regiões com material suficiente para que estrelas e galáxias começassem a se formar. Dessa forma, a matéria escura determinou a distribuição em larga escala das galáxias no Universo e participou da criação das condições necessárias para a formação de planetas. “Esse mapa nos mostra que a matéria escura e a matéria comum sempre estiveram no mesmo lugar. Elas cresceram juntas”, comentou o astrofísico Richard Massey, da Universidade de Durham, no Reino Unido, um dos autores do levantamento, em um comunicado da Nasa (*Nature Astronomy*, 26 de janeiro).

Cidades tropicais ainda mais quentes

Por causa de um fenômeno conhecido como ilhas de calor urbanas, muitas cidades da região tropical, incluindo as brasileiras, podem aquecer mais do que os 2 graus Celsius (°C) previstos pelos modelos climáticos para a segunda metade deste século. Depois de examinar 104 cidades de médio porte com populações entre 300 mil e 1 milhão de habitantes, um grupo liderado pela Universidade de East Anglia (UEA), do Reino Unido, concluiu que várias cidades no nordeste da China e no norte da Índia devem aquecer em 3 °C, mais do que as áreas vizinhas. Em Assiut (Egito), Patiala (Índia) e Shangqui (China), a temperatura média da superfície durante o dia pode subir de 1,5 a 2 °C, o dobro do que nos arredores. No Brasil, Rio Branco (AC) poderá esquentar mais 3 °C; Ribeirão Preto e Franca (ambas em SP), Uberaba (MG) e Cuiabá (MT), quase 3 °C; Piracicaba (SP), 2,2 °C; e Caruaru (PE), 2 °C. Em Campo Grande (MS), a diferença entre o aquecimento das áreas urbanas e rurais deverá ser insignificante. “A análise mostra que mesmo as projeções mais modernas provavelmente subestimam o futuro aquecimento urbano”, comentou Manoj Joshi, da UEA, em um comunicado da universidade (*PNAS*, 3 de fevereiro).

Prêmio Carolina Bori destaca mulheres cientistas

Em fevereiro, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) entregou, pela sétima vez, o prêmio Carolina Bori. As vencedoras foram a bióloga Luisa Villa, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), que trabalhou com o desenvolvimento da vacina profilática contra o papilomavírus humano (HPV); a física argentina Iris Torriani, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que atuou na instrumentação do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, que deu origem ao Sirius, o maior acelerador de partículas do hemisfério Sul; e a arte-educadora Ana Mae Barbosa, por ter fundado seu campo no país. Menções honrosas foram para a socióloga Nísia Trindade, da Fundação Oswaldo Cruz, a bioquímica Marília Goulart, da Universidade Federal de Alagoas, e a socióloga Maria Arminda do Nascimento Arruda, da USP. As participantes destacaram a importância de meninas e mulheres contarem com um ambiente mais propício.



Ainda que dispersa no Universo, a matéria escura pode formar aglomerados como estes, em azul-claro

De tocaia, espinossauro capturava peixes

Partes de um crânio encontradas no deserto do Saara, na República do Níger, estão ajudando a resolver um enigma dos espinossauros. Batizado de *Spinosaurus mirabilis*, o animal viveu até cerca de 95 milhões de anos atrás em ambientes de água doce, como indica a associação com fósseis de dinossauro de pescoço alongado. Há indícios geológicos de o local ter sido uma bacia fluvial. Com uma crista óssea no alto da cabeça, ele provavelmente tinha um hábito semiaquático e ficava de tocaia capturando peixes desavisados. Essa interpretação torna improvável que outra espécie, *S. aegyptiacus*, parente próxima e contemporânea que vivia onde agora é o norte da África, fosse uma caçadora em ambiente marinho. Em vida, a crista craniana poderia chegar a cerca de 50 centímetros e serviria como uma sinalização visual de sua imponência. No fim desse período, o Cenomaniano, uma súbita elevação no nível do mar teria causado modificações ecológicas que levaram os espinossauros à extinção. O estudo foi liderado por pesquisadores da Universidade de Chicago, nos Estados Unidos, e teve a participação do paleontólogo Rafael Lindoso, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (*Science*, 19 de fevereiro).



Representação artística de espinossauros disputando celacanto: capa da revista *Science*

Endoscopia móvel no interior da África

De janeiro a novembro de 2024, uma equipe móvel de endoscopia realizou 515 exames em 495 adultos em cinco hospitais rurais na província do Cabo Ocidental, na África do Sul, onde esse tipo de diagnóstico não é feito rotineiramente. Liderado pela Universidade Médica da Carolina do Sul (Musc), dos Estados Unidos, em parceria com o Hospital Regional de George, na África do Sul, o programa revelou uma alta prevalência de doenças gastrointestinais tratáveis.

Das pessoas examinadas, 76% tinham gastrite, 70% hérnia de hiato e 69% esofagite, 19% duodenite e 7% úlceras gástricas. A maioria das endoscopias digestivas altas foi realizada com anestesia tópica na garganta, o que, embora econômico, poderia limitar a detecção de lesões sutis. Quando necessário, os pacientes receberam tratamento imediato, geralmente inibidores da bomba de prótons, e um subgrupo foi encaminhado para acompanhamento local. A África do Sul

tem apenas 0,1 gastroenterologista para cada grupo de 100 mil habitantes, obrigando pacientes a esperar muitas semanas por uma endoscopia de rotina. Ao mesmo tempo, tem uma das maiores taxas mundiais de infecção pela bactéria *Helicobacter pylori*, causadora de gastrite, úlceras pépticas e câncer gástrico, detectado em cinco pessoas examinadas; outras 12 tinham câncer de esôfago (*BMJ Open Gastroenterology*, 23 de dezembro).



Pontas de arpão: os maiores da América do Sul

Sambaquieiros também eram baleeiros

Por volta de 5 mil anos atrás, comunidades indígenas caçavam baleias no litoral sul do Brasil, de acordo com dois fragmentos de arpão datados por arqueólogos da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB), na Espanha, e do Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville (MASJ). Eles usaram técnicas de zooarqueologia e moleculares para examinar centenas de ossos de cetáceos e ferramentas encontrados em sambaquis da baía da Babitonga, em Santa Catarina, em camada que preserva registros dessa idade. Identificaram, assim, várias espécies de baleias e golfinhos, com marcas que indicam que a carne foi ativamente retirada pelos caçadores. Os indícios mais antigos de atividade baleeira até agora, em sociedades árticas e do Pacífico Norte, eram um milênio mais recentes do que os descritos agora. O arqueólogo ítalo-brasileiro André Carlo Colonese, da UAB e coordenador do estudo, enfatiza “o trabalho exemplar que o MASJ vem executando na preservação do patrimônio arqueológico do Brasil”. Muitos dos sambaquis da região já foram destruídos e os artefatos só existem no museu de Joinville (*EurekAlert* e *Nature Communications*, 9 de janeiro).

2

O solo afunda em 18 deltas de rios

A superfície terrestre do delta do rio Amazonas, que se espalha pelo litoral do Pará e do Amapá, está afundando. A taxa de rebaixamento dos terrenos entre os quais correm um emaranhado de rios é maior do que a taxa de elevação do nível do mar. Há outros 17 deltas na mesma situação – incluindo os do Nilo, no Egito; do Ganges, na Índia; do Amarelo, na China; e do Vermelho e do Mekong, ambos no Vietnã –, de acordo com um estudo liderado pela Universidade da Califórnia em Irvine, nos Estados Unidos. Entre os 40 maiores deltas de rios do mundo entre 2014 e 2023, os mais afetados foram os dos rios Chao Phraya, na Tailândia, Brantas, na Indonésia,

e Amarelo, com taxas médias de afundamento de cerca de 8 milímetros (mm) por ano, o dobro da taxa de elevação global do nível do mar; o delta do Amazonas está afundando 0,5 mm por ano. A exploração intensa dos reservatórios de água subterrânea e o peso das construções urbanas comprimem o solo, somados à erosão e à diminuição da deposição de sedimentos, fazem a superfície afundar lenta e gradualmente, aumentando o risco de inundações mais frequentes e o recuo da linha de costa. Os deltas dos rios abrigam 10 das 34 megacidades do mundo e uma população de aproximadamente 500 milhões de pessoas (*Nature*, 14 de janeiro).

O peso das construções comprime os terrenos às margens do rio Chao Phraya, na Tailândia



Vírus gigantes no seu intestino

“Onde há bactérias, há fagos”, avisa o biólogo Antônio Pedro Camargo, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP). Ele é coautor de um artigo produzido por um grupo da Universidade de Ciência e Tecnologia em Hefei, na China, que identificou mais de 7 mil espécies de fagos gigantes no sistema digestivo, disseminados pelo mundo, e estabeleceu um banco de dados batizado de Coleção de Genomas de Fagos Gigantes (HPGC). Os bacteriófagos normais têm em média 50 mil pares de bases (pb), mas o grupo conhecido como *jumbo gut* (os jumbos do intestino), abreviado para jug, tem ao menos 200 mil pb, chegando a mais de 800 mil pb. O estudo pode contribuir para ampliar os estudos feitos sobre esses vírus e seu papel na ecologia intestinal. Os jug parecem ser especializados em infectar bactérias dos gêneros *Bacteroides* e *Phocaeicola*, que no intestino humano e de animais degradam gordura e açúcares grandes (glicanos) em moléculas menores. São bactérias que contribuem para a saúde do sistema digestivo, ainda não está claro como funciona a modulação de suas populações pelos fagos (*Science Advances*, 6 de fevereiro).



Solenopsis invicta, espécie causadora de picadas dolorosas

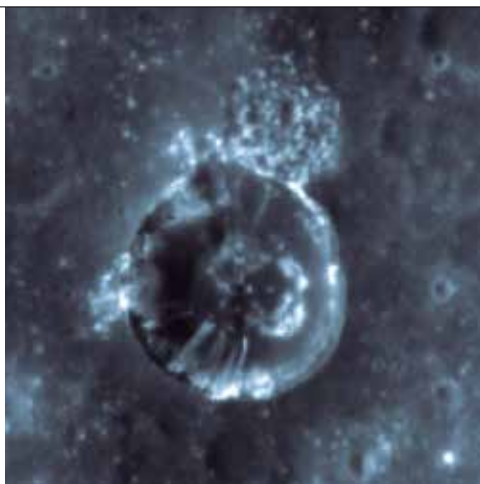
Formigas-de-fogo se espalham pelo Brasil

Em consequência da redução das áreas de matas, as formigas-de-fogo, causadoras de picadas dolorosas, estão ganhando espaço no Brasil. Biólogos das universidades de Mogi das Cruzes (UMC), São Paulo (USP) e Sergipe (UFS) examinaram 4.095 registros desse grupo em coleções biológicas e em levantamentos de campo nos últimos 124 anos e identificaram movimentos de expansão das duas espécies principais, *Solenopsis invicta* e *S. saevissima*. Nas últimas cinco décadas, a primeira se espalhou ao longo do litoral, enquanto a segunda espraiou-se pelo interior. As operárias das duas espécies têm de 1,5 milímetro (mm) a 6 mm de comprimento e as rainhas 5,5 mm. Nativa das áreas alagadas do Pantanal, *S. invicta* agora ocupa 11 estados, com os primeiros registros recentes no Espírito Santo, Piauí, Rio de Janeiro e Sergipe. Típica de áreas de florestas da Amazônia, *S. saevissima* vive em 16 estados, com novos registros em Alagoas, Espírito Santo e Rio Grande do Norte. As espécies mais associadas a acidentes com pessoas são a formiga-de-fogo vermelha (*S. invicta*) e a preta (*S. richteri*). As picadas podem formar bolhas, causar reações alérgicas intensas e demorar até 10 dias para cicatrizar (*Biological Invasions*, 13 de dezembro).

3

Notícias dos vizinhos da Terra

Três informações planetárias atualizadas. Júpiter é menor e mais achatado do que se pensava. As sondas da missão Juno indicaram que o raio do planeta (do polo ao centro) é de 66.842 quilômetros (km), 12 km a menos que as medições anteriores. O raio no equador é de 71.488 km, 4 km a menos (*Nature Astronomy*, 2 de fevereiro). Mercúrio pode ser geologicamente ativo. Um grupo da Universidade de Berna, na Alemanha, identificou 402 faixas brilhantes, presumivelmente causadas pela liberação de material volátil do interior do planeta (*Nature Communications Earth & Environment*, 27 de janeiro). E novas evidências de rios antigos sugerem que Marte pode ter tido um oceano do tamanho do Ártico cobrindo todo o seu hemisfério norte. Outra equipe da Universidade de Berna identificou uma linha costeira, com remanescentes de deltas de rios desaguando em um provável oceano (*NPJ Space Exploration*, 7 de janeiro).



As áreas brancas indicam liberação de material do interior de Mercúrio

4

Efeitos colaterais da expansão

Cursos de medicina com problemas de qualidade, principalmente privados, embaraçam estratégia para ampliar oferta de profissionais formados no país

FABRÍCIO MARQUES — ilustrações TALITA HOFFMANN



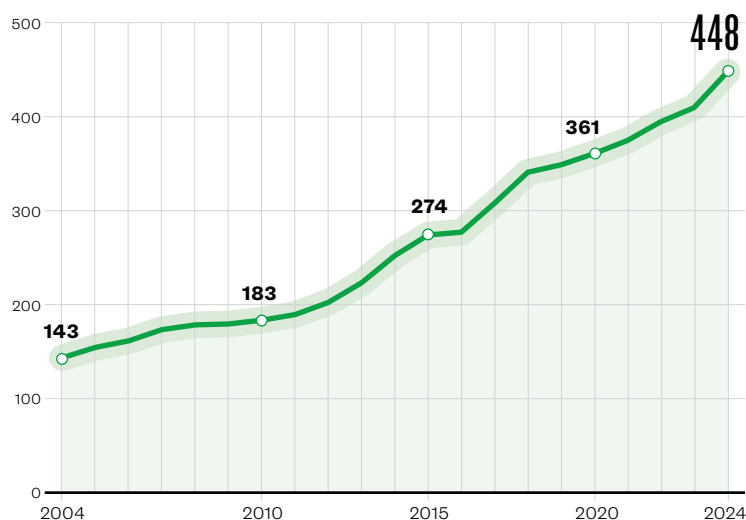
O Ministério da Educação (MEC) cancelou em fevereiro um edital que previa a abertura de quase 6 mil vagas em cursos de medicina em universidades privadas. A chamada seletória propôs para criar novas graduações ou ampliar o número de matrículas em faculdades já existentes no âmbito do Programa Mais Médicos, lançado em 2013 para reduzir a escassez de profissionais no Sistema Único de Saúde (SUS). O programa permite ao governo definir locais para a criação de novos cursos onde existe carência de médicos – em geral, longe dos grandes centros urbanos –, desde que haja uma infraestrutura de serviços de saúde capaz de propiciar uma formação prática de qualidade para os estudantes.

O cancelamento do edital foi uma espécie de freio de arrumação depois do alarme causado pela divulgação dos resultados do Exame Nacional de Avaliação da Formação Médica (Enamed), prova anual criada pelo ministério para examinar a qualidade da formação oferecida pelos cursos – o teste foi aplicado pela primeira vez a alunos de medicina de último ano para verificar o conhecimento adquirido. Dos 39.258 formados em 351 cursos que participaram da Enamed, apenas 67% alcançaram proficiência. Trinta por cento das graduações receberam conceitos 1 (até 39,9% de estudantes proficientes) e 2 (entre 40% e 59,9% de alunos proficientes), performance considerada insuficiente. Faculdades municipais, que tiveram só 944 alunos avaliados, foram as com pior desempenho: apenas 49,7% proficientes. Já as escolas privadas com fins lucrativos se destacaram pelo volume de reprovações: 57,2% de 15.409 estudantes tiraram conceitos 1 e 2. Universidades federais e estaduais registraram índices superiores a 80% de proficiência.

Muitos cursos que tiveram conceito insatisfatório funcionam longe dos centros urbanos – apenas 23 deles estão em capitais –, uma evidência de que a ambição do programa de oferecer formação de qualidade em áreas remotas esbarrou em di-

O avanço das graduações de medicina no país

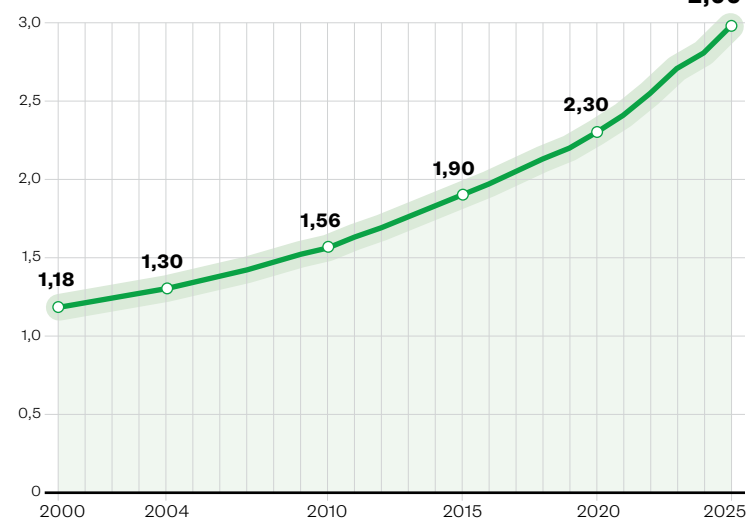
Crescimento do número de cursos entre 2004 e 2024



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

O fôlego da oferta dos profissionais

Como progrediu a proporção de médicos por mil habitantes no Brasil (2000-2025)



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

ficuldades. As cinco instituições com pior resultado ficam nas cidades de Cáceres (MT), Angra dos Reis (RJ), Porto Velho (RO), Aparecida de Goiânia (GO) e Dracena (SP). “São mais de 13 mil graduados que receberão diploma e registro para atender a população sem terem competências mínimas para exercer a medicina. Isso é assustador e coloca em risco a saúde e a segurança de milhões de brasileiros”, disse, em comunicado, José Hiran Gallo, presidente do Conselho Federal de Medicina (CFM). Entre as punições previstas pelo MEC para os cursos reprovados estão a redução do número de vagas autorizadas e o acesso bloqueado a financiamento estudantil do governo.

Não é a primeira vez, após a criação do Mais Médicos, que a oferta de vagas é suspensa. Em 2018, passou a vigorar no país uma moratória de novos cursos depois que dois editais do programa elevaram o número de graduações de medicina de 223 para 341 em apenas seis anos. Na época, tal crescimento levou a um debate nacional sobre os riscos que a expansão teria na qualidade dos futuros profissionais e até a uma alegada saturação do mercado de trabalho. O problema é que a moratória, que durou até 2023, teve efeito contrário ao esperado. Instituições de ensino superior foram à Justiça, alegando que o mercado estava sendo cerceado pela proibição do governo, e conseguiram abrir dezenas de cursos por meio de liminares.

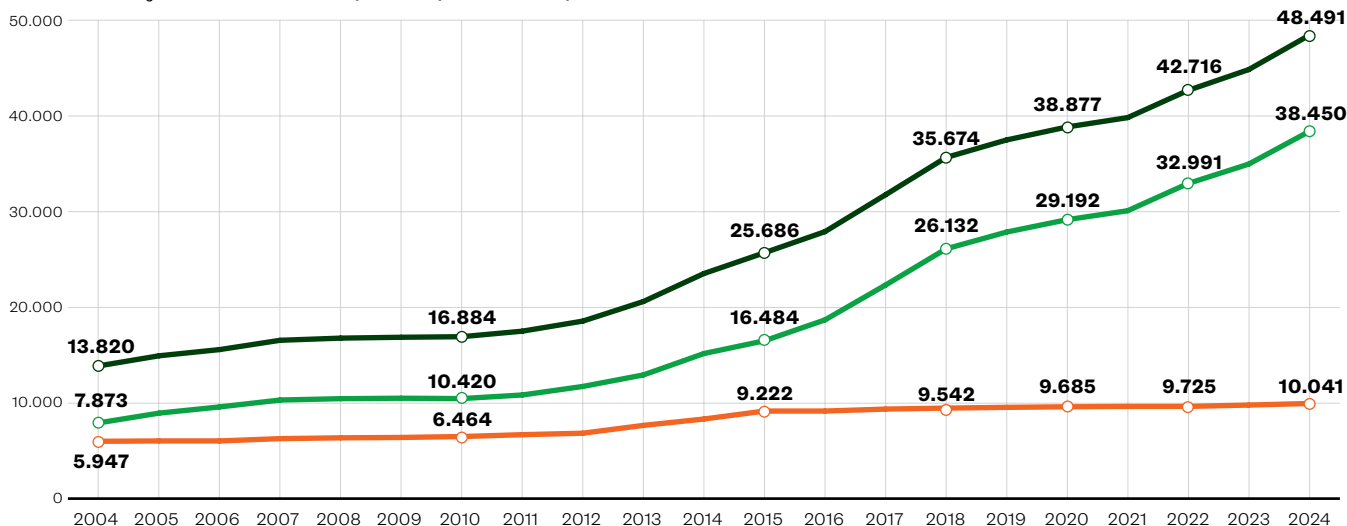
O resultado é que o número de cursos de medicina seguiu crescendo de forma acelerada e saltou

para 448 em 2024. “Faculdades que já existiam também conseguiram liminares para ampliar suas vagas, em um cenário sem qualquer regulação”, explica Sandro Schreiber de Oliveira, epidemiologista da Universidade Federal do Rio Grande (Furg) e diretor-presidente da Associação Brasileira de Educação Médica (Abem). Esse movimento fez com que o número de vagas em faculdades de medicina mais que dobrasse no Brasil, de 23,5 mil vagas em 2014 para 48,5 mil em 2024 – dessas, 79% estão em instituições privadas.

A péssima repercussão dos resultados do Enamed reacendeu o debate sobre a qualidade da formação dos médicos no Brasil. O Senado reagiu aprovando um projeto de lei, ainda a ser avaliado na Câmara, instituindo um exame de proficiência para os recém-formados como requisito para a obtenção do registro profissional de médico, a exemplo do que acontece com os advogados. Se virar lei, o projeto, que é apoiado por entidades como o CFM e a Associação Médica Brasileira, bloqueará o acesso ao mercado de trabalho de estudantes que investiram seis anos em sua formação e poderá pôr em xeque o esforço, bem-sucedido em termos quantitativos, de ampliar a oferta de médicos no Brasil. Há hoje 650 mil profissionais em atividade no país e a razão de médicos por mil habitantes cresceu de 1,18 no ano 2000 para 2,98 em 2025. A taxa brasileira está abaixo da média dos países industrializados vinculados à Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), que é de 3,7 médicos por mil habitantes, mas já supera a de nações como Canadá (2,75), Estados Unidos (2,72), Japão (2,65) e China (2,52).

A explosão das vagas nas faculdades privadas

Evolução da oferta de vagas em cursos de graduação em medicina em instituições de ensino superior públicas e particulares (2004-2024)



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

Pesquisadores do campo da educação médica observam que o Enamed – um teste de múltipla escolha com 100 questões – aponta apenas um aspecto do aprendizado dos alunos, que é a aquisição de conhecimento. “Outras dimensões, como as habilidades, competências e atitudes dos recém-formados, não são aferidas pela prova”, observa o psicólogo Dario Cecilio-Fernandes, pesquisador do Institute of Medical Education Research Rotterdam (iMERR), em Roterdã, nos Países Baixos. Entre 2019 e 2024, ele liderou um projeto na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), apoiado pela FAPESP, sobre o impacto de estratégias de avaliação na aprendizagem dos alunos de medicina. Para ele, afirmar que recém-formados são inaptos exclusivamente com base no Enamed é extrapolar o que a prova é capaz de aferir. “Mas o contrário também pode ser verdadeiro. Pode ser controverso afirmar que os médicos sejam competentes apenas porque tiveram bom desempenho no Enamed. Aqui nos Países Baixos, um recém-graduado só ganha autonomia após um período de residência e um tempo de prática sob supervisão. No Brasil, o médico, quando se forma, tem direito de seguir direto para a prática sem supervisão.”

Em sua pesquisa, Cecilio-Fernandes avaliou como funcionam os processos cognitivos dos estudantes de medicina quando estão sendo avaliados. Comparou a performance dos alunos em duas situações: respondendo questões de alta complexidade envolvendo casos clínicos, em que é preciso integrar diferentes informações, ou diante de perguntas que desafiavam principalmente a capacidade de memorização. “Quando se trabalha com questões complexas e casos clínicos, o esforço mental exigido é incomparavelmente maior”, afirma.

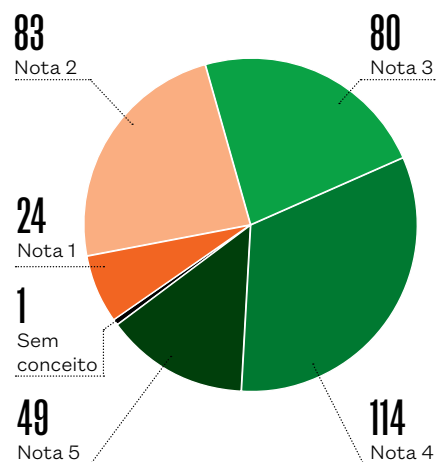
“Os resultados do Enamed precisam ser cotejados com parâmetros mais abrangentes”, afirma a pediatra Anna Tereza Miranda Soares de Moura, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que participou de um projeto de pesquisa sobre escolas privadas criadas pelo programa Mais Médicos. Segundo ela, as visitas de avaliação feitas pelo MEC a faculdades, em alguns casos, renderam notas altas a cursos que tiveram desempenho ruim no Enamed. “É necessário compreender o que está acontecendo”, alerta. A qualidade, explica Moura, depende de fatores que vão além da existência de infraestrutura adequada, tais como a existência de parcerias com a rede local de saúde para a prática dos alunos, a presença de bons professores e um processo de avaliação contínuo para detectar deficiências e criar estrat-



Análise de cursos de medicina

As graduações que receberam notas 1 e 2 no Exame Nacional de Avaliação da Formação Médica tiveram desempenho insuficiente

FONTE MEC

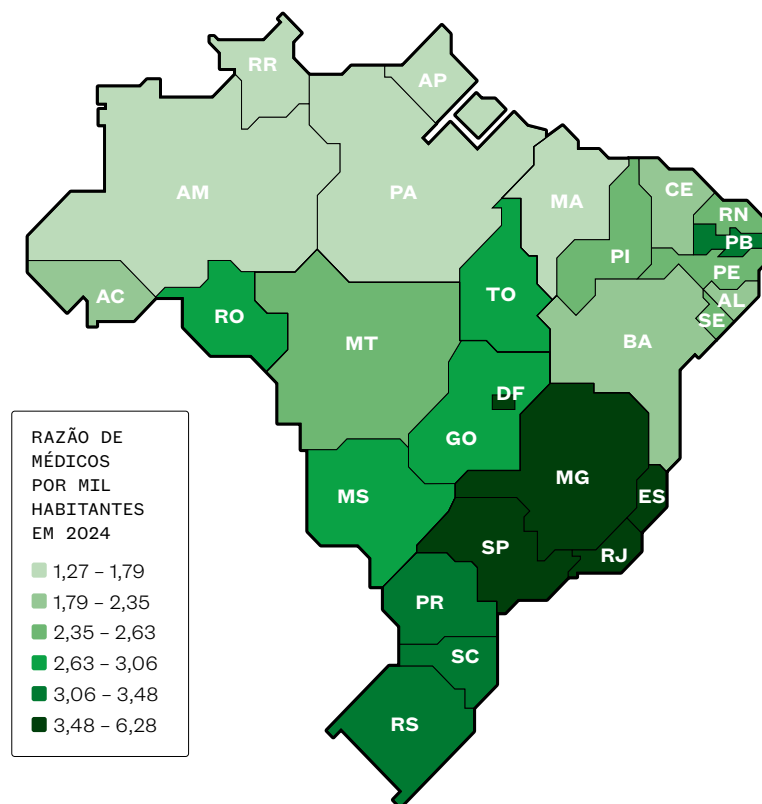


tégias customizadas para combatê-las. “Sempre há vários fatores que explicam uma nota boa ou ruim. Nunca é um motivo só.”

A obstetra Eliana Martorano Amaral, da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, coordena um programa de pós-graduação em educação para profissões da saúde, criado em 2011, que tem entre seus alvos de pesquisa a rápida expansão das escolas médicas. Segundo ela, os resultados do Enamed não têm nada de surpreendente – o desempenho insuficiente de escolas de medicina predominantemente privadas criadas recentemente já era visível na avaliação do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), que abrange os cursos de todas as profissões. O problema, segundo sua análise, foi a forma como se deu a expansão das faculdades. “Houve cursos que abriram 200 vagas de uma vez e ainda as aumentaram em poucos anos. É impossível garantir uma formação de qualidade, com o necessário ensino nos ambientes clínicos com supervisão de

A desigualdade na distribuição dos médicos

Proporção de profissionais nos estados brasileiros



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

qualidade, em uma escala dessas.” Segundo ela, a implementação e o acompanhamento da qualidade de um curso devem ser baseados na ciência que existe sobre como formar médicos. “O Brasil conta com um grande número de professores que se especializaram em educação médica e acompanham pesquisas e congressos sobre o tema.”

Pesquisadores e estudantes do programa de pós-graduação da Unicamp vão sair em breve a campo para analisar a qualidade das graduações criadas no estado de São Paulo. A ideia é enviar aos coordenadores dos cursos um questionário para saber até que ponto as experiências clínicas supervisionadas dos alunos estão alinhadas com as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2025 e seguem parâmetros de qualidade úteis para a autoavaliação das instituições. “Vamos buscar informações sobre o grande ‘Triângulo das Bermudas’ da educação médica, que é compreender como está sendo feita a formação prática dos alunos, se está abrangendo todas as áreas clínicas necessárias”, afirma Amaral. “Nos interessa principalmente a fase entre o 5º e o 6º anos, o internato, que é o aprendizado no local de

trabalho, sob supervisão qualificada e não apenas observando”, diz a pesquisadora.

A criação de um curso de medicina está longe de ser um processo trivial e não é de estranhar que problemas tenham aparecido quando o país estabeleceu centenas deles de uma vez. Em um artigo publicado em 2025 na *Revista Brasileira de Educação Médica*, Moura, da Uerj, e colaboradores observaram que a maioria das faculdades públicas criadas pelo Programa Mais Médicos não tinha programas de desenvolvimento docente – e os que existiam se baseavam apenas em ações pontuais. “Sempre houve dificuldade de provisionar médicos em regiões distantes, fora dos centros urbanos. É natural que isso acontecesse também na hora de recrutar docentes da área médica”, conclui Moura. Ela ressalta que a atração de bons professores pode ser desafiadora até em lugares bem abastecidos de escolas. “Não se pode comparar os ganhos financeiros entre médicos dedicados à assistência e os envolvidos com a docência. Ser professor possui atrativos diferentes, como orientar a formação de futuros profissionais, fazer pesquisa e participar de congressos, mas isso parece ser escasso em parte das faculdades privadas.”

O psicólogo Carlos Alberto Severo Garcia Junior, do Departamento de Ciências Médicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), participou da implementação, a partir de 2018, de um novo curso de medicina da universidade no *campus* de Araranguá, a 220 quilômetros ao sul de Florianópolis, também no âmbito do Programa Mais Médicos. Em um artigo publicado em 2025 na revista *Educação e Pesquisa*, Garcia apresentou os resultados de um estudo feito com 10 formados na primeira turma. “Eles se sentiam ratinhos de laboratório. Sofreram o impacto de todo tipo de problema que ocorre quando se instala uma nova graduação”, explica. Na percepção dos estudantes, embora o curso atendesse a um anseio da população da cidade e tenha sido planejado por gestores locais ao longo de quatro anos, houve dificuldade de integração dos alunos com a rede de saúde do município – uma queixa dos estudantes é que sua relação com os trabalhadores das Unidades de Atenção Básica era tensa e a formação crítica que recebiam na universidade não era bem aceita no atendimento prático.

A formação também foi comprometida pela pandemia, que fez as aulas presenciais migrarem para a modalidade a distância por dois anos. Garcia aponta outras dificuldades, como a falta de uma estrutura física adequada e a dificuldade de contratar docentes. “Para um profissional da medicina se integrar ao corpo docente de uma instituição federal, ele precisa estar apaixonado pela ideia, porque, em termos de mercado, a remuneração é pouco atraente”, diz. Frequentemente,

a exigência de doutorado para contratação de professores é posta de lado, para permitir o preenchimento da vaga por mestres ou especialistas.

Schreiber, da Abem, enxerga causas mais complexas no desempenho desigual das escolas públicas e privadas. Ele nota que, com a expansão das vagas, criou-se um desnível pronunciado na concorrência nos vestibulares das faculdades de medicina. De um lado, o ingresso em uma instituição pública segue sendo altamente seletivo. A relação entre candidato e vaga, que era de 73,7 em 2013, continua a ser alta – oscilou para 68,5 em 2023. Já nas instituições privadas, há casos até de vagas ociosas: a razão candidato/vaga despencou de 31,8 em 2013 para apenas 7,17 em 2023. “São dois tipos de alunos com formações muito diferentes e é possível que uma parte das escolas privadas não esteja conseguindo resolver as deficiências que estudantes trouxeram das etapas anteriores de sua formação”, explica. “É claro que existem escolas de má qualidade, mas é possível que uma parte das faculdades mal avaliadas esteja se esforçando para dar uma boa formação e esbarre nas lacunas da educação básica dos estudantes.”

Quando foi lançado, em 2013, o Programa Mais Médicos se tornou conhecido por recrutar mi-

lhares de profissionais formados em Cuba por meio de um intercâmbio gerido pela Organização Pan-Americana da Saúde. Essa estratégia foi severamente criticada por entidades médicas, sob a alegação de que os critérios para revalidar diplomas no Brasil não estavam sendo cumpridos e a remuneração era paga ao governo cubano e não diretamente aos médicos. Em 2018, Cuba decidiu encerrar a parceria e repatriou 8,5 mil médicos que estavam no Brasil. “Mas as bolsas para os médicos brasileiros inseridos no programa conseguiram repor boa parte dos profissionais cubanos: há 20 mil médicos no programa em 2025, mais que os 18 mil que havia em 2016”, diz a epidemiologista Leonor Maria Pacheco Santos, pesquisadora sênior da Universidade de Brasília (UnB). Ela é autora de vários estudos sobre o programa, além de um artigo de revisão, de 2024, sobre os efeitos do Mais Médicos na Atenção Primária e seus impactos na saúde da população – o trabalho cita estudos evidenciando que, nos três primeiros anos do Mais Médicos, foram evitadas 23 mil hospitalizações e poupados R\$ 30 milhões para o SUS.

O programa mudou de formato em 2019, passando a se chamar Médicos pelo Brasil e se concentrando na contratação pela CLT de profissionais brasileiros em pequenos municípios do Norte e do Nordeste. Retomou o nome original em 2023 e começou a recrutar médicos por meio de bolsas. “É um modelo atraente porque as bolsas, na casa dos R\$ 14 mil mensais, são pagas regularmente pelo governo federal. Nas versões anteriores, em que a remuneração era feita pelos municípios, havia muita queixa de atraso”, explica Santos, que está fazendo um estudo qualitativo com médicos vinculados ao programa atualmente. Foram entrevistados 11 profissionais em atividade no Nordeste e no Centro-Oeste. “Parte deles diz que participa do programa por idealismo. Outra parte é mais pragmática e elogia a estrutura oferecida – o município se encarrega, por exemplo, de lhes oferecer moradia”, afirma. “Reter esses profissionais a longo prazo ainda é difícil, mas tem havido médicos que permanecem como bolsistas por quatro ou cinco anos”, conta Santos.

É certo que os desdobramentos do Mais Médicos não saíram como planejado em 2013. “As forças do mercado não poderiam ter sido negligenciadas e houve forte pressão dos grandes grupos educacionais privados para explorar a expansão do mercado das escolas médicas, inclusive judicializando pedidos de abertura de novas escolas”, diz Moura, da Uerj. Um estudo liderado pela economista Cristina Helena Almeida de Carvalho, da Faculdade de Educação da UnB, mostrou como grandes empresas educacionais de capital aberto aproveitaram as oportunidades proporcionadas pelo Mais Médicos. O estudo, publicado em 2024

O esforço de cada um

Quanto os países conseguiram aumentar o número de médicos disponíveis para a população



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

na revista *Educação e Sociedade*, comparou os ganhos com cursos privados de medicina e com os de uma outra estratégia dos grupos educacionais para ampliar sua lucratividade nos últimos anos, o ensino a distância (EaD). “A receita gerada por um estudante de medicina equivale à de cerca de 30 estudantes de EaD”, informa o artigo. Ocorre que o “ticket médio” de um aluno de medicina de uma escola particular, estimado pelo valor de matrículas e mensalidades que ele paga, é muito superior ao dos demais cursos, com a vantagem adicional de que há baixa evasão e inadimplência. O valor mediano de mensalidades em faculdades privadas e municipais no Brasil era por volta de R\$ 9,5 mil em 2022. O estudo aponta o conglomerado Yduqs Educacional, dono das faculdades Estácio, Ibmecc e Damasio, como o grupo que mais abriu vagas por meio do Mais Médicos – 1.838 ao todo. Em segundo lugar aparece o grupo Afya, que tem faculdades em várias regiões do país, com 960 vagas do programa, e o Ânima Educacional, que reúne dezenas de universidades, como a Anhembimorumbi e a São Judas, com 733.

A expansão recente criou desafios novos, sem que velhos problemas tenham sido resolvidos, a exemplo da distribuição desigual dos profissionais no território brasileiro. De acordo com o estudo *Demografia Médica no Brasil 2025*, coordenado pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), Associação Médica Brasileira e pelo Ministério da Saúde, 68% dos médicos se concentram em 48 cidades que, embora tenham mais de meio milhão de habitantes, reúnem só 30% da população do país. Os municípios mais aquinhoados são Vitória (ES), com 18,52 médicos

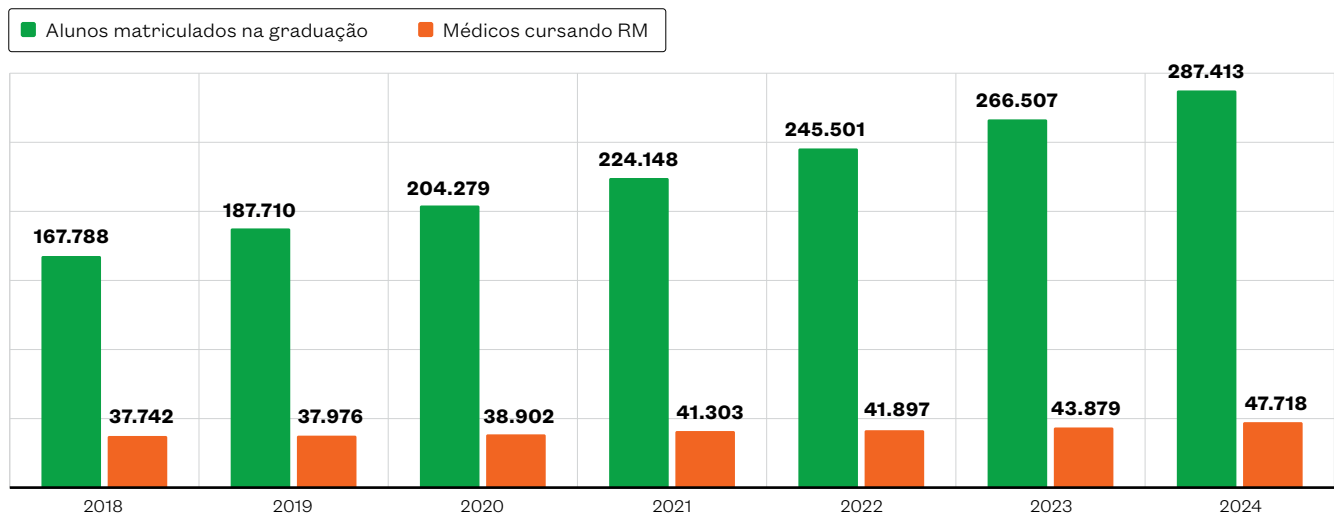
por mil habitantes, Porto Alegre (RS), com 11,81, e Florianópolis (SC), com 10,48. O exemplo mais precário é o da região oeste do Amazonas, que abrange 21 municípios no Alto Juruá e Alto Solimões. Há, ali, 0,21 médico para mil habitantes.

Em 2024, o Brasil tinha 353 mil especialistas, profissionais que concluíram um programa de residência ou obtiveram título por meio de uma sociedade de especialidade médica, e 244 mil generalistas, que concluíram a graduação e estavam habilitados para atuar na Atenção Primária. Como o número de vagas em programas de residência médica vem crescendo a uma velocidade bem inferior à multiplicação dos profissionais graduados, a proporção dos generalistas aumenta ano a ano. Isso vem criando tensões, visíveis em ações judiciais nas quais médicos que fizeram cursos de educação continuada em temas relacionados a especialidades, no modelo de pós-graduação *latu sensu*, reivindicam o direito de também se apresentarem aos pacientes como especialistas. A maioria desses processos vem sendo rechaçada pela Justiça. “Existe um grande mercado hoje da pós-graduação *latu sensu*, que não sofre nenhum tipo de regulação do MEC e não equivale a uma formação em especialidade. Mais de 40% dos cursos são na modalidade EaD”, explica Mario Scheffer, do Departamento de Medicina Preventiva da FM-USP, coordenador do estudo *Demografia Médica no Brasil 2025*.

A disponibilidade de especialistas é desigual. A única especialidade em que o país tem uma proporção maior de profissionais que outros países é a

O desafio de fazer residência

O número de vagas para residência médica (RM) cresceu em uma velocidade muito menor do que o de matrículas na graduação em medicina (2018-2024)

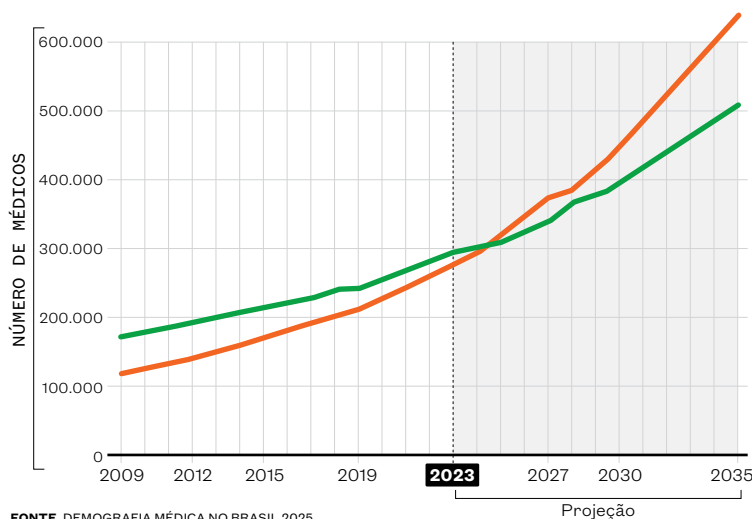


FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025



Profissão mais feminina

Progressão do número de médicos no país desde 2009 e estimativas até 2035, segundo sexo



FONTE: DEMOGRAFIA MÉDICA NO BRASIL 2025

pediatria: há 23,5 pediatras por 100 mil brasileiros, ante 18 desses especialistas em uma média de 41 países pesquisados pelo estudo. No outro extremo, aparecem os psiquiatras, com apenas 6,69 por 100 mil pessoas, frente a 17,8 dos outros países.

A concentração de especialistas e cirurgiões no setor privado é um capítulo à parte na desigualdade. “O médico se apresenta onde há posto de trabalho. Se o setor privado é muito expandido, é natural que os profissionais se concentrem nele. E a remuneração é melhor no setor privado”, afirma Scheffer. O caso de São Paulo, descrito em um projeto regional do Demografia Médica apoiado pela FAPESP, demonstra de forma ainda mais clara a concentração de especialistas e cirurgiões no setor privado. Quarenta por cento da população paulista tem plano de saúde, o índice mais elevado do país – na capital, São Paulo, chega à metade da população. “São Paulo concentra quase um terço dos graduados cursando a residência médica de todo o país, o que consolida o estado como centro formador de especialistas”, diz Scheffer. “O setor privado absorve grande parte da força de trabalho médica especializada depois de formada na rede pública e financiada com bolsas de residência igualmente públicas.”

Outra tendência apontada pelo estudo é a da feminilização da profissão. As mulheres devem se tornar maioria entre os médicos brasileiros neste ano e, mantidas as condições atuais, devem chegar a 60% em 10 anos – em São Paulo, serão dois terços dos profissionais em atividade. Scheffer observa que o Brasil vive uma situação nova, com uma oferta expressiva de médicos, e precisa criar políticas públicas para que toda a sociedade se beneficie do trabalho desses profissionais. “Uma população de médicos mais jovem e feminina e indicadores de demografia que irão superar os de nações de maior renda é o que se desenha para o Brasil na próxima década.”

Uma dúvida é se o país chegará ao ponto de ter profissionais em excesso, como temem as entidades médicas. “Não há parâmetros objetivos para responder a essa pergunta, mas eu arriscaria dizer que o Brasil vai necessitar proporcionalmente de mais profissionais do que os outros países”, afirma Schreiber, da Abem. “Nenhum outro país com as dimensões do Brasil oferece cobertura universal de saúde a toda a sua população e o sistema público se conjuga com um sistema privado com demandas próprias. Precisamos de médicos para abastecer simultaneamente esses dois sistemas.” ●

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

Ciência em construção

O engenheiro civil fala da evolução de seu campo do conhecimento e de sua trajetória como gestor

FABRÍCIO MARQUES E NELSON MARCOLIN

—retrato LÉO RAMOS CHAVES

Um trabalho realizado na graduação como bolsista de iniciação científica levou o engenheiro civil Vahan Agopyan a descobrir na pesquisa experimental a motivação para fazer ciência. Seguiu assim por mais de 20 anos até encontrar outra vocação, a gestão de instituições de pesquisa e ensino superior. Aos 74 anos, é o secretário estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação de São Paulo depois de ter sido diretor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), diretor-presidente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), vice-reitor e reitor da USP.

Agopyan não limitou sua vida profissional aos *campi* de instituições de ensino e pesquisa e aos gabinetes – trabalhou também como engenheiro em canteiro de obras de empresas privadas. Nos anos 1990, liderou na Escola Politécnica um projeto para substituir placas de amianto, um produto cancerígeno, pelas de fibras de celulose com polímeros, fabricadas no Brasil. Patentado pela USP, o trabalho contribuiu para eliminar a dependência das fibras poliméricas de patente internacional.

No período como reitor enfrentou a pandemia de Covid-19 com o desafio de manter a universidade funcionando e instou as unidades da USP a dar respostas rápidas que ajudassem no combate à doença. Agora, como secretário, busca soluções para melhorar o sistema de inovação do estado por meio de iniciativas conjuntas com outras secretarias.

Agopyan chegou ao Brasil aos 4 anos, vindo da Turquia, onde nasceu. A família saiu de Istambul fugindo dos ataques contra os armênios no país. Na entrevista a seguir, ele conta episódios relevantes de sua trajetória, defende a educação a distância e fala das mudanças da engenharia civil nas últimas décadas.

ESPECIALIDADE

Ciência de materiais

INSTITUIÇÃO

Universidade de São Paulo (USP)

FORMAÇÃO

Graduação em engenharia civil pela Escola Politécnica da USP (1974), mestrado em engenharia urbana e de construções civis pela USP (1978) e doutorado em engenharia civil pela Universidade de Londres, no Reino Unido (1982)



O senhor começou a fazer pesquisas ainda como estudante de graduação.

Como nasceu esse interesse?

Eu era um aluno mediano no curso de engenharia civil na Escola Politécnica. Até que no terceiro ano tive uma disciplina chamada Materiais de Construção Civil, que quebrava a rotina das aulas de cálculo e de física aplicada. O professor era o Eládio Gerardo Requião Petrucci [1922-1975] e foram dois semestres excelentes. No quarto ano, havia estágio para fazer, com uma vantagem: quanto mais avançado o aluno estivesse na graduação, maior era a remuneração. Alguém, no entanto, me sugeriu tentar uma bolsa de iniciação científica [IC] da FAPESP para fazer uma pequena pesquisa. Naquela época, começo dos anos 1970, a Politécnica não tinha laboratório de materiais de construção. Nós assistíamos à aula dessa disciplina no IPT. O instituto tinha se separado de vez da Politécnica poucos anos antes, mas mantinha um vínculo muito forte.

E o senhor topou fazer pesquisa?

Eu questionei: “Como é que vou fazer pesquisa sem laboratório?”. Sugeriram que eu fizesse em um laboratório particular. Topei. Em 1974, no quinto ano, eu tinha uma bolsa de iniciação científica, em detrimento de um estágio que poderia me dar um emprego depois. Foi assim, uma loucura. Como bolsista, ganhava menos da metade do que ganharia se estivesse fazendo estágio. A vantagem é que a empresa na qual estagiei, a Falcão Bauer, além de um laboratório muito bem equipado, tinha uma biblioteca, com todas as revistas científicas importantes atualizadas. Era melhor que a da Politécnica.

Qual era o projeto que foi fazer?

Conjugar ensaios não destrutivos para avaliar a resistência da estrutura de concreto. Para fazer isso, era preciso retirar amostras – se retirar demais, a estrutura colapsa. Trabalhei com esclerometria [método usado para estimar a resistência à compressão superficial do concreto] e ultrassom. A pesquisa estava indo bem quando tive a oportunidade de aplicar o que tinha aprendido em dois problemas práticos. Um, aqui na capital, em um prédio da marginal do Tietê que estava com problemas estruturais e não se sabia se o concreto ia aguentar. O outro era em uma obra grande no interior, em Taubaté,

se não me engano. Deu certo nos dois casos. Onde eu consegui definir que havia problemas no concreto, sem retirar material da estrutura, na hora que se quebrava realmente tinha problema. Logo, o concreto devia ser substituído. Vibrei muito. Imagine um rapaz muito novo que faz um estudo e aquilo tem uma aplicação prática no mesmo ano. Foi ali que decidi que ia fazer pesquisa.

Depois de formado, continuou na universidade?

O Petrucci que me convidou para fazer o mestrado com ele. Eu teria acesso ao IPT e também ao laboratório da empresa dele, uma concorrente da Falcão Bauer. Nos reunimos durante uma tarde de dezembro de 1974 para preparar um projeto solicitando uma bolsa de mestrado para a FAPESP. O Petrucci reclamou que estava com dor de cabeça e problema nos olhos, sem saber o que era. Assim que comecei o mestrado ele morreu, no início de 1975, com 53 anos, em consequência de um câncer no cérebro descoberto tardiamente.

E quem o substituiu como orientador?

A pós-graduação ainda estava se estruturando no Brasil e não conhecia nin-

“
Imagine um rapaz que faz um estudo e aquilo tem uma aplicação prática no mesmo ano. Foi ali que decidi que ia fazer pesquisa

guém com título de doutor em materiais de construção, que era o que eu queria. O chefe do Departamento de Engenharia Civil da Politécnica, o Francisco de Paula Dias de Andrade, já falecido, me disse: “Continua, eu vou ser seu orientador acadêmico”. O problema é que ele não conseguiria orientar a pesquisa experimental porque não entendia do assunto. “Você vai ter que estudar muito e se virar”, avisou. Aceitei continuar. Mas surgiu outro problema. Como o Petrucci morreu, eles precisavam de um docente. O Andrade me chamou para ser auxiliar de ensino. Se a bolsa de mestrado da FAPESP já não era muita coisa, o salário de auxiliar de ensino, em tempo parcial, era menor ainda. Tive de procurar um emprego e renunciar à bolsa para conseguir ser auxiliar porque não podia ser professor da USP como bolsista. Comecei a dar aula na graduação em turmas de até 100 alunos.

Qual foi o segundo emprego?

Fui engenheiro de obras em uma construtora. Trabalhava umas 10 horas na construtora e mais umas 3 ou 4 horas todo dia na USP dando aulas e fazendo o mestrado. Tinha 23 anos, era jovem e aguentava. Quando acabei o mestrado, quis ir para o exterior fazer o doutorado. O problema é que ganhava bem na construtora. Fiquei outra vez naquele dilema entre o salário e o desejo de fazer pesquisa. Decidi pedir uma bolsa da FAPESP, que era metade do valor da Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior] e do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico]. A motivação principal foi a experiência que tive naquele ano de IC. Foi tão fantástica que eu quis repetir.

Como descobriu para onde ir?

Mande mais de 20 correspondências para tentar achar o melhor lugar. Depois de uns seis meses, vi que duas instituições da Inglaterra, uma em Sheffield e outra em Londres, tinham estudos científicos sobre materiais de construção. Acabei optando pelo King's College da Universidade de Londres. Consegui outra bolsa da FAPESP.

Do que tratou seu doutorado?

Meu orientador, Stephen Jefferis, me propôs fazer um trabalho sobre materiais reforçados com fibras – estudei o uso de fibra de vidro com gesso. Vou dar uma breve

contextualização aqui: a engenharia civil, apesar de ser a mais tradicional das engenharias, era muito empírica. Após a Segunda Guerra Mundial [1939-1945], a Europa estava destruída, mas tinha dinheiro derivado do Plano Marshall, uma iniciativa dos Estados Unidos para reconstruir o continente. O problema é que a indústria trabalhava de forma quase artesanal e não dava conta de superar o desafio com a velocidade desejada. No Reino Unido houve problemas sérios com a construção de prédios, alguns caíram. Até que depois de alguns anos aconteceu uma revolução. Os cálculos, que eram empíricos, baseados apenas na experiência, passaram a ser probabilísticos. O canteiro de obras deixou de ser um local de achismo e se tornou mais racional. Na Politécnica, a minha turma, de 1970, foi a primeira a estudar um projeto estrutural pelo método probabilístico. Logo que me formei, antes de sair a bolsa do mestrado, trabalhei alguns meses num escritório de projetos estruturais porque eu sabia calcular estruturas com métodos probabilísticos e não empíricos. Começamos a aplicar a ciência dos materiais ao material de construção.

Qual a consequência mais visível dessas mudanças?

Quando entendemos como funcionam os materiais, passamos a economizar. Hoje, gastamos muito menos cimento, por exemplo. Isso se reflete em coisas simples, até a década de 1990 era comum cair revestimentos de paredes, coisa que se reduziu muito na virada do século. As noções de qualidade na construção civil chegaram ao Brasil na década de 1970, 1980.

A questão da sustentabilidade já se colocava nessa época?

Não. A construção civil chegou muito tarde nessa área. Não tínhamos noção que poluíamos. Até então, achávamos que nossa atividade não era poluente, embora o volume dos nossos resíduos fosse maior que o lixo doméstico. No começo deste século, o Conselho Internacional da Construção, o CIB, realizou um congresso na Suécia sobre sustentabilidade. Foi quando começamos a perceber que somos a indústria que mais polui. Antes de eu ir para a Inglaterra, trabalhei em um projeto no IPT sobre cimento amianto. Nós não sabíamos, no Brasil, que esse material era cancerígeno. Fui em uma fábrica

“

Minha tese de livre-docência foi a base para substituir placas de cimento amianto por placas de fibras vegetais e poliméricas

da Eternit e era uma poeira de amianto constante no ar. E todos nós respirando aquilo na maior tranquilidade, sem saber de nada. No exterior já tinham essa noção, tanto que no Reino Unido o uso de fibras de amianto era proibido. Um outro exemplo de desconhecimento de fatos comuns é que só uns 35 anos atrás percebemos que tínhamos também biodeterioração dos materiais de construção. Foi quando começamos a ter biólogos nas equipes.

Quando voltou de Londres, continuou fazendo pesquisa?

Eu queria continuar, mas naquela época a USP não tinha vaga para professor em tempo integral. Até me inscrevi, esperei dois anos, e nada de sair a vaga. Àquela altura estava casado e não dava para esperar mais. Entrei no IPT como pesquisador. Fiquei de 1984 até 1990, quando voltei para a Politécnica em tempo integral e apresentei minha tese de livre-docência sobre o uso de fibras vegetais. Logo depois, convidei para uma reunião a maioria das empresas brasileiras que fabricavam cimento amianto propondo uma pesquisa conjunta para a substituição das fibras de amianto. Só

duas empresas toparam, uma de Leme, do interior de São Paulo, e outra de Santa Catarina. Propus comprar uma patente, porque era preciso que algo substituísse o amianto, que estava proibido, enquanto nós desenvolveríamos um material nacional. Tive apoio dos meus colegas Vanderey John e Holmer Savastano Junior.

Esse trabalho deu frutos?

Além da minha livre-docência, foi a base para substituir placas de cimento amianto por placas com fibras vegetais e poliméricas nacionais. Também nos deu uma patente brasileira e, portanto, não dependemos mais de fibras poliméricas de patente internacional. Hoje usamos fibras de celulose brasileiras misturadas com fibras de polímeros. Quem fabrica essas placas são as duas empresas que toparam trabalhar conosco. A patente é da USP e as empresas foram parceiras dos projetos por meio do Pite [Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica, da FAPESP]. Como são empresas parceiras e investiram na pesquisa, não pagam *royalties* para a USP, mas o trabalho foi fantástico. Foi um projeto grande e me deu uma visão multidisciplinar do problema. Acho que a minha maior contribuição como pesquisador e professor foi de trazer a visão de que temos que aplicar ciência dos materiais para conhecimento e desenvolvimento dos materiais na construção civil.

Além da pesquisa e do ensino, parte de sua trajetória profissional foi construída como gestor.

No final da década de 1990, o Antonio Massola era candidato a diretor da Politécnica e me convenceu a ser candidato a vice-diretor. Aceitei e fomos eleitos. Como o vice-diretor é um candidato natural a diretor, em 2002 me candidatei, ganhei e assumi a escola. Quando acabou, voltei ao meu departamento e estava tranquilo, mas o João Carlos de Souza Meirelles, que na época era o secretário estadual de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia, descobriu que o IPT era uma empresa, embora funcionasse como uma autarquia. Não havia órgão de controle. Tinha um Conselho de Orientação, de caráter consultivo, mas não um Conselho de Administração. O Meirelles decidiu intervir, substituiu o diretor-superintendente e me convidou. Fiquei lá de 2006 a

2008 e fui o primeiro diretor-presidente. Criei um conselho de administração, que fazia reunião todos os meses, sugeria reformas, prestava contas, tudo como tinha de ser. Havia muitos bons empresários no conselho, como Pedro Passos, Paulo Villares, e isso me ajudou. Tive aulas de administração *in loco*.

E depois do IPT?

Fiquei o tempo combinado e saí. O então novo secretário de Desenvolvimento Econômico, Alberto Goldman [1937-2019], disse que precisava de um coordenador de ciência e tecnologia na secretaria e me convidou. Aceitei, mas começou a ficar cada vez mais difícil dar aulas e fazer pesquisa. Quando fui pró-reitor de Pós-graduação, entre 2010 e 2013, ainda conseguia dar algumas aulas na graduação e na pós-graduação. Em seguida virei vice-reitor e desisti de vez porque prejudicava os alunos. A todo momento precisava de professor substituto porque as funções da reitoria me absorviam. Foram 12 anos como pró-reitor, vice-reitor e reitor. Nos primeiros quatro anos deu para reestruturar a pós-graduação. Foi possível a USP retomar o mestrado profissional, ter um regimento mais flexível do que antes. Quando assumi a vice-reitoria foi um choque porque a previsão orçamentária estava assustadoramente ruim.

Mas quando Marco Antonio Zago e o senhor tomaram posse, respectivamente como reitor e vice-reitor, vocês não sabiam que os gastos eram maiores do que as receitas?

Sim, mas não tínhamos a dimensão total porque a contabilidade da USP não era organizada. Havia uma reserva importante que estava sendo consumida. Os gastos eram com recursos humanos e não diminuíam. Se fosse obra, bastava parar; se fosse para comprar equipamento, suspenderíamos. De qualquer forma, conseguimos superar as dificuldades. Importante: com o apoio dos dirigentes da USP. Quer dizer, a instituição mostrou uma sinergia e resiliência muito fortes. Com o plano de demissão voluntária reduzimos em 25% o quadro dos funcionários. Foram mais de 2,5 mil demissões sem nenhum processo judicial.

O senhor esteve à frente desse processo durante todo o período?

Estive, mas essa foi uma determinação do Zago, como reitor. Era ele quem dava as diretrizes. Eu tinha reuniões todos os dias com o pessoal da Codage [Coordenadoria de Administração Geral da USP], do financeiro, dos recursos humanos... Foi muito importante ter um reitor convicto de que tinha que defender a universidade, assumindo todas as tarefas que não são benquistas. Diminuir o número de funcionários e reduzir despesas não é nada popular.

Quando se tornou reitor, achou que seria tranquilo?

No primeiro ano ainda tinha alguns resquícios. No segundo ano tivemos uma CPI [Comissão Parlamentar de Inquérito] da Assembleia Legislativa que queria investigar as universidades estaduais. As nossas três estaduais estavam corretas, mas nos preocupamos porque podia aparecer alguma coisa que não tínhamos conhecimento. Na verdade, o Poder Legislativo não sabia como funcionam as universidades. Felizmente, o relatório final foi tranquilo.

Acabou a CPI e, no meio do seu mandato, veio a pandemia de Covid-19...

Veio, e de forma muito mais violenta do

que imaginávamos. A USP reagiu bem. Paramos as aulas presenciais e 15 dias depois, 95% delas estavam sendo oferecidas de alguma maneira. Tinha professor que nem sabia ligar o computador direito, mas se virou e deu aula on-line ao vivo ou gravada. Compramos milhares de kits de internet, que tinham modem e chip de 20 gigabytes, para distribuir aos estudantes com vulnerabilidade socioeconômica, de modo que pudessem acessar as aulas e baixar dados. Antes da pandemia, fazíamos reuniões de reitores uma ou duas vezes por ano. Passamos a fazer semanalmente. Eram grupos diferentes, problemas diferentes. E foi muito enriquecedora a troca de experiências. Tivemos laboratórios que funcionaram sete dias por semana, com todos os cuidados. Houve muita colaboração. O respirador feito por nós ficou famoso, mas teve outros resultados importantes, como as almofadas criadas para os pacientes que tinham de dormir de bruços.

A EaD cresceu muito nesse período. A universidade voltou ao que era antes?

Não voltou porque o alunato mudou. A pandemia marcou uma geração. Os adolescentes perderam aquele convívio que é fundamental, embora eu defenda a EaD porque acho que significa a democratização do ensino superior, inclusive nos países desenvolvidos. Lembrando que tem que ter qualidade. A crítica deve ser dirigida à má EaD e não à EaD em geral. No Brasil, quem faz EaD ruim são as mesmas instituições que dão ensino presencial ruim. Existem muitas instituições na Europa, a maioria delas públicas, que fazem EaD. O que a Univesp [Universidade Virtual do Estado de São Paulo] faz aqui, essas de fora também fazem. A Univesp não é uma universidade no sentido de fato da palavra. É uma estrutura para oferecer ensino virtual. Ela utiliza os professores e os alunos de pós-graduação das três universidades estaduais e a melhor infraestrutura que nós temos, a Fundação Padre Anchieta, para gravar vídeos com aulas.

Como vê a discussão atual sobre a regulamentação da EaD?

A EaD é um bom modelo. Para a formação dos alunos em geral precisamos de educação presencial. Mas para a universalização do ensino superior, para públicos específicos, precisamos da EaD.

“
A USP reagiu bem à pandemia. Houve professor que mal sabia ligar o computador, mas se virou e deu aula on-line ao vivo ou gravada

Quando se vai fazer uma regulamentação e não se chamam as pessoas que entendem do assunto, sempre ocorrem distorções. As pessoas que propuseram a regulamentação atual não entenderam o que é a educação a distância. Não é uma aula gravada por um professor, apenas. É muito mais que isso: a EaD feita corretamente tem método e didática específica. É preciso combater o preconceito. Perdi o preconceito quando fui visitar, na década de 1990, a Open University, uma universidade pública virtual britânica. É pioneira e líder mundial em EaD. Vi como é importante esse tipo de universidade dentro da estrutura do Reino Unido.

A ideia é facilitar a vida do aluno com aulas que tenham qualidade?

Exatamente. Por exemplo, qual o problema do aluno de baixa renda ir uma vez por semana assistir a aula presencial, como se está cogitando nessa regulamentação? Ora, é um grande problema. Normalmente, ele mora em um lugar remoto e não tem como se locomover facilmente. Muitas vezes, trabalha 12 horas por dia, não consegue horário para estudar presencialmente. A idade média de entrada na Univesp é 31 anos. É um aluno maduro, diferente, que encontrou a oportunidade de fazer um ensino superior.

O senhor é um crítico da universalização do ensino fundamental sem qualidade e diz que isso tem reflexos hoje.

Tem reflexos muito sérios. Por exemplo, faltam engenheiros no Brasil, embora há profissionais formados em engenharia com registro no Crea [Conselho Regional de Engenharia e Agronomia] que não conseguem emprego. O aluno entra numa faculdade boa de engenharia, privada ou pública. Mas, como a formação dele é totalmente deficiente, no primeiro ano é reprovado, no segundo ano é reprovado, no terceiro ano ele muda para uma faculdade qualquer, se forma e não tem emprego. E não consegue emprego porque o empregador não identifica qualidade nele. Esse é um problema gravíssimo nosso. Nossos vizinhos chilenos, argentinos e uruguaios estão melhores que nós. Paraguaios, peruanos, colombianos, não tenho tanta certeza.

Voltando para sua trajetória: o senhor se tornou secretário sem co-

“

Há engenheiros com registro profissional que não conseguem emprego porque o empregador não identifica qualidade nele

nhecer o governador nem participar da campanha dele. Como foi?

Foi surpreendente. O governador teve uma formação universitária sólida. Além da escola militar, fez engenharia no IME [Instituto Militar de Engenharia] e mesclado *stricto sensu*. Ele chegou à conclusão de que tinha que separar a Secretaria de Desenvolvimento Econômico da de Ciência, Tecnologia e Inovação. A secretaria existe desde 1965, mas sempre com ciência e tecnologia junto com alguma outra área. Quando falamos pela primeira vez, ele me disse que acreditava que somente com ciência, tecnologia e inovação teríamos um desenvolvimento sólido e consistente no nosso estado. E que não dava para misturar as secretarias. Lembrei a ele que não o tinha apoiado durante as eleições. E ele me disse que sabia e queria um profissional e não um correligionário.

O que o senhor destaca nesses seus três anos na secretaria?

Trabalhei com outras secretarias para ampliar a parte de apoio aos ambientes de inovação que temos no estado. O SPAI [Sistema Paulista de Ambiente de Inovação] foi renovado e está mais atrativo.

Hoje aceita instituições privadas e não apenas as estaduais ou sem fins lucrativos. Conseguimos uma linha de apoio da Desenvolve São Paulo para as startups. Além disso, criamos o Distrito de Inovação de São Paulo e vamos incentivar distritos em outros locais, como Campinas, São José dos Campos, São Carlos e Ribeirão Preto.

O que é o Distrito de Inovação?

No estado de São Paulo, estamos considerando como Distrito de Inovação áreas geográficas que dispõem de instituições de pesquisa bem estabelecidas. Na capital, na região do Butantã, do governo estadual temos USP, Instituto Butantan, IPT e Ipen [Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares]. Da prefeitura paulistana há o Green Sampa, um programa de aceleração voltado para soluções em economia verde e impacto socioambiental. Agora nós estamos começando a trabalhar com empresas privadas. A FAPESP é parceira, não como membro, mas como apoiadora.

Vamos falar de suas origens. O senhor nasceu na Turquia, é filho de pais armênios e se naturalizou brasileiro. Como se deu essa passagem?

A Armênia, durante séculos, teve seu território ocupado pelo Império Persa, pelo Império Otomano ou pelo Império Russo. Os armênios acabaram espalhados pelo mundo. Durante a Primeira Guerra Mundial houve um grande genocídio, feito pelo governo otomano, e a consequente diáspora. Os meus avós fugiram para a capital, Istambul, que na época ainda era Constantinopla. Meus pais emigraram depois do atentado de 7 de setembro de 1955 contra os cristãos, entenda-se armênios e gregos, em Istambul. Minha mãe tinha primos brasileiros e viemos em 1956. Cheguei com 4 anos.

Quando o senhor se naturalizou?

Com 22 anos, quando me formei. Fiquei alguns anos apátrida porque aos 18 anos perdi a nacionalidade turca. Quando me naturalizei, tirei um passaporte e fui para a Argentina com um amigo, só para usar o passaporte. Sou casado com uma nissei e minhas duas filhas são mestiças. Tenho duas netas, que têm 25% de sangue armênio, 25% de sangue japonês, 25% de sangue português, 25% de sangue italiano. Isso é o Brasil. ●



Formação dentro da empresa

Programa desafia estudantes de pós-graduação a resolver problemas concretos do setor produtivo

SARAH SCHMIDT — ilustrações ANA MATSUSAKI

Em 2025, a engenheira de bioprocessos e biotecnologia Andresa Paula da Silva, de 31 anos, soube de uma seleção para uma bolsa de doutorado acadêmico voltado para inovação no programa de ciência dos materiais da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Sorocaba. O projeto seria desenvolvido com a startup B.nano, instalada no Parque Tecnológico da cidade, e abordaria um tema de interesse da empresa, que trabalha com nanotecnologia aplicada à agricultura. “Enviei currículo, carta de apresentação e fiz uma entrevista que parecia de emprego, embora fosse para um doutorado”, conta. Em setembro ela iniciou oficialmente a formação e agora desenvolve novas formulações de herbicidas comerciais. “O objetivo é usar nanotecnologia para aumentar a eficiência de produtos que já estão no mercado, diminuindo a quantidade que o agricultor precisa aplicar”, explica.

Silva é uma das 6 mil bolsistas que integram ou já integraram o programa Mestrado e Doutorado Acadêmico para Inovação (MAI/DAI), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), desde a primeira chamada em 2018. “Não se trata de mestrado ou doutorado profissional. O estudante desenvolve sua pesquisa dentro da indústria, com um orientador acadêmi-



co e um supervisor na empresa”, explica a diretora de Cooperação Institucional, Internacional e de Inovação do CNPq, Dalila Andrade Oliveira. As chamadas ocorrem em intervalos de cerca de dois anos sem data definida. Os projetos devem ser submetidos pelas universidades e instituições científicas, e já devem incluir o aval das empresas em que a pesquisa será realizada, que se comprometem a dar uma contrapartida financeira – isso varia conforme o nível da bolsa, mas gira em torno de 20% do valor investido pelo CNPq.

A iniciativa começou com doutorado, mas ao longo dos anos se expandiu para bolsas de mestrado, de iniciação tecnológica para a graduação e, desde 2024, pós-doutorado. Segundo a diretora do CNPq, a agência investiu cerca de R\$ 235 milhões em bolsas direcionadas a 80 instituições espalhadas pelo país – na maioria, universidades –, em parceria com cerca de 200 empresas. “Uma avaliação do edital de 2018 mostrou que cerca de 30% dos projetos selecionados geraram patentes e 42% resultaram em contratos de transferência de tecnologia.”

O programa busca aproximar instituições de pesquisa e empresas e fomentar a transferência de tecnologia. Oliveira conta que o MAI/DAI foi iniciado a partir de um projeto-piloto com a Universidade Federal do ABC (UFABC). Desde 1987, o CNPq mantém o Programa de Formação de Re-

curso Humanos em Áreas Estratégicas (Rhae), com outra perspectiva. “No Rhae, o CNPq paga bolsas para o pesquisador desenvolver projetos no mercado, mas quem faz a submissão é a empresa. Dessa vez, buscamos uma modalidade na qual a universidade interagisse diretamente no processo, não apenas a agência e empresas.”

O objetivo também é preparar os pós-graduandos para o mercado de trabalho. Silva, da Unesp, avalia que a experiência dentro da empresa tem trazido uma percepção distinta sobre o tempo acadêmico e o do mercado. “Diferentemente de quando fiz pesquisa puramente acadêmica no mestrado, dessa vez cada experimento é discutido com a equipe da empresa e pensamos em novos caminhos para chegar a algo que possa ser aplicado”, conta a bolsista.

Seu orientador, o químico Leonardo Fernandes Fraceto, da Unesp, que trabalha em parceria com outras empresas, destaca que uma dissertação ou tese desenvolvida em conjunto com uma companhia privada permite que a pesquisa já nasça voltada a levar tecnologia à sociedade. “Isso traz um novo olhar para o estudante. Ele percebe a importância de se fazerem boas perguntas, de lidar com questões concretas e de validar a pesquisa com quem realmente será impactado por ela”, pondera ele, coordenador de Inovação do

Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) em Biodiversidade e Mudanças do Clima (CBio-Clima), financiado pela FAPESP.

Anteriormente, Fraceto orientou dois alunos de mestrado que desenvolveram trabalhos com a B.nano no programa MAI/DAI. Os projetos envolveram a melhoria do processo de encapsulamento de hormônios vegetais em nanopartículas para tratamento de estresse hídrico de sementes de soja e de milho. Ele observa que um ponto que poderia ser revisto no programa é a exigência da publicação de artigos científicos para a defesa das dissertações e teses. “Trabalhamos com dados sigilosos de empresas que muitas vezes não podem ser divulgados. Uma saída é publicar artigos de revisão. Seria importante ter outras métricas de avaliação.”

“Com os bolsistas do programa, conseguimos avançar nessa pesquisa, que depois obteve apoio do Pipe [Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas] da FAPESP na fase 1”, explica o biotecnólogo Jhones Oliveira, cofundador da B.nano, criada em 2022 por pesquisadores da Unesp. “Em fevereiro, iniciamos a fase 2, na qual esperamos caminhar para registro e futura comercialização do produto.” Ele observa que as primeiras parcerias da startup nessa modalidade permitiram atrair bolsistas fazendo um investimento relativamente baixo, já que 80% dos custos são subsidiados pelo CNPq, e tendo acesso aos laboratórios da universidade em uma fase em que a empresa não contava com estrutura própria. “Parte da contrapartida financeira investida pela empresa retorna ao projeto, por meio da compra de insumos.”

Os núcleos de inovação tecnológica das universidades têm tido um papel importante na coordenação de ações do MAI/DAI. A universidade tem autonomia para decidir como o processo seletivo de bolsistas será feito, mas seus currículos devem ser aprovados pelo CNPq. O físico Marcelo Ornaghi Orlandi, assessor da Agência Unesp de Inovação, explica que o projeto é gerenciado pelas Pró-reitorias de Pós-graduação e de Pesquisa e pela própria agência, que coordena a submissão com os pesquisadores e as empresas. A universidade participa do programa desde a primeira edição e ao todo teve 41 projetos com 60 bolsistas e 26 empresas, dos quais participaram 32 professores. “Como já observamos, quando a pesquisa é desenvolvida junto com uma empresa, aumenta-se a possibilidade de licenciamento de tecnologia”, observa Orlandi.

Na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a agência de inovação também tem

assumido a tarefa da coordenação. “Aviso aos pesquisadores que é importante que eles tenham uma conversa prévia com as empresas, para estarem adiantados quando sair o edital”, esclarece o diretor da Agência de Inovação da UFSCar, Daniel Braatz. O órgão criou um site com informações para pesquisadores e empresas com o objetivo de explicar o programa.

Ele conta que também tem investido em visitas aos departamentos que ainda não participaram do programa. “Essa comunicação tem que estar bem afiada, porque há pouco tempo para fazer a seleção interna e submeter os projetos depois que o edital sai”, diz. “Em dois meses tem de estar tudo pronto.” A instituição foi contemplada em todos os editais, totalizando 169 bolsas de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado aprovadas, além de 31 pesquisadores envolvidos em 51 projetos com 32 empresas parceiras. “Sabemos de pelo menos três empresas que contrataram bolsistas: a Agrivalle, de bioinsumos agrícolas, o Centro de Pesquisa Avançada Wernher von Braun e a siderúrgica ArcelorMittal”, conta Braatz.

Um dos doutores formados no programa se tornou mentor de três novos bolsistas – um de mestrado e dois de doutorado – que desenvolvem projetos no centro de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da ArcelorMittal Tubarão, na cidade de Serra (ES), por meio do programa. “Os alunos passam por capacitação teórica e acadêmica e aprendem o processo produtivo. Ao concluírem o mestrado ou o doutorado, estão preparados para trabalhar na área”, diz Rafael Sartim, coordenador da área de sustentabilidade do centro de P&D da empresa no Brasil.

Sartim explica que a parceria com a UFSCar faz parte de uma estratégia do centro de pesquisa brasileiro, um dos 12 que a siderúrgica multinacional tem no mundo, de contar com mão de obra qualificada e flexível, capaz de se debruçar sobre diversas especialidades conforme a necessidade. Os projetos de pesquisa dos bolsistas da instituição envolvem o estudo sobre a performance dos filtros de mangas aplicadas ao controle ambiental. “Nossa parceria busca a geração de conhecimento, baseada na investigação da eficiência e vida útil de diferentes materiais, novos ou existentes no mercado, que compõem os elementos filtrantes desse sistema de controle ambiental.”

O bolsista desenvolve sua pesquisa com um supervisor na indústria e um orientador acadêmico



Os projetos são orientados pela engenheira química Mônica Lopes Aguiar, da UFSCar, que já realizava projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria com a Arcelor Mittal desde 2017. Ela avalia que, tanto para os pesquisadores quanto para os alunos, essas parcerias são importantes também do ponto de vista acadêmico porque, muitas vezes, no caminho tradicional, desenvolvem-se pesquisas sem saber exatamente onde elas serão aplicadas. “Quando há um estudo em conjunto com a indústria e um interesse real nas soluções, os alunos se motivam mais. O trabalho envolve não apenas analisar, mas propor soluções concretas, e os resultados obtidos têm gerado avanços na área e publicações científicas”, diz. “O que me atraiu no MAI/DAI, principalmente, é que eu poderia desenvolver pesquisas com problemas de longo prazo, durante as bolsas de doutorado.”

O engenheiro de telecomunicações João Costa, da Universidade Federal do Pará (UFPA), têm opinião semelhante. Ele orientou três projetos de doutorado do programa do CNPq. “O mestrado e doutorado para inovação são especialmente relevantes porque nos permitem desenvolver investigações mais exploratórias, com maior liberdade acadêmica e sem a obrigação imediata de gerar patente”, avalia. Ele destaca que, ao conseguir uma bolsa de doutorado, haverá quatro anos para se investigar um tema. Os projetos com bolsa MAI/DAI foram desenvolvidos em parceria com a Ericsson do Brasil. Um deles, defendido recente-

mente, envolveu a integração de redes 5G e redes não terrestres, utilizando satélites e enxames de drones como torres móveis para ampliar a cobertura em eventos ou desastres, com estudos sobre eficiência energética e prevenção de colisões.

A química Ana Paula de Carvalho Teixeira, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), já tinha outras parcerias com empresas e orientou a pesquisa do químico Victor Souza Vaz, que defendeu o mestrado em setembro de 2025 nessa modalidade. Ele realizou sua pesquisa em parceria com a Pedras Congonhas, mineradora instalada na cidade de Nova Lima, a 23 quilômetros (km) de Belo Horizonte. O projeto usou serpentinito, uma rocha extraída pela empresa e rica em magnésio, para produzir hidróxido de magnésio em escala nanoparticulada. O trabalho demonstrou potencial da substância para outras aplicações já descritas na literatura da área, como na captura de dióxido de carbono (CO₂) se usada em chaminés industriais, por exemplo.

“Muitos estudantes acreditam que há apenas um caminho na academia: mestrado, doutorado e, depois, prestar concurso para trabalhar como professor ou pesquisador na universidade”, observa. “Mas o projeto proporcionou uma visão diferente ao mostrar que a indústria também necessita do *know-how* acadêmico. Foi importante perceber que essa realidade não está distante”, complementa ele, que começou recentemente um doutorado em química na Universidade de Lorraine, na França. ●

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

Para reduzir assimetrias

Novo presidente do Confap expõe planos para articular a ciência nos estados

SARAH SCHMIDT



Agrônomo foi reitor da Ufra, em Belém

O agrônomo paraense Marcel Botelho, da Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra), assumiu a presidência do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap) em janeiro deste ano para um mandato que vai até março de 2027. Diretor desde 2021 da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa), agência de fomento do estado do Pará, Botelho tem voltado sua carreira para a gestão e o desenvolvimento de instituições científicas. Anteriormente ocupando o lugar de vice-presidente do conselho, ele também integra o comitê executivo da Iniciativa Amazônia+10, uma articulação que inicialmente se estabeleceu entre as fundações de amparo à pesquisa (FAP) dos nove estados da Amazônia Legal e a FAPESP (daí o nome +10), hoje ampliada, com instituições de fomento de 25 estados brasileiros. Entre 2017 e 2021, foi reitor da Ufra.

Botelho conversou com *Pesquisa FAPESP* por videoconferência sobre seus planos para o Confap – instituição que promove cooperação e articulação entre as FAP. Também falou dos desafios e aprendizados ao mobilizar as fundações em torno de projetos conjuntos, da importância de superar as assimetrias regionais em ciência e tecnologia e dos impactos da COP30, realizada em novembro de 2025, em Belém.

Como integrar melhor as FAP para que elas trabalhem em conjunto e equalizem suas disparidades regionais?

Essa equalização depende do apoio das agências federais e do governo federal, já que os estados apresentam grande discrepância de arrecadação e de desenvolvimento, não apenas científico, mas também social, como se vê nos índices de violência, saneamento básico, acesso a serviços e sistema de saúde. Exigir o mesmo nível de investimento em ciência e tecnologia de estados com realidades muito distintas é ignorar a diversidade do país e aplicar uma régua única a contextos muito diferentes. Por isso, é fundamental que a equalização ocorra por meio de políticas nacionais, tema a que pretendo dar continuidade aproveitando o bom diálogo com as agências nacionais de fomento. Esse processo também exige uma agenda gradual de superação das desigualdades regionais e estaduais, na qual as FAP se unem em torno de temas comuns, como no pro-

jeto Amazônia+10 e como deve ocorrer em futuros editais.

A Iniciativa Amazônia+10 é o maior exemplo de uma ação conjunta das FAP?

Embora existam outros programas com esse objetivo, em diferentes escalas, o Amazônia+10 é incomparável. Sua escala é inédita, porque reúne 25 das 27 FAP, além de agências federais como o CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] e a Finep [Financiadora de Estudos e Projetos], e agências internacionais como o Ukri e o British Council, ambos do Reino Unido, todos convergindo para temas de relevância para a Amazônia, de interesse nacional e mundial. Na primeira chamada, eram nove estados da Amazônia Legal e São Paulo, que, pela pujança do seu setor acadêmico, sempre exerceu protagonismo. Hoje há uma compreensão cada vez maior de que esse protagonismo precisa ser colaborativo, não uma atuação “de cima para baixo”, mas de fazer juntos.

Quais foram os principais resultados?

Atualmente, a iniciativa envolve 1.950 cientistas do Brasil e do mundo, com estudos desenvolvidos na própria região amazônica, coordenados por pesquisadores locais e com participação de FAP de pelo menos dois estados em cada um dos 61 projetos de pesquisa, que receberam o investimento de R\$ 149 milhões. Em dois anos foram produzidos 243 artigos acadêmicos, 89 dissertações de mestrado, 27 teses de doutorado, 2 patentes e adquiridos 165 equipamentos científicos.

Quais foram os principais desafios para realizar uma ação com tantas instituições diferentes?

É complexo desde a origem das propostas, que já exigem articulação entre pesquisadores de diferentes estados, até a aprovação nas FAP, cada uma com regras e sistemas de avaliação próprios. Apesar disso, a iniciativa trouxe aprendizados importantes para o Confap. Ela nos permitiu aprender como desburocratizar o processo ao criar comitês nacionais de avaliação e, por isso, estamos montando um banco nacional de avaliadores *ad hoc* que possam responder

a editais nacionais conjuntos. Também aplicamos a redução de assimetrias na prática no Amazônia+10: quando esgotados com menos recursos esgotaram sua verba, estabelecemos que recursos federais, via CNPq e Finep, sejam destinados às unidades da Amazônia Legal para evitar que a falta de verba inviabilize grandes projetos, já que as FAP não podem transferir recursos entre si. Esse é um caminho de como podemos iniciar um processo de melhoria dessas disparidades.

O Confap pretende lançar um edital conjunto sobre inteligência artificial (IA). Quais são os objetivos?

A proposta será se apropriar da tecnologia para aplicá-la às necessidades do país, especialmente em usos que vão além da IA generativa, como cálculos, previsões e apoio à tomada de decisão, incluindo mitigação de desastres naturais, antecipação de eventos, previsão de colheitas, entre outros. Estamos estruturando uma proposta que orientará áreas estratégicas de pesquisa com a intenção de lançar editais colaborativos, nos moldes do Amazônia+10, envolvendo várias FAP. A estratégia prevê foco em áreas específicas

e regionalização das iniciativas, evitando concentração no Sul e Sudeste.

Quais são os principais entraves para o desenvolvimento científico e tecnológico na região amazônica?

A região Norte tem os piores indicadores do país, o que demanda ampliar a pós-graduação, fortalecer a comunidade acadêmica e adotar um modelo de desenvolvimento próprio, compatível com a baixa densidade demográfica necessária à preservação da floresta. Embora responda por cerca de 6,5% a 7% do produto interno bruto [PIB] nacional, a região recebe menos de 3% dos recursos federais de ciência e tecnologia, evidenciando a necessidade de priorização e de investimentos mais elevados, inclusive para atrair pesquisadores, fortalecer instituições e universidades e criar centros de excelência.

Como o senhor avalia o legado da COP30 para a Amazônia?

A COP30 foi um marco, algo muito importante para Belém, e também estabeleceu um legado técnico-científico. Tivemos uma mobilização de instituições científicas da região amazônica e a Cúpula dos Povos, em que vários grupos tradicionais se reuniram para discutir suas temáticas. Destaco também a participação da Embrapa, com a AgriZone, que mostrou que o Brasil tem adotado tecnologias verdes que reduzem as emissões de carbono e a pressão sobre o meio ambiente, e indicou que há pesquisas na área do agro entre as mais avançadas do mundo. Como desdobramento, o lançamento do Vale Bioamazônico [iniciativa de inovação que articula políticas e estruturas do Pará, como o Parque de Bioeconomia e Inovação da Amazônia, o Museu das Amazônias e o Parque de Ciência e Tecnologia Guamá] traz o caminho que devemos seguir, aliando a ciência ao conhecimento ancestral para o desenvolvimento de novos produtos a partir da floresta viva. Novas parcerias começaram a se consolidar, iniciadas em conversas durante o evento, como o acordo firmado pelo Confap em janeiro com o Ministério das Relações Exteriores da Itália para um programa de cooperação científica e tecnológica para o financiamento de 10 projetos bilaterais. Outras parcerias devem vir nos próximos meses. ●

“É fundamental que a equalização das desigualdades ocorra por meio de políticas nacionais



Exercício de narcisismo acadêmico

Índices elevados de autopromoção de editores convidados comprometem a integridade de números especiais de revistas científicas, mostra estudo

Uma equipe de pesquisadores da França e do Reino Unido revelou um novo problema associado a números especiais de revistas científicas: a prevalência exagerada de artigos escritos por seus próprios editores convidados, pesquisadores sem vínculo formal com os periódicos que são recrutados para organizar edições suplementares que tratam de temas específicos. O levantamento, divulgado no repositório de *preprints* ArXiv e ainda não avaliado por outros especialistas, escrutinou 110.912 edições especiais publicadas por periódicos de cinco grandes editoras entre 2015 e 2025. Desse universo, 1.339 – 1% do total – tinham mais de 75% de *papers* com a assinatura de algum de seus editores convidados, uma “taxa de endogenia” considerada extrema. Em 2.976 edições temáticas, o volume de artigos usados para esse tipo de autopromoção oscilou de 50% a 75%; em outras 10.723, de 33% a 50%. Na avaliação dos autores do estudo, poderia ser tolerada uma taxa de até 33%. Eles consideram

aceitável que, para cada manuscrito com a visão dos responsáveis pelo número especial, haja ao menos outros dois com a perspectiva de outros especialistas. Nessa faixa de até 33% enquadraram-se 54 mil edições especiais da amostra. Por fim, em 42,6 mil edições temáticas não foi detectado nenhum trabalho escrito por editores convidados.

Os autores do levantamento – Paolo Crosetto, da Universidade Grenoble Alpes, na França, além de Mark Austin Hanson, da Universidade de Exeter, e Pablo Gómez Barreiro, do Jardim Botânico Real de Kew, ambos no Reino Unido – lembram que pesquisadores têm permissão para publicar artigos em revistas que editam, desde que não participem da avaliação do manuscrito e da decisão final de divulgá-lo. Os casos em que mais de 33% dos *papers* foram produzidos pelos próprios editores foram classificados no estudo com a sigla PISS, acrônimo para “publicar em apoio a si mesmo” (*publish in support of self*).

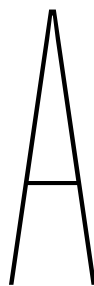
“Níveis muito altos de endogenia são um exercício de narcisismo acadêmico e, como tal, podem ser considerados má conduta”, escreveram os autores. Os exemplos mais notórios dessa prática apontados no estudo apareceram nas editoras MDPI e Frontiers. A MDPI, sozinha, reuniu 87% das edições com indícios de endogenia. A editora, fundada em 1996 na Suíça, hoje tem um portfólio com 504 periódicos em diferentes áreas e se tornou uma das quatro maiores do mundo ao adotar de forma ostensiva o modelo de negócio dos números temáticos. Uma de suas revistas, a *Energies*, publicou 2.915 edições especiais entre 2015 e 2025, sendo 639 com taxa de endogenia superior a 33% dos artigos. Já a *Materials* teve 489 edições especiais consideradas PISS, de um total de 2.539 divulgadas no período.

Um porta-voz da MDPI disse à revista *Times Higher Education* que os editores convidados estavam autorizados a publicar nos números especiais, mas “tais contribuições devem ser limitadas” e não exceder 25% do conteúdo total. Segundo a fonte, os periódicos da MDPI atualmente monitoram esse limite, mas respeitá-lo pode ser desafiador em números temáticos com uma quantidade pequena de artigos. Embora em escala menor do que a da MDPI, a editora Frontiers, que publica mais de 230 títulos, ostenta casos como o da revista *Frontiers in Built Environment*, que teve 31% de suas 118 edições especiais com níveis de endogenia superiores a um terço de seus estudos.

A multiplicação de números especiais de periódicos foi uma forma adotada por muitas editoras para gerar receita extra – a taxa de publicação de cada *paper* vai de € 2.000 a € 3.400 (R\$ 12 mil a R\$ 21 mil). “O aspecto mais valioso das edições especiais, quando elas são verdadeiramente especiais, é que podem oferecer um formato mais descontraído para artigos de opinião, textos em tom coloquial e oportunidades para convidar grandes nomes da área para fazer revisões da literatura”, disse Mark Hanson, um dos coautores

do estudo, à *Times Higher Education*. “É uma tragédia que as coletâneas editadas por convidados tenham sido sequestradas para fins lucrativos por certos grupos editoriais.”

O modelo já havia sido associado a outras formas de má conduta. Em 2023, 19 revistas da editora Hindawi e 2 da MDPI foram excluídas temporariamente do *Journal Citation Reports (JCR)*, plataforma que determina o fator de impacto de periódicos, devido a falhas ou manipulação no processo de avaliação por pares em edições especiais que levaram à publicação de trabalhos fraudulentos (ver Pesquisa FAPESP nº 327).



solução para o problema é relativamente simples, na avaliação dos autores. Bastaria seguir diretrizes já existentes, como a do Diretório de Periódicos de Acesso Aberto (Doaj), que limita a 25% a proporção de artigos de pesquisa de edições especiais em que ao menos um dos autores seja editor, membro do conselho editorial ou revisor.

Órgãos de fomento à pesquisa podem ajudar, estabelecendo regras mais criteriosas para financiar a publicação de estudos. Em 2023, o Fundo Nacional de Ciência da Suíça (SNSF) deixou de pagar taxas de processamento de *papers* em números temáticos de periódicos.

Em resposta às preocupações com a integridade das edições especiais, o Comitê de Ética em Publicações (Cope), fórum sobre questões de integridade sediado no Reino Unido, publicou um documento de discussão sobre boas práticas para coletâneas editadas por convidados e organizou um fórum sobre o tema em 2023. Em meados do ano passado, complementou o material em uma publicação conjunta com a STM (Associação Internacional de Editores Científicos, Técnicos e Médicos). O objetivo geral é auxiliar as editoras no reconhecimento e na prevenção de atividades fraudulentas. As diretrizes sugerem, por exemplo, que as revistas devem considerar o potencial das edições especiais para comportamentos antiéticos, tais como a formação de cartéis de citações e fraude na revisão por pares. Também é importante avaliar minuciosamente o currículo dos editores convidados, verificando as suas qualificações e experiência.

Os autores do estudo do ArXiv destacam que o conjunto de dados levantados resultou de um esforço voluntário que enfrentou muitas dificuldades. Quando solicitações de informação não foram respondidas pelas editoras, eles extraíram dados da web ou realizaram uma curadoria manual trabalhosa. Por esse motivo, exortaram as editoras a disponibilizarem de modo transparente os metadados de suas edições especiais para ser possível avaliar com facilidade suas taxas de endogenia. “Periódicos que não fornecem esses dados protegem editores inescrupulosos de esforços de fiscalização e traem a confiança de editores convidados honestos”, escreveram. ● MÔNICA MANIR

Repositório só aceitará manuscritos de novos autores com o endosso de um pesquisador consagrado na área

Desde 21 de janeiro, o tradicional servidor de *preprints* arXiv impôs uma exigência extra para pesquisadores que submetem um manuscrito pela primeira vez ao repositório. Agora é necessário que o novato apresente o endosso de um autor de sua mesma área do conhecimento que já seja consagrado no arXiv. Até então, era possível publicar trabalhos no repositório sem esse tipo de carta de recomendação. Bastava ter um endereço de e-mail vinculado a uma instituição de pesquisa reconhecida.

Em entrevista à *Science*, Ralph Wijers, astrônomo da Universidade de Amsterdã,

nos Países Baixos, e presidente do conselho editorial do arXiv, afirmou que a medida visa refrear a avalanche de submissões de artigos de baixa qualidade gerados por inteligência artificial.

Há algo de pedagógico na proposta. “Queremos desencorajar pessoas muito jovens e sem experiência a enviar trabalhos de baixa qualidade para o arXiv”, disse à revista *Science*. De acordo com Wijers, estudantes e jovens pesquisadores recorrem ao repositório para divulgar trabalhos ainda não revisados por pares a fim de melhorar seu histórico de publicações e conseguir um emprego ou uma vaga em um programa de pós-graduação. Mas, segundo o astrônomo, alguns deles não se dão conta de que o arXiv dispõe de 300 voluntários especialistas que analisam previamente os textos submetidos e removem manuscritos com plágio ou propostas que fogem ao escopo da ciência.

Lançado em 1991, o repositório abrigava inicialmente *preprints* de física, mas se expandiu para a astronomia, matemá-

tica, ciências da computação, ciência não linear, biologia quantitativa, finanças quantitativas e, mais recentemente, estatística. Hoje hospeda quase 3 milhões de manuscritos e recebe em média 20 mil novos trabalhos por mês.

Wijers afirma que, antes do advento do ChatGPT, os moderadores rejeitavam, em média, 4% dos manuscritos apresentados. Em anos recentes, o número de submissões que ele classifica como “lixo de IA” cresceu exponencialmente, começando na área de ciência da computação e se expandindo para os outros campos. O índice de rejeição subiu para até 12% em 2025 desde que o chatbot desenvolvido pela OpenAI se consolidou. “E quase todo o conteúdo ruim gerado por IA vem de autores que submetem artigos pela primeira vez”, disse. Ele avalia que os programas de inteligência artificial generativa se tornarão cada vez mais eficientes, dificultando o trabalho dos moderadores de distinguir estudos legítimos e falsos. A exigência do endosso cria uma camada extra de segurança.

Matemático envia artigo absurdo gerado por IA para escancarar ação fraudulenta de revista predatória

Não é novidade um pesquisador submeter um artigo sem sentido a uma revista com práticas predatórias para provar, de forma risível, que ela não faz uma avaliação criteriosa dos manuscritos que recebe. Esse artifício foi usado novamente, agora por Pascual Diago, professor do Departamento de Ensino de Matemática da Universidade de Valência, na Espanha. Intitulado “Paradoxos obstétricos e equações didáticas: O impacto do ensino da matemática no parto e além”, o falso estudo relacionava desejos de grávidas a números primos e foi escrito por um programa de inteligência artificial. “In-

cluí gráficos que não explicavam nada e resultados totalmente implausíveis”, afirmou Diago ao site Retraction Watch. “Uma leitura superficial teria sido suficiente para perceber que ele não fazia o menor sentido.” Ainda assim, o artigo foi publicado pelo *Clinical Journal of Obstetrics and Gynecology*, da editora de acesso aberto Heighten Science Publications.

Diago assinou com um pseudônimo semelhante ao seu nome verdadeiro, “Pascual Chiago”, já que precisava enviar o texto a partir do seu e-mail institucional da universidade. Em novembro, uma mensagem da revista deu a “boa-nova”: o falso estudo havia sido aceito com pequenas modificações, pois era “bem escrito e interessante”. Posteriormente, recebeu uma fatura de US\$ 2.949 referente às taxas de publicação. Diago não pagou, mas enviou um recibo falso, gerado por inteligência artificial, feito por meio do “Banco da Trapaça da Espanha”. Ninguém percebeu a brincadeira e, alguns dias depois, o artigo apareceu publicado no site da revista.

CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?

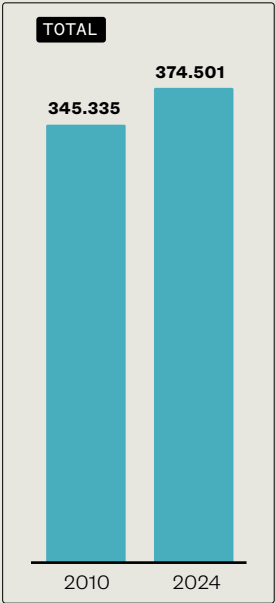
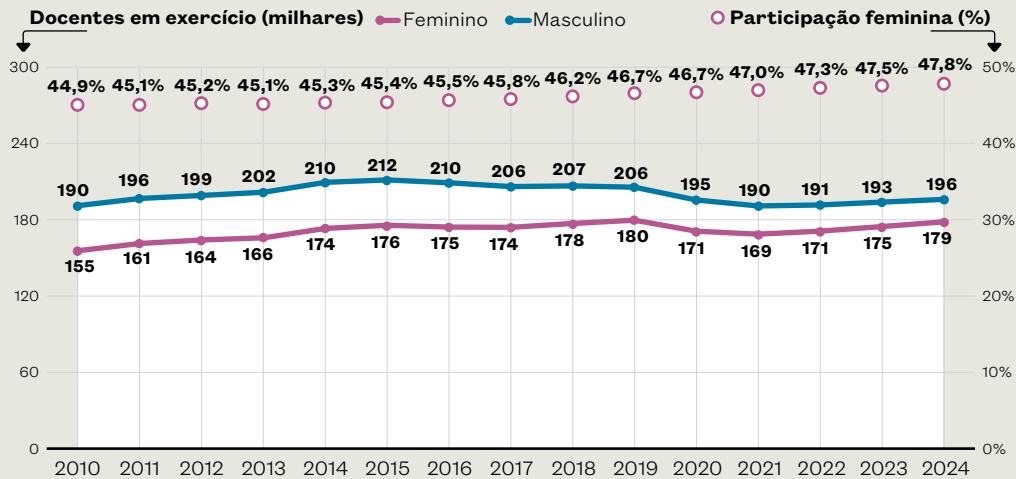


Acesse o QR Code para assinar nossas newsletters



dados_ Participação feminina na docência superior

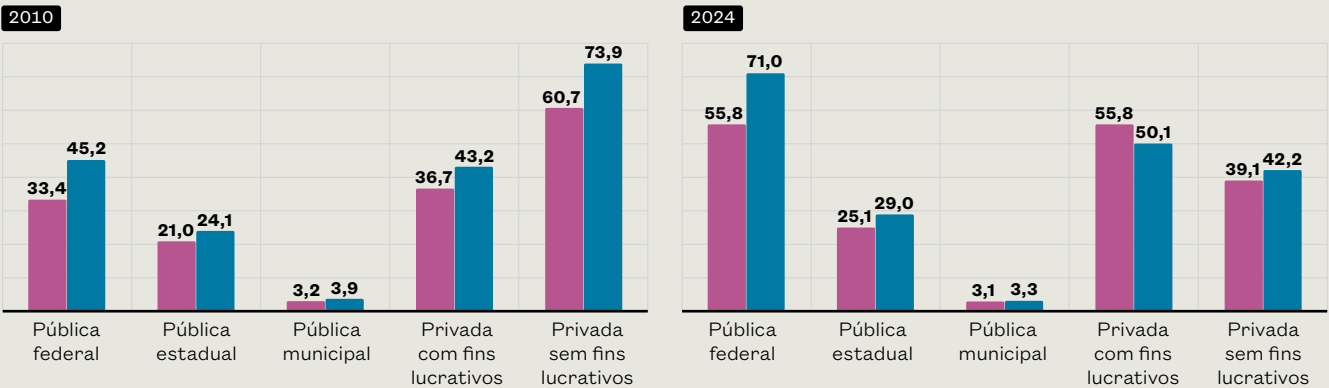
→ No Brasil, do total de 375 mil funções docentes^{1,2} da educação superior em 2024, 179 mil (47,8%) eram exercidas por mulheres. Esse número se aproxima do maior valor já registrado para mulheres, de 180 mil (2019), e sua participação atingiu o maior nível histórico registrado (48%), como mostra o gráfico abaixo



→ Ao considerar a categoria administrativa das instituições de ensino superior, observa-se crescimento no total de funções docentes nas instituições federais, de 79 mil para 127 mil funções docentes entre 2010 e 2024, acompanhado de maior participação feminina (de 42% para 44%)

Docentes em exercício (milhares)

POR SEXO E CATEGORIA ADMINISTRATIVA - 2010 E 2024



→ Nos sistemas estaduais, no mesmo período, o número de funções docentes passou de 45 mil para 54 mil, com a participação feminina mantendo-se próxima de 47%. Já nas municipais, houve pouca alteração

→ No setor privado, o número de funções docentes nas instituições sem fins lucrativos diminuiu de 135 mil para 81 mil, enquanto a participação feminina passou de 45% para 48%

→ Nas instituições com fins lucrativos³, aumentou o número de funções docentes, de 80 mil para 106 mil no período, com a participação feminina passando de 46% para 53%

NOTAS (1) FUNÇÃO DOCENTE: UM MESMO PROFESSOR PODE SER CONTADO MAIS DE UMA VEZ NO EXERCÍCIO DE SUAS ATRIBUIÇÕES COMO DOCENTE EM MAIS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR
(2) FUNÇÕES DOCENTES EM EXERCÍCIO (3) O NÚMERO DE MATRÍCULAS NAS INSTITUIÇÕES PRIVADAS COM FINS LUCRATIVOS PASSOU DE 2,1 MILHÕES PARA 6,4 MILHÕES, ENTRE 2010 E 2024, CRESCIMENTO MUITO SUPERIOR AO QUE OCORREU EM FUNÇÕES DOCENTES. ESSA EXPANSÃO SE DEU MAJORITARIAMENTE NA MODALIDADE DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, ATINGINDO 70% DO TOTAL NESSE GRUPO DE INSTITUIÇÕES, NA QUAL O ÍNDICE DE MATRÍCULAS POR DOCENTE É MUITO MAIOR DO QUE NA MODALIDADE PRESENCIAL.

FONTE CENSO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR - MICRODADOS, INEP/MEC (BAIXADOS ATÉ 02/02/26) **ELABORAÇÃO** GPAFI/ DPCTA/FAPESP

A retomada das rédeas



Decisão de órgão sanitário norte-americano e novos estudos podem ajudar a reduzir o medo da terapia de reposição hormonal para tratar os sintomas ligados à menopausa

RICARDO ZORZETTO E GISELLE SOARES — ilustrações ELISA CARARETO

Em 10 de novembro do ano passado, o Departamento de Saúde dos Estados Unidos, órgão correspondente ao Ministério da Saúde no Brasil, anunciou que a agência reguladora de medicamentos e alimentos norte-americana, Food and Drug Administration (FDA), recomendaria a remoção de alguns alertas de risco da bula de medicamentos à base de hormônios indicados para tratar os sintomas mais frequentes do climatério. Nessa fase final do ciclo reprodutivo da mulher, que geralmente se encerra entre os 45 e 55 anos com a menopausa (última menstruação), a redução no nível dos hormônios sexuais costuma modificar a capacidade de contração dos vasos sanguíneos e a regulação da temperatura corporal, provocando, entre outros desconfortos, incômodas ondas de calor (fogachos) e episódios de transpiração intensa, que, à noite, atrapalham o sono. Por mais de seis décadas, os médicos amenizavam esses problemas com a indicação do uso de hormônios femininos sintéticos ou extraídos de animais. Esse quadro mudou drasticamente há pouco mais de 20 anos com a divulgação – de certo modo descuidada, por pesquisadores e pela imprensa – dos resultados de um importante estudo norte-americano, parte do gigantesco Women’s Health Initiative (WHI), indicando que o tratamento aumentaria o risco de câncer de mama e não traria benefícios. A forma como foram anunciados os resultados da pesquisa disseminou temor entre médicos e pacientes.

Duas décadas depois, um painel de especialistas da FDA avaliou a literatura médica dos últimos

anos referente à reposição hormonal e concluiu que os dados disponíveis não justificavam o medo. A agência, então, passou a orientar os fabricantes a retirarem da bula desses produtos os trechos que falavam do risco de doenças cardiovasculares, câncer de mama e demência. No comunicado à imprensa divulgado em 10 de novembro de 2025, a FDA informou que o alerta para o aumento da probabilidade de ter câncer de endométrio será mantido nos compostos exclusivamente à base de estrogênio.

“Tragicamente, dezenas de milhões de mulheres foram privadas dos benefícios transformadores e de longo prazo da terapia de reposição hormonal devido a um dogma médico enraizado em uma distorção de riscos”, afirmou no documento, com algum exagero, o cirurgião oncológico britânico-americano Marty Makary, que assumiu a direção da FDA em abril de 2025 por nomeação do presidente Donald Trump. Professor nas universidades Georgetown e Johns Hopkins, nos Estados Unidos, Makary é autor do livro *Pontos cegos* (Editora Objetiva, 2025), no qual descreve uma sequência de eventos e atitudes eticamente questionáveis que teriam levado à divulgação enviesada dos dados do WHI em 2002 e defende, com certa exaltação, os benefícios da terapia de reposição hormonal.

“Esses alertas na bula assustam as mulheres e, dependendo do produto, podem até deixar o médico inseguro”, conta a ginecologista Lucia Helena Costa Paiva. Ela preside a Comissão Nacional Especializada em Climatério, da Federação Brasileira das Associações de Ginecologia e Obstetrícia (Febrasgo), e é professora na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Embora seja válida nos Estados Unidos, a decisão da FDA repercutiu no mundo todo e, na opinião de especialistas consultados por *Pesquisa FAPESP*, tem o potencial de ajudar a desfazer o temor desse tratamento em diversos países, entre eles o Brasil. “As declarações da FDA representam uma mudança de olhar de uma agência que tem influência internacional. O novo posicionamento pode ajudar a reduzir o medo de uso dessas medicações”, afirma o endocrinologista Alexandre Hohl, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e presidente da Associação Brasileira de Estudos em Medicina e Saúde Sexual (ABEMSS). “O desafio agora é romper o ciclo de desinformação que se consolidou desde 2002 e promover uma abordagem individualizada, baseada em evidências, para o cuidado das mulheres no climatério”, reforça a endocrinologista Margaret de Castro, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (FMRP-USP).

O receio de usar esse tratamento, ainda hoje considerado o mais eficaz contra sintomas do climatério, começou a se espalhar depois de uma convocação de imprensa apressada e algo alarmista em 2002. Em 9 de julho daquele ano, um comunicado enviado aos meios de comunicação por uma das unidades dos Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos (NIH), o maior centro de pesquisa biomédica no mundo e principal patrocinador do WHI, destacava que o braço da pesquisa avaliando o uso dos dois principais hormônios femininos – estrogênios associados à progesterona, utilizado pelas mulheres que preservavam o útero – havia sido interrompido antecipadamente. As razões: “Aumento no risco de câncer de mama invasivo e falta de benefícios gerais”.

O documento de três páginas detalhava que, administrada por cerca de cinco anos, a terapia havia aumentado em 26% o risco de câncer de mama, em 41% o de acidente vascular cerebral (AVC) e em 29% o de infarto. Mas informava também que o tratamento havia diminuído em 37% a probabilidade de câncer colorretal e em 24% a de fraturas.

“Trata-se de um aumento anual relativamente pequeno no risco para cada mulher individualmente”, explicou à época o epidemiologista de origem sul-africana Jacques Rossouw, então diretor do WHI. “As mulheres que participaram do estudo e as mulheres da população em geral que utilizam estrogênio e progestina [progesterona sintética] não devem se alarmar excessivamente”, afirmou. No documento, disse ainda: “Mulheres com útero que estejam tomando estrogênio e progestina devem conversar seriamente com seus

Desfazendo mitos

Entenda o que é a terapia de reposição hormonal e quando, como e por quem ela pode ser utilizada



O QUE É

Uso de formulações contendo estrogênios, associados ou não à progesterona, para atenuar os sintomas vasomotores decorrentes da diminuição dos hormônios femininos no climatério (sensações súbitas de calor, suores intensos, ressecamento vaginal e dor no ato sexual)



PARA QUEM É RECOMENDADA

Mulheres com sintomas vasomotores de moderados a intensos que tiveram a menopausa (última menstruação) há menos de 10 anos ou, caso a data não seja conhecida, que têm menos de 60 anos e não apresentam contraindicações. Mulheres com falência prematura dos ovários (antes dos 40 anos) devem iniciar a terapia por volta dos 50 anos



QUEM NÃO DEVE USAR

Mulheres sem sintomas vasomotores, com sintomas, mas que tiveram a última menstruação há mais de 10 anos ou que já passaram dos 60 anos. O tratamento também não é indicado para quem tem ou teve câncer de mama ou de endométrio, doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral (AVC), doença no fígado não controlada, tendência à formação de trombos (coágulos), lúpus eritematoso com risco aumentado de trombos ou com sangramento vaginal de origem desconhecida. Em alguns casos, a terapia pode ser feita, preferencialmente por meio de adesivos transdérmicos, por mulheres com hipertensão arterial ou tendência à formação de trombos



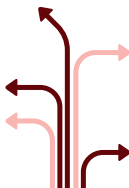
QUANDO INICIAR

Até 10 anos após a menopausa ou antes dos 60 anos, quando a data da última menstruação é desconhecida. Depois, aumenta o risco de doenças cardíacas, formação de trombos e AVC



DURAÇÃO

Deve ser decidida pelo médico com base na evolução dos sintomas e fatores de risco cardiovasculares



ALTERNATIVAS

Mulheres que não podem ou não querem fazer a reposição podem amenizar os sintomas do climatério com certos antidepressivos, o anticonvulsivante gabapentina ou fenolizetante (medicamento não hormonal para fogachos ainda não aprovado no Brasil)



ALERTA

Por falta de evidências de eficácia e segurança, as sociedades médicas desaconselham o uso de formulações hormonais manipuladas e da modulação hormonal, que utiliza hormônios semelhantes aos naturais para, supostamente, prevenir o envelhecimento, melhorar a libido, o humor, o sono e a composição corporal

FONTE OLIVEIRA, G. M. M. ET AL. ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA. 16 AGO. 2024

médicos para avaliar a necessidade de continuar o tratamento. Se estiverem usando essa combinação hormonal para alívio de sintomas no curto prazo, pode ser razoável continuar, já que os benefícios provavelmente superam os riscos. O uso no longo prazo ou para prevenção de doenças deve ser reavaliado, considerando os múltiplos efeitos adversos observados no WHI”.

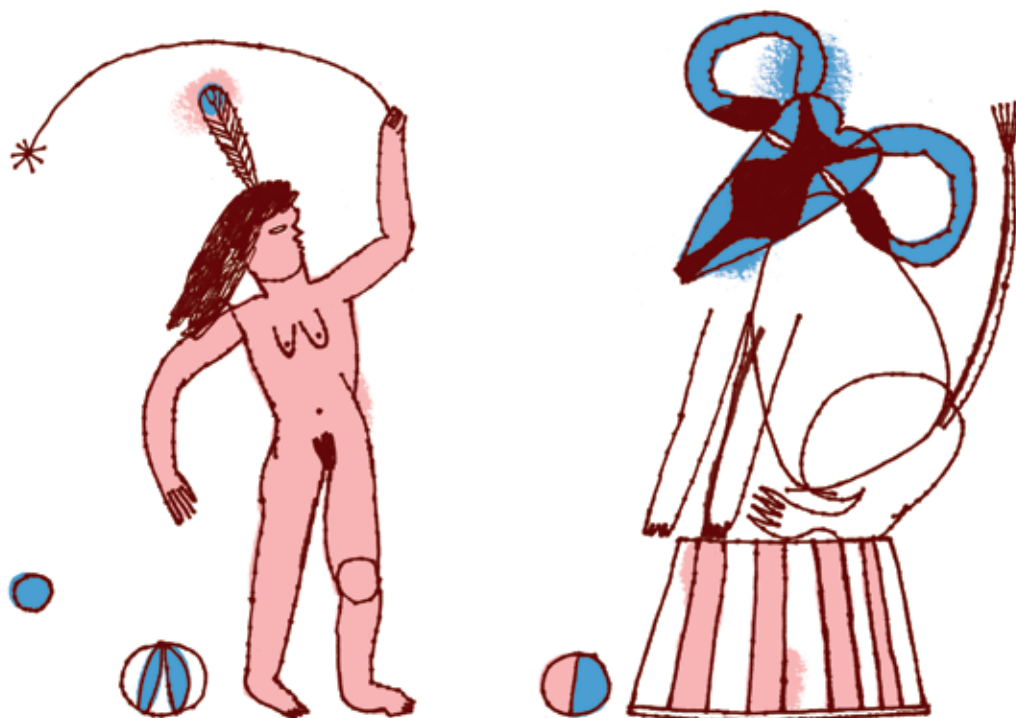
Os resultados foram detalhados em um artigo científico publicado em 17 de julho de 2002 no *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, uma das revistas médicas mais importantes do mundo, e reproduzidos no noticiário mundo afora. Os dados indicavam, de fato, que a terapia hormonal combinada não reduzia o risco de doenças cardiovasculares, como se imaginava antes. Mas, no que diz respeito ao câncer de mama, deixavam dúvidas. Os cálculos indicaram que, a cada ano, seriam registrados 38 casos de tumores invasivos de mama em cada 10 mil mulheres tratadas com a combinação hormonal – a frequência era de 30 em 10 mil nas mulheres que receberam placebo. Um teste estatístico apresentado no artigo, no entanto, sugeria que essa diferença (8 casos a mais em cada 10 mil mulheres) poderia não ser real, mas decorrente do acaso. Aparentemente, pouca gente prestou atenção ao detalhe.

“O WHI foi um ensaio clínico robusto, com grande número de participantes. No entanto, a população incluída tinha, em média, 63 anos, idade muito superior àquela em que as mulheres usualmente iniciam a reposição hormonal”, conta Castro, da FMRP-USP. “Extrapolar os resultados obtidos com mulheres mais velhas e assintomáticas para aquelas na perimenopausa ou início da

pós-menopausa foi conceitualmente problemático. Além disso, o artigo apresentava um teste estatístico limítrofe para câncer de mama”, lembra.

Trabalhos publicados nos anos seguintes indicaram que os benefícios da reposição hormonal, quando usada com indicações específicas, superavam os riscos. Mesmo assim, o impacto deles sobre médicos e potenciais usuárias foi pequeno. Em um desses estudos, a equipe da epidemiologista norte-americana JoAnn Manson, da Universidade Harvard, analisou os dados de 27,3 mil mulheres com idades entre 50 e 79 anos que participaram do WHI (16,6 mil tratadas com estrogênio e progesterona e 10,7 mil com estrogênio). Os resultados foram mais nuançados que os de antes. Durante o tratamento, o uso combinado de hormônios aumentou o risco de câncer de mama e de acidente vascular cerebral (AVC), mas reduziu o de diabetes, de fraturas de quadril e dos sintomas vasomotores. Com exceção do risco de câncer, os outros desaparecem após o fim do tratamento. Já a terapia com estrogênio diminuiu o risco de câncer de mama, de doença cardíaca, de diabetes e de fraturas, embora tenha elevado o de AVC, segundo os dados, publicados em 2013 no *JAMA*. Os resultados foram mais favoráveis em mulheres mais jovens, na faixa dos 50 aos 59 anos.

“O WHI foi um divisor de águas na terapia de reposição hormonal”, afirma Hohl, da UFSC. O megaestudo, que envolveu a participação de 160 mil mulheres, ajudou a definir critérios mais rigorosos para o tratamento, que há mais de uma



década orientam as recomendações de diversas entidades médicas e tornam o anúncio da FDA, no mínimo, atrasado. No Brasil, a Febrasgo, que estabelece as diretrizes de atuação de ginecologistas e obstetras, recomenda a terapia de reposição hormonal para mulheres com sintomas vasomotores de moderados a intensos que tiveram a menopausa há menos de 10 anos e não têm contraindicações (ver quadro na página 38). Estudos indicam que a reposição reduz em cerca de 90% a intensidade e a frequência desses problemas, e um trabalho publicado neste ano no *The BMJ*, que acompanhou por vários anos 876 mil mulheres na Dinamarca, constatou que a mortalidade entre as que faziam reposição hormonal foi semelhante à observada entre as demais. O tratamento reduziu em cerca de 30% o risco de morrer entre aquelas que haviam retirado os dois ovários.

“As sociedades médicas nunca deixaram de recomendar a terapia de reposição hormonal para as mulheres com indicação de usá-la. Por anos reafirmamos isso, mas médicos e pacientes não ouviam”, conta Hohl, que também é diretor do Departamento de Endocrinologia Feminina, Andrologia e Transgeneridade, da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM).

A pesar das evidências favoráveis à reposição, o medo disseminado após a divulgação inicial persiste. Logo após 2002, a prescrição e o uso da terapia de reposição hormonal diminuíram muito – em alguns casos 80% – em vários países. No Brasil, um estudo de pesquisadores da Unicamp com 1.453 ginecologistas do estado de São Paulo, financiado pela FAPESP e publicado em 2007 na revista médica *Maturitas*, mostrou que, após a divulgação de 2002, quase um quarto dos médicos deixou de prescrever a terapia para tratar os sintomas do climatério. Dois em cada três diminuíram a dose das pacientes e 55% optaram por indicar outros medicamentos, na maioria das vezes (62% dos casos) por receio do aumento de risco de câncer de mama. Outro trabalho, realizado com 3.281 brasileiras na perimenopausa (o período de oscilações hormonais anterior à última menstruação) e publicado em 2016 na *Pharmacoepidemiology and Drug Safety*, constatou que a proporção de mulheres usando terapia hormonal no país havia caído de 56% em 1997 para 11% em 2008.

O impacto foi duradouro. Em um inquérito realizado em 2012 e 2013 com 749 mulheres da Região Metropolitana de Campinas, a equipe de Costa Paiva, da Unicamp, constatou que só 19,5% delas haviam feito ou faziam reposição hormonal. A probabilidade de usar o tratamento, porém, do-

brava quando elas recebiam informações sobre a terapia da equipe de saúde e crescia 44% quando experimentavam interrupções no trabalho devido aos fogachos, segundo os resultados publicados em 2018 na revista *Menopause*.

Um levantamento mais recente confirmou a persistência do temor e da desinformação. Entre 2022 e 2023, o grupo liderado pelos ginecologistas Edmund Baracat, José Maria Soares Junior e Gustavo Maciel, da USP, e Marcio Rodrigues e Agnaldo Lopes da Silva Filho, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), entrevistou 1.139 mulheres com idades entre 40 e 65 anos em São Paulo e Minas Gerais. Os resultados, apresentados em 2025 na revista *PLOS ONE*, indicam que 93% demonstraram ter pouco ou nenhum conhecimento sobre a terapia de reposição hormonal e apenas 29% faziam o tratamento. A principal razão para evitar a terapia era o medo dos efeitos colaterais, relatado por 65% das participantes, seguido da opinião desfavorável do ginecologista (13%). “Esse dado indica que é um ciclo difícil de se interromper, uma vez que a principal fonte de informação é o médico”, afirma Rodrigues, primeiro autor do estudo. “Se ele tem uma visão negativa, passa para a paciente.”

“As mulheres têm medo do que o tratamento pode causar de ruim, mas não têm clareza de que é preciso cuidar de si de forma diferente nessa fase da vida”, relata a ginecologista Renata Aranha, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). “A hesitação em usar o tratamento é alimentada por referências próximas, como a mãe ou uma parente que teve problemas de saúde, mesmo que não tenham sido relacionados à terapia hormonal”, explica.

Veranice Brito, de 58 anos, analista financeira que mora na cidade de São Paulo, percebeu essa necessidade de um cuidado diferente. Ela começou a experimentar os primeiros sintomas do climatério em 2023, mas, em vez de fazer reposição hormonal, alterou o estilo de vida. “Meu médico sugeriu o tratamento hormonal, mas não me senti segura. Preferi investir em atividade física e mudanças na alimentação”, contou a *Pesquisa FAPESP*.

Após o estudo de 2002, a prescrição da reposição hormonal caiu até 80% em alguns países



Nos últimos anos, parece ter surgido um interesse renovado na menopausa e nos tratamentos disponíveis para amenizar os sintomas do climatério. Com o aumento da expectativa de vida das últimas décadas, mais mulheres estão chegando a essa fase de transformações radicais no corpo e na mente. Estima-se que, em 2025, havia 1,1 bilhão de mulheres no mundo (12% da população total) que já teriam passado pela menopausa. Os transtornos enfrentados por elas e 400 milhões que hoje têm entre 45 e 55 anos, quando se manifestam os sinais do climatério, talvez estejam levando a sociedade e médicos a rediscutirem a necessidade de cuidar melhor dessas mulheres.

Fora dos consultórios, o assunto ganhou visibilidade recentemente com a publicação de livros, a encenação de peças de teatro e a veiculação de podcasts por personalidades famosas. No ano passado, a atriz britânica Naomi Watts lançou o livro *Vou te contar: Tudo o que queria que tivessem me falado sobre a menopausa* (Editora Record, 2025), no qual relata sua experiência com o climatério, enquanto, no Brasil, a também atriz Cláudia Raia tratou do tema nos palcos com a comédia musical *Cenas da menopausa*. Em 2024, a modelo, atriz e apresentadora de TV Fernanda Lima explorou o assunto em nove episódios do podcast *Zen Vergonha*.

As alterações hormonais do climatério afetam o aparelho genital e urinário. Mas não só. Atingem também os sistemas cardiovascular e nervoso. A causa principal? A redução no nível dos estrogênios.

Produzidos a partir do colesterol, os estrogênios – os principais são estrona, estradiol e estríol – são comunicadores químicos que viajam pelo corpo e desempenham funções essenciais. Eles são sintetizados inicialmente por glândulas situadas sobre os rins. A partir da puberdade, porém, os ovários passam a fabricá-los em maior quantidade (em particular o estradiol), levando, na mulher, ao desenvolvimento dos seios, à maturação do sistema reprodutivo, à formação dos ossos e a atuar como neuromodulador, mantendo e facilitando a comunicação entre os neurônios, as células que transmitem e armazenam informações no cérebro.

No climatério, os níveis de estrogênios caem e se aproximam ao dos homens. Outro hormônio cujos níveis diminuem é a progesterona, importante para preparar o útero para a implantação do óvulo fertilizado e sustentar a gravidez. No cérebro, um de seus derivados, a alopregnanolona, funciona como indutor do sono e tem uma leve ação ansiolítica.

O resultado da redução nos níveis desses hormônios é um baque no corpo e na mente. Um dos efeitos é o aumento do risco de desenvolver doenças cardiovasculares, que, antes mais baixo, se iguala ao dos homens. A redução dos estrogênios também altera a atividade dos neurônios responsáveis pelo controle da temperatura corporal, localizados no hipotálamo, e favorecem o surgimento de ondas de calor, o sintoma mais frequente no climatério e razão de muitas interrupções do sono. Em um estudo publicado em 2022 na revista *Climateric*, com 1.500 mulheres na peri ou na pós-menopausa em todas as re-

giões do Brasil, pesquisadores da Faculdade de Medicina do ABC verificaram que 73,1% sofriam com os fogachos.

“A queda dos estrogênios costuma ser acompanhada de alterações no ciclo menstrual, que pode se tornar mais curto ou mais longo, com sangramento irregular. No médio prazo, podem surgir alterações no trato genital e urinário, levando a ressecamento vaginal, dor nas relações sexuais e problemas como incontinência urinária ou prolapso [deslocamento] dos órgãos”, explica Baracat, da USP. “Mais adiante, a mulher pode apresentar perda de massa óssea, com maior risco de desenvolver osteopenia e osteoporose”, acrescenta.

“Na menopausa, o declínio dos hormônios esteroides ovarianos redefine o microambiente oral. A queda do estrogênio afeta a densidade óssea dos alvéolos, reduz o fluxo de saliva e altera a microbiota oral, criando um ambiente que favorece o desenvolvimento de xerostomia [sensação de boca seca], síndrome da ardência bucal, infecções fúngicas, doença periodontal e perda dentária acelerada”, relata a dentista Silvia Vanessa Lourenço, da Faculdade de Odontologia da USP, idealizadora do Observatório de Saúde Bucal da Mulher da universidade. Em um estudo *post mortem* com 85 mulheres (18 em idade reprodutiva, 21 no climatério e 46 na pós-menopausa), publicado em 2024 no *Journal of Molecular Histology*, Lourenço identificou uma possível explicação para o aumento dos sintomas de boca seca e da probabilidade de desenvolver cáries: a degeneração das glândulas salivares, em decorrência do comprometimento microvascular, mais avançado na pós-menopausa.

Um dos órgãos que sofre transformações radicais é o cérebro. Estudos recentes conduzidos pela neurocientista ítalo-americana Lisa Mosconi, da Universidade Cornell, nos Estados Unidos, começam a indicar que, no climatério, em especial na perimenopausa, haveria um intenso rearranjo na sensibilidade dos neurônios e na rede de fibras que conduzem informações de uma região a outra do cérebro. “Névoa mental, humor rebaixado, problemas de sono e lapsos de memória não são imaginação nem exagero. São sinais de que o cérebro está se recalibrando”, afirmou Mosconi a *Pesquisa FAPESP*.

Em um trabalho recente, ela e colaboradores realizaram exames de imagem do cérebro de 54 mulheres saudáveis com idades entre 40 e 65 anos em diferentes estágios do climatério – 18 na pré, 18 na peri e 18 na pós-menopausa. Publicados em 2024 na *Scientific Reports*, os resultados mostraram que, à medida que a fase do climatério avança, há um aumento na quantidade de receptores de estrogênio nas regiões cerebrais reguladas por esse hormônio – os estrogênios, sabe-se há tempos,

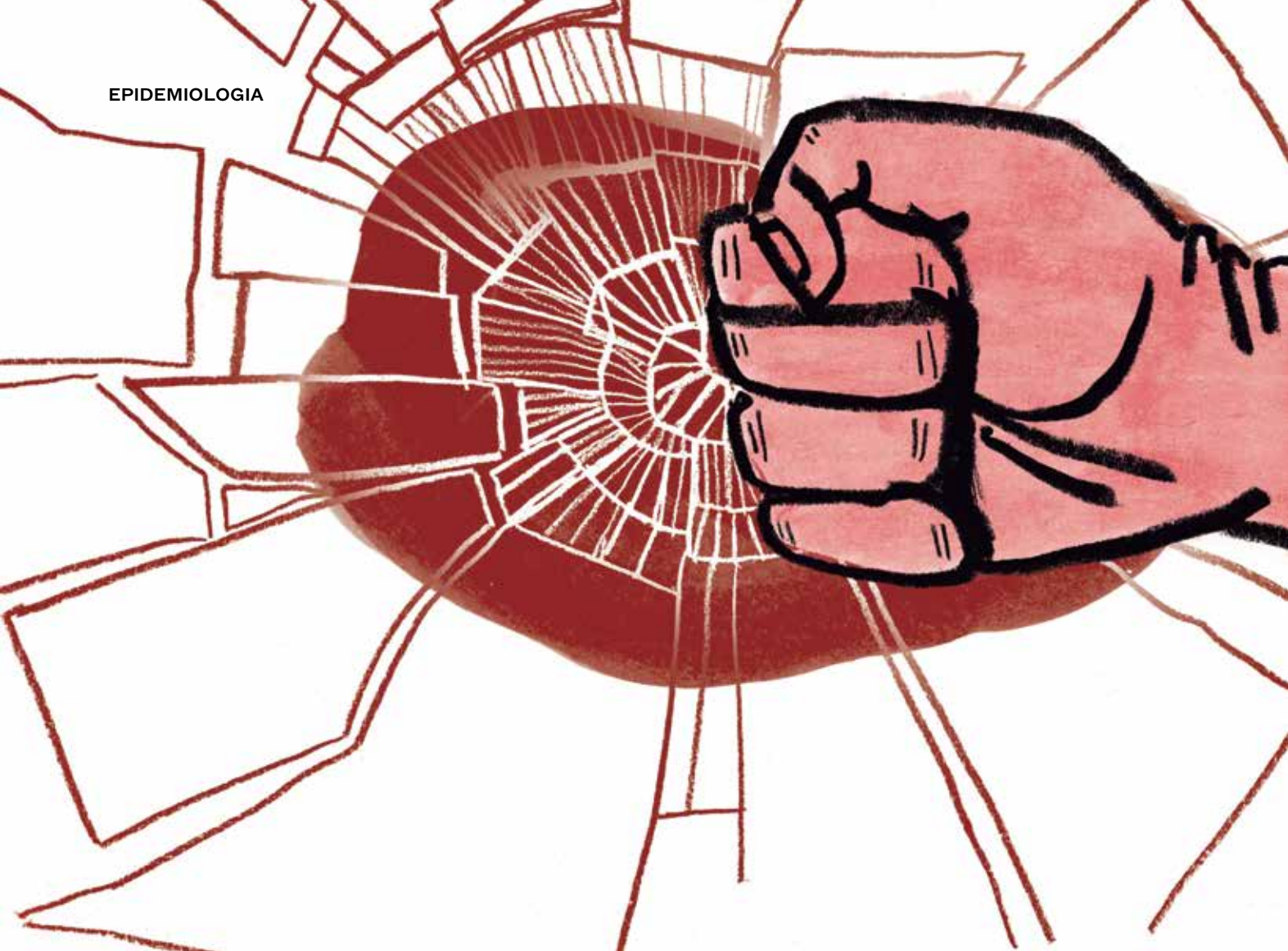
auxiliam na produção de novos neurônios, na formação de conexões (sinapses) entre essas células e no reparo do DNA, entre outras funções. Algo importante, notaram os pesquisadores, é que o incremento dos receptores ocorria independentemente da idade cronológica das mulheres, em uma aparente compensação à carência do hormônio. “É como se o cérebro estivesse tentando captar o restinho de estrogênio disponível”, explica a pesquisadora, autora do livro *O cérebro e a menopausa* (Harper Collins, 2024). Mosconi conta, no entanto, que o aumento pode não ser suficiente para compensar a redução nos níveis do hormônio.

O outro efeito identificado pelo grupo de Cornell foi a redução no volume e na organização dos feixes de substância branca. Formados pelo prolongamento (axônio) dos neurônios, esses feixes conectam áreas cerebrais distantes e sua integridade é fundamental para o cérebro funcionar bem. Analisando imagens do cérebro de 100 mulheres saudáveis (34 na pré, 39 na peri e 27 na pós-menopausa), o grupo de Cornell constatou um efeito transitório. Na perimenopausa, a substância branca se torna menos densa e mais desorganizada, semelhante à do cérebro de homens na mesma faixa etária, de acordo com os resultados publicados no final de 2025 na *Scientific Reports*.

Associados às alterações no funcionamento do cérebro, surgem alterações no humor e aumenta a frequência de depressão e ansiedade, que já são mais comuns entre as mulheres do que entre os homens. “Há dois picos de incidência de depressão e ansiedade na vida delas, o primeiro no início da vida adulta e o segundo próximo à menopausa”, explica o psiquiatra Pedro Bacchi, da USP, que estuda as alterações do climatério em mulheres dependentes de álcool. “Conhecemos esse aumento, mas não sabemos explicar muito bem suas causas, que podem ter origens genéticas, nas flutuações hormonais ou mesmo nas experiências sociais dessa fase da vida”, conta.

Segundo diretrizes publicadas em 2019 no periódico *Journal of Women's Health*, as formas mais recomendadas de controlar problemas psiquiátricos no climatério é com o uso de antidepressivos e psicoterapia, embora não se descarte o potencial benefício da terapia de reposição hormonal, em particular a feita só com estrogênio. “Essa é uma área que precisa de mais estudos”, lembra Bacchi. “A psiquiatria ainda aplica às mulheres o que se aprendeu estudando os homens.” ●

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



Pandemia de violência

Estudo mapeia o impacto da agressão física e sexual sobre a saúde de mulheres e crianças em 204 países e territórios

SOPHIA LA BANCA — ilustração MARIANA ZANETTI

A violência doméstica contra a mulher e a violência sexual contra crianças costumam ser encaradas apenas como questão de segurança pública. São bem mais do que isso. São também uma questão de saúde pública, com danos imediatos e de longo prazo para as vítimas. Um estudo publicado em janeiro na revista médica *The Lancet* usou dados coletados entre 1990 e 2023 em 204 países e territórios para calcular o total de pessoas que teriam sofrido uma das duas formas de agressão e estimar o prejuízo imposto à saúde delas. Os números são assustadores e assumem a dimensão de uma pandemia.

De acordo com as estimativas, em 2023 haveria no mundo cerca de 608 milhões de mulheres com mais de 15 anos, o correspondente a 20,2% do público feminino global dessa faixa etária, que teriam sido vítimas de violência física ou sexual cometida pelos seus parceiros em algum momento da vida – a violência psicológica (ameaças, humilhações, isolamento, manipulação, entre ou-

10,5% das brasileiras com mais de 15 anos já sofreram agressão dos parceiros

tros) não foi contabilizada. Apenas naquele ano, 145 mil teriam morrido por homicídio (causa direta) ou em consequência de problemas de saúde decorrentes dessa forma de violência (causas indiretas). No Brasil, a proporção de mulheres que tinham mais de 15 anos em 2023 e foram atingidas por violência íntima ao longo da vida somaria 10,5%, com 2.720 óbitos por causas diretas e indiretas ocorridos apenas naquele ano.

De 1990 a 2023, a taxa de mortalidade no país em decorrência da agressão de parceiros permaneceu estável em 3,2 casos por 100 mil mulheres, enquanto no mundo caiu de 7,6 por 100 mil para 4,8 por 100 mil, de acordo com o estudo, que foi coordenado pela epidemiologista brasileira Luisa Sorio Flor, da Universidade de Washington, nos Estados Unidos.

“Estima-se que 35% dos homicídios de mulheres no Brasil tenham sido prati-

cados por parceiros íntimos, o que coloca nosso país na quinta posição no mundo em números absolutos de mortes”, relata Flor. Ela afirma ainda: “Esses números podem estar subestimados”.

Já o contingente global de homens e mulheres com mais de 15 anos que teriam sofrido violência sexual na infância somaria 1 bilhão de pessoas em 2023, ou 16,8% da população mundial nessa faixa etária. O total de mortes ocorridas apenas naquele ano em decorrência direta ou indireta dessa forma de agressão chegaria a 290 mil. No Brasil, a proporção de pessoas com mais de 15 anos vítimas de violência sexual na infância seria de 15,5%, com 5.880 óbitos. A taxa de mortalidade por essa forma de agressão no país aumentou de 2,8 casos por 100 mil em 1990 para 3,4 por 100 mil em 2023. No restante do planeta, ela baixou de 5,3 por 100 mil para 4,7 por 100 mil no mesmo intervalo.

No trabalho, os pesquisadores também calcularam o impacto que as duas formas de agressão teriam produzido sobre a saúde das pessoas. Para isso, usaram uma métrica da área da saúde chamada anos de vida perdidos ajustados por

incapacidade (DALYs), resultado da soma do tempo que um indivíduo deixou de viver por ter morrido antes do esperado para a sua faixa etária com o total de anos que viveu com alguma doença ou sequela decorrente da agressão.

No mundo, a violência contra a mulher praticada pelo parceiro íntimo seria responsável por 18,5 milhões de DALYs em 2023. Esses números colocam essa forma de agressão como a quarta maior causa de perda de anos de vida saudável das mulheres. No Brasil, ela salta para o segundo lugar, com 500 mil DALYs, perdendo apenas para a obesidade. Já a violência sexual contra crianças teria extraído das pessoas com mais de 15 anos 32,2 milhões de anos de vida que poderiam ter sido vividos com saúde plena, tornando-a a quinta maior causa de mortes e incapacitação no mundo. No Brasil, ela ocupa a terceira posição para as mulheres (574 mil DALYs) e oitava para os homens (454 mil DALYs).

“Percentuais que classificaríamos como pandemia são muito menores do que os da prevalência de violência identificados nesse estudo”, destaca a advogada Fabiana Severi, da Faculdade de Direito de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FDRP-USP), que investiga violência contra a mulher e não participou do trabalho publicado na *The Lancet*.

Luisa Flor, que integra o Instituto de Métrica em Saúde (IHME), da Universidade de Washington, atribui a violência contra as mulheres no Brasil à estrutura de poder que prevalece e é culturalmente aceita no país. “A relação de poder entre gêneros é muito assimétrica no país, tanto no que diz respeito à interação entre homens e mulheres quanto na relação entre adultos e crianças”, comenta a epidemiologista. Na opinião de Severi, da USP, também há falhas na forma como o sistema nacional de justiça e o de segurança pública lidam com a violência contra a mulher e a criança. “Ainda enfrentamos desafios para que os relatos das vítimas não sejam descredibilizados quando elas procuram esses serviços”, destaca a advogada.

Em termos de DALYs, o país ocupa a 50ª posição no ranking mundial de violência sexual contra meninas e a 91ª posição de violência sexual contra meninos, segundo os resultados publicados na *The Lancet*. Severi, no entanto, suspeita de que a subnotificação seja muito maior nos casos cometidos contra meninos do que contra meninas. “Houve um avanço importante na educação das meninas para que identifiquem e respondam a uma situação de violência. Isso

A dimensão da violência contra a mulher

Parcela da população feminina com mais de 15 anos que foi vítima de agressão por parceiro em algum momento da vida (em %)

Mundo	20,2
Europa Central, Europa Oriental e Ásia Central	12,5
Países de alta renda	18,7
América Latina e Caribe	14,8
Norte da África e Oriente Médio	20,5
África Subsaariana	22,6
Sul da Ásia	23,6
Sudeste da Ásia, Ásia Oriental e Oceania	19,4
Brasil	10,5

FONTE FLOR, L. S. ET AL. THE LANCET. 2026

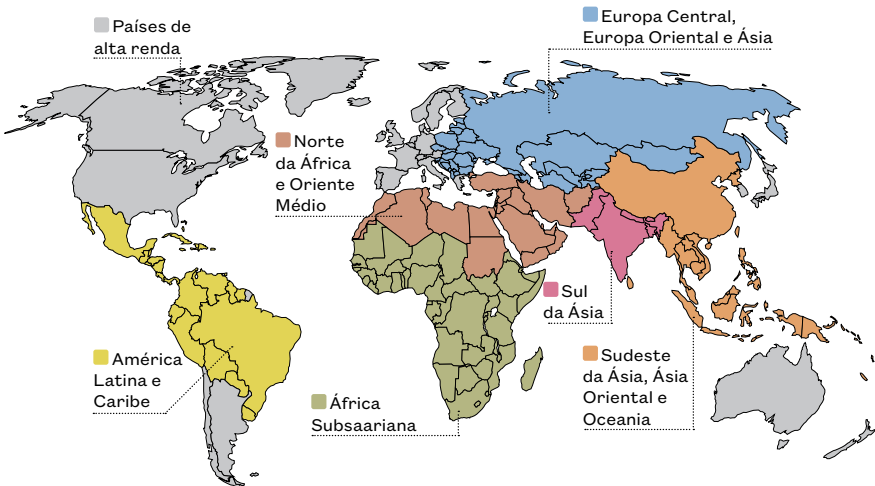
Infância desprotegida

Proporção das pessoas com mais de 15 anos que sofreram violência sexual quando criança (em %)

Mundo	16,8
Europa Central, Europa Oriental e Ásia Central	12,9
Países de alta renda	19,2
América Latina e Caribe	15,8
Norte da África e Oriente Médio	13,6
África Subsaariana	20,2
Sul da Ásia	20,8
Sudeste da Ásia, Ásia Oriental e Oceania	12,8
Brasil	15,5

FONTE FLOR, L. S. ET AL. THE LANCET. 2026

Divisão das regiões



FONTE GLOBAL BURDEN OF DISEASES/IHME/UNIVERSIDADE DE WASHINGTON

não necessariamente aconteceu com os meninos”, afirma.

A violência doméstica contra a mulher e a agressão sexual contra crianças geram impactos duradouros tanto sobre a saúde física quanto sobre a saúde mental das vítimas. O estudo mostrou que, no primeiro caso, a agressão de parceiros aumenta o risco de as mulheres sofrerem ferimentos, aborto, infecção pelo vírus HIV e até morrerem. Mas também eleva a probabilidade de desenvolver quadros de ansiedade, depressão, automutilação e dependência de drogas. De modo semelhante, a violência sexual contra crianças resulta em aumento da probabilidade de apresentar depressão, ansiedade, esquizofrenia, transtorno bipolar, bulimia, alcoolismo e transtorno de conduta.

“A violência contribui de forma tão importante para o surgimento de transtornos mentais entre as mulheres que se torna mandatório investigar a sua ocorrência nos casos de depressão e ansiedade”, afirma o psiquiatra João Maurício Castaldelli-Maia, do Departamento de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da USP, coautor do trabalho da *The Lancet*.

Além do efeito sobre a saúde, essas duas formas de violência impõem custos econômicos e sociais relevantes, em especial por atingirem os jovens em sua idade mais produtiva. “O risco elevado de suicídio e de desenvolver transtornos mentais contribui para tirar essas pessoas da força de trabalho ou reduzir a capacidade de colaboração econômica”, explica Flor.

Segundo os especialistas entrevistados por *Pesquisa FAPESP*, o enfrentamento do problema deve ser feito de maneira integrada, levando em consideração não apenas ações de segurança, mas também de saúde, educação, trabalho, habitação, assistência social.

“Precisamos discutir como o nosso sistema de saúde tem de se estruturar para receber essas pessoas e atender às demandas delas”, propõe Flor. “Os postos de saúde e os hospitais são as portas de entrada para o acolhimento dessas mulheres e crianças”, afirma a socióloga Bruna Camilo, assessora da Coordenação-geral de Monitoramento e Avaliação da Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde, do Ministério da Saúde. “O investimento em políticas de proteção produz um retorno lá na frente, com pessoas seguras e participantes do mercado de trabalho.” ●

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

Da Amazônia para as montanhas

Chamaecrista hispidula vive em áreas abertas no Cerrado, em restingas e dunas, e até em outros países da América do Sul

Análise indica que linhagem de leguminosas colonizou os campos rupestres antes de chegar ao Cerrado e à Caatinga

GUILHERME COSTA

O amarelo das flores de *Chamaecrista*, um gênero de plantas da família das leguminosas, marca as paisagens abertas do Brasil, sobretudo nos campos rupestres, ambientes montanhosos de altitude associados a afloramentos rochosos antigos e solos pobres em nutrientes. O que não se sabia é que essas plantas descendem de uma linhagem amazônica, mesmo estando atualmente a 2 mil quilômetros de distância.

“Muito antes da expansão do Cerrado, no final do Eoceno e início do Oligoceno, entre 40 milhões e 35 milhões de anos atrás, essas plantas se dispersaram da Amazônia e colonizaram as áreas montanhosas”, explica a taxonomista Juliana Rando, da Universidade Federal do Oeste da Bahia (Ufob) e primeira autora de um artigo publicado em janeiro na revista

científica *Journal of Biogeography*. “Até então existia uma dúvida sobre a origem das plantas dos campos rupestres, que poderiam ter vindo do Cerrado e da Caatinga.”

Com quase 370 espécies descritas no mundo, *Chamaecrista* é um dos gêneros mais diversos de leguminosas das regiões abertas da América do Sul. No Brasil, essas plantas assumem formas variadas, indo de arbustos a árvores de grande porte, especialmente na Amazônia, onde ainda existem com menor diversidade. Nos campos rupestres – em regiões de Minas Gerais e da Bahia, por exemplo – e no Cerrado, predominam espécies de pequeno porte adaptadas a solos pobres, ao fogo e às condições climáticas mais extremas, características que ajudam a explicar o sucesso do grupo nesses ambientes.

Embora não sejam plantas cultivadas para alimentação, muitas espécies do gê-



C. olesiphylla, endêmica dos campos rupestres de Minas Gerais, na Serra Talhada em Congonhas do Norte (à esq.), e *C. crommyotricha*, específica do Cerrado brasileiro



nero mantêm associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, um processo que melhora a fertilidade do solo. Por essa característica, o estudo do grupo também é relevante como fonte de conhecimento para leguminosas de interesse agrícola.

Para entender como essas plantas colonizaram as áreas montanhosas, os pesquisadores analisaram dados genéticos de 231 espécies de *Chamaecrista*, o equivalente a quase dois terços de todas as espécies conhecidas do gênero e mais de 70% das que ocorrem nos Neotrópicos (a região tropical do continente americano). “O que a gente consegue ver atualmente é o DNA das plantas. Então partimos daí para inferir qual teria sido o caminho de relações ocorrido no passado”, explica o biólogo Eduardo Nery, pesquisador em estágio pós-doutoral na Universidade Federal do ABC (UFABC) e um dos autores da publicação.

O trabalho também incluiu dados de distribuição geográfica dessas espécies, reunidos a partir de bases de dados globais de coleções botânicas. Com esse conjunto de informações, os autores reconstruíram a filogenia – uma espécie de árvore genealógica das espécies – do grupo e testaram diferentes cenários para entender onde essas plantas se originaram e como se dispersaram pelo território brasileiro ao longo de milhões de anos.

A análise biogeográfica comparou nove modelos diferentes, que testavam hipóteses alternativas sobre quando os

campos rupestres se tornaram disponíveis para colonização e se essas áreas foram ocupadas antes ou depois da expansão do Cerrado e da Caatinga, sempre considerando intervalos geológicos distintos e mudanças climáticas ao longo de dezenas de milhões de anos.

Os resultados indicam que os campos rupestres não funcionaram apenas como destinos para plantas vindas de outros biomas, mas são capazes de produzir e sustentar uma grande diversidade ao longo de muito tempo. “Esses ambientes até então eram vistos como um drenó de espécies, mas o que mostramos é que talvez eles sejam uma fonte”, afirma Rando. Segundo a pesquisadora, essa mudança de perspectiva ajuda a explicar por que os campos rupestres concentram tantos grupos endêmicos e reforça o papel dessas áreas montanhosas como elementos centrais na evolução da flora brasileira.

Para a ecóloga evolutiva brasileira Cibele Cássia Silva, pesquisadora de pós-doutorado na Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos, o estudo chama a atenção por abordar a biogeografia das plantas a partir da montagem dos ecossistemas ao longo do tempo. “Nos campos que ocorrem em altitude há uma diversidade imensa não só de espécies, mas também de história evolutiva”, comenta ela, que não participou do estudo. Por muito tempo tratados como uma simples variação do Cerra-

do, ela ressalta que os campos rupestres vêm sendo reconhecidos mais recentemente como ambientes singulares com estratégias ecológicas próprias, o que exige mais estudos e políticas públicas de conservação.

Além do Brasil, as leguminosas do grupo *Chamaecrista* também ocorrem em países africanos, asiáticos e na Austrália. Rando iniciou a pesquisa que resultou no artigo de janeiro ainda durante o doutorado no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP) há cerca de 12 anos, e agora busca entender como esse gênero se dispersou para fora do continente americano.

“Essa filogenia que fizemos no artigo é a mais abrangente hoje para o gênero, mas ainda existe uma lacuna, principalmente em relação aos outros continentes.” Atualmente, ela realiza estágio pós-doutoral no Kew Gardens, os jardins botânicos reais da Inglaterra, em Londres, onde aprofunda o estudo dessas conexões globais. “O foco agora é justamente entender essas dispersões, usando mais dados e comparando com outros grupos que também fizeram esse caminho”, diz ela. ●

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

Jovem e narigudo

Fóssil de 240 milhões de anos é o menor tetrápode já descrito para o Triássico Médio na América do Sul

MARIA GUIMARÃES

Um pedregulho aparentemente insignificante revelou-se bastante precioso, com a ajuda de tecnologia inovadora. Ele continha o crânio fossilizado de um animal semelhante a um lagarto, o menor tetrápode – vertebrado com quatro membros – já descrito na América do Sul entre animais que viveram no Triássico Médio, um período anterior ao surgimento dos dinossauros. No caso, cerca de 240 milhões de anos atrás, conforme descrito em artigo publicado em janeiro na revista científica *Scientific Reports*.

“Parecia uma concreção”, diz o paleontólogo Rodrigo Temp Müller, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), referindo-se a um aglomerado de pequenos grãos rochosos. “Mas o colega Lúcio Roberto da Silva, que estava com o exemplar, reconheceu a ponta de uma mandíbula e nos entregou para estudo.” Para conseguir examinar

o fóssil que cabia na ponta do dedo, ainda por cima parcialmente oculto no sedimento (difícil de enxergar mesmo com a poderosa lupa de laboratório), o grupo gaúcho lançou mão de duas técnicas. Uma foi a microtomografia por raios X, técnica muito usada que permite enxergar a parte interna do fóssil e estudar seus detalhes, sem o uso de técnicas invasivas. Mas esse recurso não foi o mais produtivo, no caso. “Os minerais presentes não permitiram uma boa definição”, explica Müller.

Uma ferramenta mais recente forneceu outras informações. O pesquisador explica que se trata de um aplicativo de celular que usa inteligência artificial para filtrar a informação relevante e gerar um modelo tridimensional do osso a partir de uma série de fotografias. “Pusemos o fóssil em uma plataforma giratória e fotografamos de todos os ângulos”, conta o paleontólogo. Em três posições diferentes, chegaram a uma centena de imagens. Com a ajuda do aplicativo, em menos

Representação artística de *Sauropia macrorhinus*: menor que uma lagartixa



de 15 minutos tinham um modelo detalhado que podia ser impresso em impressora 3D em tamanho maior, mais fácil de ser examinado.

Com isso, puderam descrever o crânio com menos de 1 centímetro (cm) de comprimento que deve ter pertencido a um animal parecido com uma lagartixa, que não passava de 6 cm. Pelas proporções da cabeça, quase tão larga quanto longa, e em comparação com espécies semelhantes, seria um indivíduo juvenil. A espécie foi, por isso, batizada como *Sauropia macrorhinus* – em tradução livre, lagarto moleque narigudo. “Piá”, a única parte do nome que não vem do latim, é a forma gaúcha de referir-se a um menino.

Fora a cabeça larga e o tamanho pequeno, o animal chama a atenção pelas aberturas alongadas das narinas, o que inspirou o nome da espécie, e o focinho com uma inclinação incomum. Ele provavelmente comia pequenos insetos, conforme indicam a forma dos dentes e as dimensões do crânio. “É um fóssil difícil de trabalhar, não muito bonito, mas eles fizeram um trabalho convincente de caracterizar e mostrar que é uma espécie nova”, avalia o paleontólogo Felipe Pinheiro, da

Universidade Federal do Pampa (Unipampa), que não participou do estudo. “É diferente dos outros procolofonídeos da América do Sul e da África.”

Para ele, o mais importante é que o material preenche um intervalo temporal em que são raros no continente os registros desse grupo conhecido como Parareptilia, uma linhagem semelhante aos répteis que não deixou descendentes. No Brasil foram encontradas apenas outras duas espécies desse grupo para o Triássico Médio, representantes de duas famílias diferentes: um procolofonídeo e um owenetídeo, todos bem maiores do que o tamanho estimado para o novo espécime.

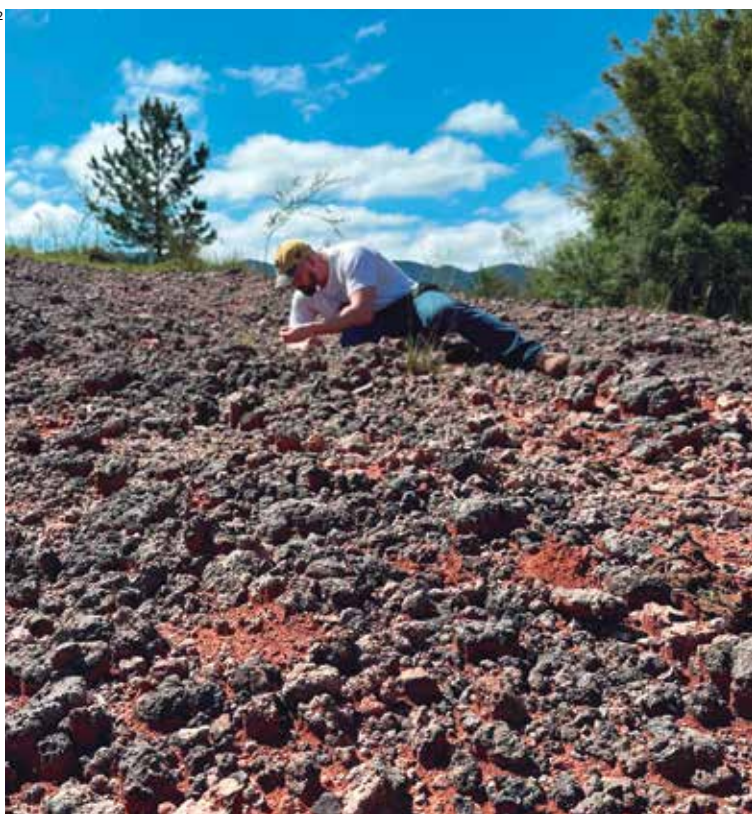
A análise que consta no artigo recém-publicado conclui que *S. macrorhinus* era um procolofonídeo, embora exibisse características consideradas exclusivas de owenetídeos. Esses achados vão permitindo que os paleontólogos revejam quais características teriam surgido em determinadas linhagens e entendam melhor as trajetórias evolutivas. “Mas ainda estamos tratando com cautela a classificação dessa espécie, por causa de suas características juvenis”, afirma o pesquisador.

Pinheiro explica que os pararrépteis são um grupo muito importante por terem sobrevivido à extinção permo-triássica, o maior evento de extinção em massa acontecido no planeta, pouco mais de 250 milhões de anos atrás. “Eles se diversificaram muito depois disso, temos como um exemplo de recuperação em seguida a um evento catastrófico”, diz o pesquisador da Unipampa. “Há indícios de espécies cavando tocas, talvez entrando em dormência para sobreviver, que se tornaram abundantes em outros continentes.” Mas aqui é diferente: existem fósseis do início do Triássico – onde se concentram os estudos de Pinheiro – e do fim desse período. Encontrar um representante do Triássico Médio indica a continuidade da existência desses animais.

Müller reconhece que soa como um clichê dizer que é preciso encontrar outros exemplares aparentados para entender melhor esse grupo anterior aos dinossauros, mas é verdade. Acostumado a procurar por animais maiores, comuns nos sítios que estuda no Rio Grande do Sul – no caso do estudo recente, no município de Novo Cabrais –, ele já reajustou o olhar para enxergar pedregulhos enganosamente insignificantes. “É preciso deitar no chão e ir revirando cada pedrinha”, conta ele. “Os fósseis existem, temos chance de encontrar outros.” ●



O crânio (à esq.), menor do que uma unha humana, foi difícil de examinar; para encontrar pequenos fósseis, Rodrigo Müller precisa deitar no chão e revirar cada pedra (abaixo)



Da terra para o ar

Solos dedicados à agropecuária liberaram 1,4 bilhão de toneladas de carbono para a atmosfera nas últimas décadas no Brasil

MARCOS PIVETTA



A conversão de áreas de vegetação nativa em lavouras ou pastos no Brasil nas últimas décadas retornou à atmosfera 1,4 bilhão de toneladas de carbono que estavam armazenadas nas camadas de solo com até 30 centímetros (cm) de profundidade. A quantidade corresponde a ter despejado no ar, ao longo do período, 5,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), principal gás do efeito estufa, que esquentam o clima global. Isso significa que essas camadas superficiais dos solos liberaram uma quantidade de carbono equivalente a pelo menos dois anos do total de emissões que ocorrem atualmente no país, levando-se em conta todos os processos e atividades envolvidos na produção de gases do efeito estufa.

Esses números fazem parte das principais conclusões de um amplo estudo nacional, coordenado por pesquisadores da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), publicado no final de janeiro de 2026 na revista científica *Nature Communications*. O artigo compilou e analisou dados de 272 trabalhos publicados nos últimos 30 anos e usou informações de 4.290 amostras de solo provenientes dos

seis biomas nacionais mantidas em um banco de dados. O valor calculado da emissão não inclui o carbono que volta para o ar devido à supressão da vegetação em si, que estava acima do solo. Ele abrange apenas a matéria orgânica com carbono (raízes mortas, restos de plantas e animais) acumulada nas camadas superficiais do solo.

Mais do que quantificar a perda de carbono do solo devido à conversão no uso da terra, o estudo indica o impacto de diferentes formas de exploração agropecuária. “A implementação de atividades agropecuárias em áreas que antes eram cobertas por vegetação nativa sempre faz o solo perder algum carbono”, explica o engenheiro ambiental João Villela, que faz estágio de pós-doutorado na Esalq e é o primeiro autor do estudo. “Mas algumas práticas levam a uma maior liberação desse elemento do que outras.”

Um dos objetivos do trabalho era determinar o peso de cada modalidade de uso da terra sobre a pegada de carbono deixada pelo solo nas grandes categorias de paisagens vegetais do país. Dessa forma, com base em dados obtidos em campo, é possível escolher por abordagens agrícolas que minimizem a perda de carbono ou até estimulem um leve aumento de retenção desse elemento (ver Pesquisa FAPESP nº 343).

Lavoura de soja em Rondonópolis, Mato Grosso: monocultura é a prática agrícola que mais provoca perda de carbono no solo

Mata Atlântica é o bioma brasileiro que mais tem carbono no solo por hectare

A monocultura é a modalidade agrícola que mais reduz o carbono no solo, seguida das formas tradicionais de preparo da terra para plantio, ambas com uma diminuição acima de 20%, de acordo com o artigo. Ao revolver o solo com arado e outros instrumentos para moldar a área de cultivo, o trabalho convencional de preparo da terra acaba favorecendo a liberação de parte do carbono retido abaixo da superfície. Não por acaso o plantio direto, que dispensa a aragem, libera para a atmosfera apenas metade do carbono no solo, que é emitido pela adoção da maneira usual de preparar a terra.

Os sistemas de agricultura integrada, que podem promover concomitantemente o plantio de culturas e a adoção da pecuária e da silvicultura numa área, são os que menos liberam o carbono do solo. Em relação a 1 hectare com vegetação nativa, o solo de áreas manejadas dessa forma apresenta uma redução de 8,6% em seu total de carbono. A adoção da rotação ou consorciação de culturas e até mesmo da pecuária em certos contextos é outra estratégia que minimiza as perdas de carbono no solo (*ver quadro abaixo*).

A liberação de carbono no solo pode mudar muito também em função do bioma em que ocorre a conversão de uma área de vegetação nativa para outras atividades. Quando a agropecuária se instala em uma antiga parcela de floresta da Mata Atlântica, o montante de carbono liberado para a atmosfera por hectare de solo desmatado é mais do que o dobro do que ocorre no Pantanal. A explicação para essa diferença é simples: a Mata Atlântica é o bioma nacional que, proporcionalmente, apresenta a maior quantidade de

carbono armazenado até 30 cm de profundidade do solo; o Pantanal é o que tem menos.

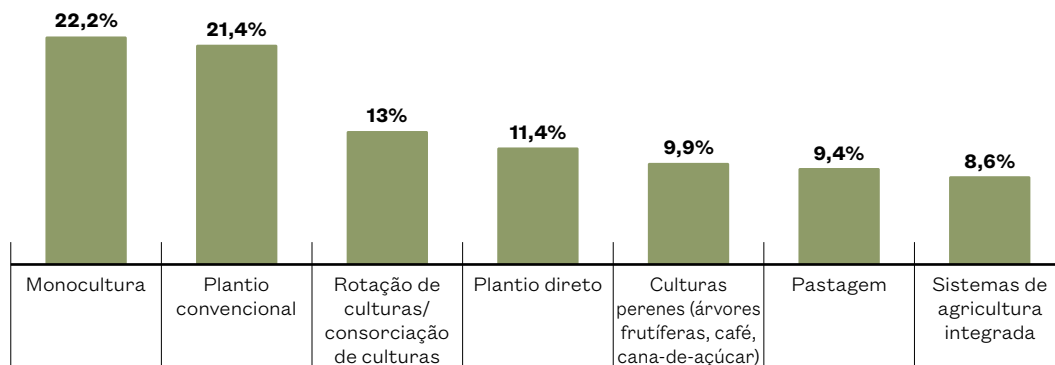
Segundo o estudo, na Mata Atlântica a troca da vegetação nativa pela monocultura diminui em 33% o montante desse elemento estocado nas camadas de até 30 cm de profundidade. No Pampa, a redução do valor é quase a mesma, 32,1%. Na Caatinga, é de 22,7%; na Amazônia, 17,4%; no Cerrado, 15,8%. Essa informação não existe para o Pantanal, onde não há dados representativos sobre áreas de monocultura, mas sim de pastagens para a pecuária. A título de comparação, a perda média de carbono no solo causada pela adoção da monocultura em todos os solos do país, independentemente do bioma, é de 22,2%.

A dificuldade de medir o carbono no solo tende a ser maior do que o que fica armazenado na própria vegetação, acima da superfície. Não é possível, por exemplo, estimar por satélite quanto há desse elemento nas camadas de terra. É preciso analisar amostras de solo de cada região, proveniente de diferentes formas de exploração econômica (monocultura, pecuária, sistemas integrados).

“O carbono no solo é dinâmico e derivado de uma série de interações que ocorrem com as plantas, animais e a atmosfera”, comenta o

A pegada da agropecuária

A conversão de uma área com vegetação nativa diminui a quantidade de carbono no solo. Veja quanto é a redução de acordo com as formas de cultivo ou pastagem



FONTE: VILLELA, J. M. ET AL. NATURE COMMUNICATIONS. 2026

Abaixo das veredas

Solo de vegetação de áreas úmidas do Cerrado tem 1.200 toneladas de carbono por hectare

Fisionomia típica de áreas do Cerrado, marcadas por vegetação arbustivo-herbácea e solos saturados de água e de matéria orgânica, as veredas e os campos úmidos armazenam um enorme estoque de carbono abaixo da superfície. Estudo de pesquisadores brasileiros e do exterior, aceito para publicação no periódico *New Phytologist*, estima que a camada de solo dessas formações, que pode chegar a 4 metros de profundidade, abriga 1.200 toneladas de carbono por hectare. “É cerca de oito vezes mais carbono por hectare do que o encontrado na biomassa aérea da floresta amazônica”, compara a bióloga Larissa Verona, autora principal do estudo, que defendeu em 2024 dissertação de mestrado sobre o tema no Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (IB-Unicamp) financiado por bolsa da FAPESP.

As veredas, imortalizadas na obra mais conhecida do escritor João Guimarães Rosa (1908-1967), são um tipo de turfeira, um ecossistema de áreas alagadiças



Área de veredas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no nordeste de Goiás

e pantanosas rico em carbono que, devido às condições locais com pouco oxigênio, decompõe muito lentamente a matéria orgânica ali depositada. Cerca de 3% das superfícies terrestres globais abrigam turfeiras, a maioria em zonas de clima frio e boreal do hemisfério Norte. Elas armazenam mais de 30% de todo o carbono dos solos do planeta.

Verona e seus colaboradores analisaram amostras de solo de veredas e campos úmidos em sete pontos do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, no nordeste de Goiás. Segundo o estudo, o carbono

no solo desses locais tem se acumulado durante os últimos 20 mil anos. A extensão das veredas e dos campos úmidos no Cerrado chega a 16,7 milhões de hectares, cerca de dois terços da área do estado de São Paulo. “Esses ecossistemas são altamente vulneráveis às mudanças climáticas e a alterações no uso da terra”, comenta a bióloga. O avanço da agropecuária sobre áreas de vegetação nativa, o aumento da temperatura e a redução de chuvas tendem a elevar as emissões de carbono provenientes dos solos de turfeira, como as veredas, segundo os pesquisadores.

engenheiro-agrônomo Carlos Eduardo Cerri, coordenador do trabalho e do Centro de Estudos de Carbono em Agricultura Tropical (CCarbon-USP), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) apoiados pela FAPESP. “Sua quantidade e estabilidade são condicionadas a vários fatores, como o tipo de vegetação, a textura, atributos físicos e químicos do solo, a diversidade e a atividade dos organismos ali presentes, o tempo de decomposição do material orgânico aportado e as características do clima, sobretudo temperatura e precipitação.”

“Há poucos anos, o carbono no solo passou a ser estudado de forma mais sistemática no Brasil”, diz o engenheiro-agrônomo Alessandro Samuel-Rosa, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), um dos coordenadores

do MapBiomass Solo, que não participou do estudo dos colegas da USP. A iniciativa é promovida por uma rede de 70 entidades de pesquisa da sociedade civil, universidades e empresas de tecnologia e teve início em 2023. Um dos principais objetivos da empreitada é a produção anual de mapas com a distribuição de carbono no solo em todo o território nacional. Segundo estimativas do projeto, havia em 2024 cerca de 37,5 bilhões de toneladas de carbono orgânico estocadas nas camadas com até 30 cm de profundidade dos solos do país. “Em média, cada hectare tinha 44,1 toneladas de carbono no solo”, informa Samuel-Rosa. ●

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

COSMOLOGIA

Medindo o Universo

Brasileiros propõem método alternativo para calcular a taxa de expansão do Cosmo baseado na distribuição de ondas gravitacionais e galáxias

IGOR ZOLNERKEVIC

Observações astronômicas extremamente precisas confirmaram nos últimos anos que os dois principais métodos usados para medir a velocidade de expansão do Universo, conhecida como constante de Hubble, estão em desacordo. A técnica que usa as chamadas velas-padrão, baseada no estudo da variação ao longo do tempo do brilho e da distância de alguns tipos de estrelas (cefeidas e supernovas do tipo Ia), indica que o valor da constante seria de aproximadamente 73 quilômetros por segundo a cada megaparsec (km/s/megaparsec), com incerteza estimada de 1,3%. A abordagem que analisa a radiação cósmica de fundo, um resquício das ondas eletromagnéticas formadas no Cosmo há 13,8 bilhões de anos, aponta que a velocidade de expansão seria de 67 km/s/megaparsec, com margem de erro inferior a 1%. Parsec é uma unidade de distância equivalente a 3,26 anos-luz.

A diferença, da ordem de 10%, entre o valor da constante fornecido pelos dois métodos gerou um impasse. Teve início então uma busca por formas alternativas para calcular a velocidade de expansão do Universo e, assim, verificar se algum dos resultados está correto ou se essa taxa obedece a outra razão. Algumas propostas recentes para determinar a constante exploram as propriedades relativamente simples de um fenômeno observado pela primeira vez em 2015: as ondas gravitacionais, distorções no tecido do espaço-tempo, geradas na colisão de pares de buracos negros ou estrelas de nêutrons. Em 2025, uma equipe de físicos brasileiros apresentou uma nova maneira de medir a constante de Hubble a partir da distribuição no céu de ondas gravitacionais e de galáxias.

A ideia foi proposta em artigo publicado em abril no *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. “A cosmologia precisa de uma terceira

via”, afirma o físico Raul Abramo, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP), um dos formuladores da proposta. “Temos uma boa chance de resolver o impasse relativo ao valor da constante de Hubble nos próximos cinco a 10 anos.” Uma primeira tentativa de empregar a nova abordagem para calcular a velocidade de expansão do Universo chegou ao valor de 67 km/s/megaparsec, similar ao encontrado pela técnica que analisa a radiação cósmica de fundo. Mas a margem de incerteza do trabalho, disponibilizado em artigo não revisado por pares no repositório de *preprints* arXiv, é muito alta ainda, de 24%.

A limitação se deve às características dos dados disponíveis sobre ondas gravitacionais para produzir o estudo. Em setembro de 2015, os detectores gêmeos da colaboração Ligo, nos estados norte-americanos de Washington e Louisiana, registraram pela primeira vez um sinal desse tipo produzido pela colisão de dois buracos negros estelares. Desde então, o Ligo, em conjunto com os detectores Virgo, na Itália, e Kagra, no Japão, registrou 219 eventos, em sua maioria colisões de pares de buracos negros, mais alguns candidatos a colisões entre um buraco negro e uma estrela de nêutrons, além de duas colisões confirmadas de estrelas de nêutrons. Os detectores da colaboração Ligo-Virgo-Kagra (LVK) medem a distância dos eventos que produzem ondas gravitacionais com um grau de incerteza entre 15% e 80%. Eles conseguem localizar a área em que o fenômeno ocorreu no céu de forma imprecisa, com margem de erro entre cinco e 1.500 luas cheias.

A expansão do Universo foi descoberta em 1929 pelo astrônomo norte-americano Edwin Hubble (1889-1953). Ele observou que, quanto mais distante uma galáxia, mais avermelhada é sua luz (*ver quadro na página 56*). Chamado de *redshift*, esse desvio para o vermelho é uma medida da velocidade de afastamento das galáxias. Quanto maior

Ilustração mostra a fusão de dois buracos negros que gera ondas gravitacionais

a distância entre uma galáxia e a Via Láctea, mais espaço em expansão há entre elas e, portanto, maior sua velocidade de afastamento. A intensidade com que o *redshift* aumenta com a distância é determinada pela constante que ganhou o nome de seu descobridor. Cosmólogos concordam que um terceiro método independente, com precisão comparável aos que empregam as velas-padrão e a radiação cósmica de fundo, poderá resolver a divergência em torno do valor da taxa de expansão do Universo, conhecida como tensão de Hubble.

A formulação da nova abordagem proposta pelos físicos brasileiros começou três anos atrás. Em 2023, durante uma conferência internacional em São Paulo, patrocinada pela FAPESP, Abramo e outros colegas – Riccardo Sturani, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Miguel Quartin, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro, e Isabela Matos, hoje na Universidade de Portsmouth, no Reino Unido – se uniram para estudar a fundo essa questão. A meta era desenvolver um método que dependesse o menos possível de premissas assumidas pelos modelos cosmológicos, que descrevem o nascimento e a evolução do Universo, e não se apoiasse no comportamento de estrelas, objetos muito complexos. Dessa forma, o grupo tentaria chegar a um valor para a constante que, segundo eles, seria menos sujeita a erros sistemáticos.

Os físicos acreditam ter concebido um método promissor ao comparar os registros de ondas gravitacionais e a distribuição da matéria no Cosmo observável, algo tecnicamente denominado estru-

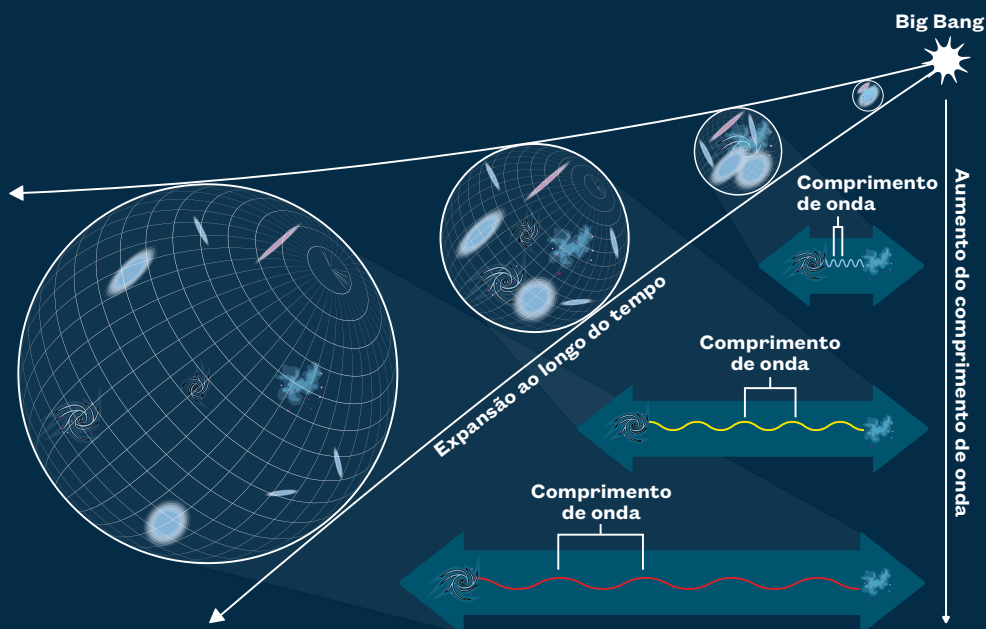
tura em grande escala do Universo. As galáxias não se distribuem de maneira aleatória. Elas se aglomeram de tal forma que, quando há uma no céu, é muito provável que existam outras em sua vizinhança. Essa probabilidade diminui à medida que as galáxias se afastam umas das outras. Há décadas, astrônomos mensuram essa distribuição espacial. Como as ondas gravitacionais são produzidas no interior de galáxias, sua distribuição no céu tenderia a ocorrer em regiões onde haveria o máximo possível de galáxias ao seu redor. Essa constatação permitiria combinar as distâncias das ondas gravitacionais com o *redshift* de suas galáxias vizinhas para calcular a constante de Hubble.

Outros pesquisadores já haviam notado essa possibilidade, mas foi a equipe brasileira que demonstrou como fazer na prática. O problema de sobrepor um mapa tridimensional das galáxias a outro de ondas gravitacionais é que a velocidade de afastamento desses enormes conjuntos de estrelas (seu *redshift*) é conhecida, mas não a distância exata. Sabe-se apenas que quanto maior o *redshift*, maior a distância, e ambas as quantidades são relacionadas pela constante de Hubble. O jeito então é procurar, por métodos indiretos, o valor para a constante. A nova abordagem equivale a esticar ou contrair a escala do mapa das galáxias até atingir a melhor combinação com o mapa das ondas gravitacionais. “Os dois mapeamentos das galáxias, com luz (*redshift*) e ondas gravitacionais (distância), sobrepõem-se quando a constante de Hubble está correta”, explica Sturani.

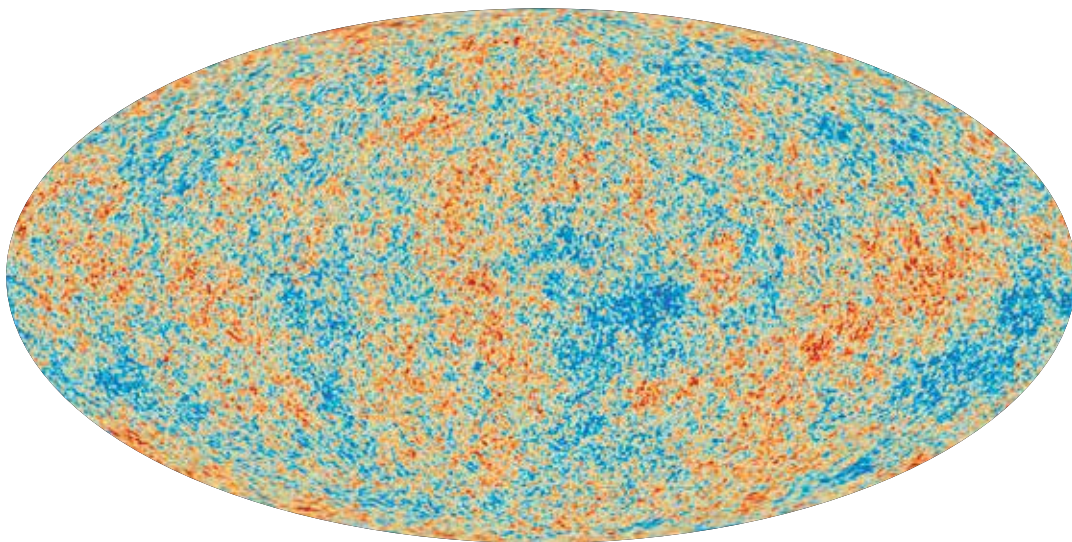
Abramo colocou seus alunos de doutorado João Ferri e Ian Tashiro para realizarem centenas de milhares de simulações computacionais da estrutura espacial das galáxias e das ondas gravitacio-

Expansão do espaço muda a luz para o vermelho

Desde o Big Bang, o espaço físico do Universo tem se ampliado. O tamanho de estrelas e galáxias não muda, mas a distância entre elas aumenta. Ao viajar pelo Cosmo em expansão, o comprimento da onda da luz se torna cada vez maior e mais avermelhado. É o que se chama de desvio para o vermelho (*redshift*)



Mapa do céu
com as flutuações
de temperatura
associadas à radiação
cósmica de fundo



nais, de modo a quantificar suas coincidências ou correlações estatísticas. As simulações demonstraram a viabilidade do método, que Quartin batizou de pico das sirenes. O nome faz alusão às ondas gravitacionais produzidas pelas colisões de buracos negros, que são chamadas de sirenes-padrão, numa analogia com o som cuja intensidade revela a distância da fonte, e ao pico máximo que mede a coincidência espacial entre a distribuição das galáxias e das fontes de ondas (sirenes). Desde a publicação do método em 2025, três grupos de pesquisadores independentes, na Alemanha, na França e nos Estados Unidos, usaram a nova técnica em outros trabalhos. “Eles fizeram outros conjuntos de simulações e conseguiram reproduzir nossos resultados”, conta Quartin.

O passo seguinte foi testar o pico das sirenes com dados reais. Matos liderou o estudo, em parceria com o físico Charles Dalang, da Escola Normal Superior de Paris, na França, e a coordenadora de cosmologia da colaboração LVK, a física Tessa Baker, da Universidade de Portsmouth, junto com Abramo, Ferri e Quartin. A equipe analisou o catálogo GLADE+, usado para testar diferentes métodos de análise de ondas gravitacionais. É uma compilação de observações de vários telescópios cobrindo o céu inteiro, com 22 milhões de galáxias relativamente próximas, a menos de 424 milhões de anos-luz de distância. As galáxias foram comparadas com 90 sirenes-padrão, observadas até março de 2020 pelo Ligo e o Virgo (o Kagra só se juntou à rede em 2021). Devido à alta incerteza nos parâmetros da maioria das sirenes, os pesquisadores acabaram utilizando os dados de apenas duas delas para calcular a constante de Hubble, chegando ao valor de 67 km/s/megaparsec, que consta do *preprint* disponível no arXiv.

No momento, a equipe está trabalhando com catálogos de galáxias mais distantes e com os dados mais recentes da colaboração LVK, obtidos entre 2023 e 2025. A grande expectativa, porém, é para depois de 2027. As simulações sugerem que a próxima campanha da LVK reduzirá a incerteza sobre a localização das ondas gravitacionais de pico para 5% ou menos. Com os futuros detectores, o erro deverá cair para menos de 1%. “Quando chegarmos por volta de 3%, já poderemos ajudar a resolver a tensão de Hubble”, garante Abramo.

As simulações também indicam que, com dados de galáxias mais distantes, as sirenes de pico poderão medir não apenas a velocidade atual de expansão do Universo, mas também sua aceleração ao longo de bilhões de anos, causada pela energia escura. De natureza desconhecida, a energia escura constitui cerca de 68% do Universo. Seu principal efeito é se contrapor à força da gravidade e acelerar a velocidade de expansão do Cosmo. “Nosso método é promissor para testar as propriedades da energia escura”, diz Quartin.

As incertezas da técnica das sirenes de pico devem diminuir após o início da próxima campanha de observações da colaboração LVK, prevista para o final de 2027, se não houver alteração nos planos. Nessa nova fase, o projeto espera detectar centenas de eventos com ondas gravitacionais por ano. Um refinamento ainda mais preciso da técnica poderá ocorrer na próxima década, quando deverão começar a ser construídos dois detectores mais sensíveis: o subterrâneo Einstein Telescope (ET), na Europa, e uma versão 10 vezes maior que os detectores do Ligo, o Cosmic Explorer (CE), nos Estados Unidos. Essa próxima geração de detectores trabalha com a expectativa de registrar centenas de milhares de eventos por ano, com incertezas na distância menores que 2% e localizações reduzidas a áreas de até uma meia lua. ●



Novos plásticos brotam das plantas



Empresas ampliam capacidade de produção de materiais poliméricos à base de madeira, mandioca, açaí e resíduos agrícolas, já usados em copos, talheres e embalagens para alimentos

CARLOS FIORAVANTI

A matéria-prima do plástico, durante décadas feito apenas a partir do petróleo, está se diversificando de modo impressionante. Agora ele pode ser feito à base de farinha de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, sementes de açaí ou de manga, amido de mandioca e resíduos de alimentos – e não apenas nas quantidades comedidas típicas dos laboratórios de pesquisa. No início de dezembro de 2025, o tecnólogo Durval Valente Lopes inclinou uma bandeja branca e despejou uma porção generosa de grãos parecidos com ração para pets sobre o funil de uma das máquinas instaladas em um amplo galpão da unidade do Serviço Nacional da Indústria (Senai) em São Bernardo do Campo, na Grande São Paulo.

A máquina – uma injetora de plásticos com 5 metros de comprimento – incorporou sem nenhum ruído os pellets e os prensou entre as duas partes de um molde. Em segundos, o molde se abriu e deixou cair um disco com 20 colheres pequenas e amarronzadas. Lopes retirou o disco, que saiu como deveria, e o depositou sobre uma bancada próxima. “Estamos ainda aprendendo a trabalhar com esse material”, ele comenta, enquanto recarrega a máquina. “Por ter farinha de madeira, uma fibra vegetal, às vezes adere um pouco no molde e tenho de passar um óleo desmoldante.”

Instrutor de um curso de plásticos do Senai durante 23 anos e há quatro na equipe de pesquisa, Lopes participou do projeto e confecção

dos moldes anteriores, inicialmente capazes de fazer apenas uma ou duas colheres, e participou do aprimoramento desse material, reformulado até que se ajustasse a máquinas do mesmo porte das usadas para produção em escala industrial. “No início, a massa não preenchia as cavidades dos moldes ou a peça quebrava”, conta a química Irina Factori, responsável pelo grupo de pesquisa. “Desde agosto de 2024, fizemos dezenas de mudanças na fórmula e no molde.”

“Antes, com o Senai de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, já havíamos testado umas 300 formulações para desenvolver bioplásticos flexíveis. Agregamos bagaço de cana-de-açúcar e outros materiais, até vermos que a farinha de madeira era a mais adequada”, comenta a administradora de empresas Luisa Vendruscolo, da Biopolix. À frente da empresa criada em 2016 em Ribeirão Preto, no interior paulista, ela trabalhou com a equipe do Senai de São Bernardo do Campo para fazer com que o material pudesse ser produzido e usado em quantidades maiores.

Quando chegou lá, o volume máximo de cada lote de produção era de 40 gramas (g) de um material marrom translúcido e pouco consistente. Os primeiros ajustes na formulação permitiram a confecção de lotes de 100 g. Agora, a máquina atrás de Lopes, uma extrusora, usando pressão e calor, pode misturar por vez até 10 quilos (kg) de polímeros obtidos por fermentação bacteriana com os ingredientes necessários para formar um bioplástico biodegradável,

Colheres para sorvete da Biopolix produzidas com farinha de madeira (no alto, à dir.)

à base de resíduos vegetais. Pouco a pouco, esse tipo de material, por se decompor em até seis meses se descartado no lixo orgânico comum, substituirá o plástico tradicional.

Com esses saltos, a Biopolix ingressa no grupo de pequenas empresas de base tecnológica que ampliam a produção desse material de decomposição relativamente rápida. Os talheres, copos e embalagens feitos com plásticos de açaí ou de mandioca usados em sorveterias e *deliveries* do país inteiro reforçam a ideia de que os também chamados bioplásticos, se forem produzidos a custos menores e em quantidades maiores, poderiam ser ainda utilizados na confecção de sacolas em geral e peças plásticas. Desse modo, poderiam substituir boa parte dos plásticos tradicionais, cuja decomposição se prolonga de 10 anos (sacolas plásticas) a 600 anos (garrafas de plástico rígido).

Os bioplásticos – que podem ser ou não biodegradáveis – respondem por 0,5% da produção global de plásticos, o equivalente a 2 milhões de toneladas (t) em 2023, mas estão se expandindo com rapidez, de acordo com a European Bioplastics, associação que reúne as indústrias do setor no continente. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de bioplásticos, atrás da China e dos Estados Unidos (ver infográfico na página 62). A produção nacional foi de cerca de 200 mil t em 2019, o equivalente a 9,5% do total mundial, de acordo com o levantamento mais recente da empresa indiana UKHI, publicado em novembro de 2025.

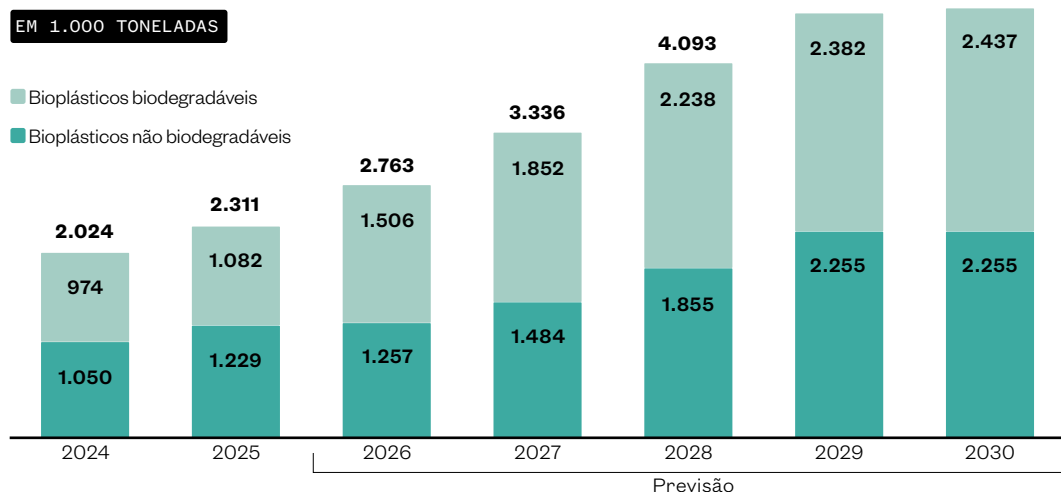
“É um grande mercado a ser conquistado”, comenta a economista Gabriela Gugelmin, diretora de estratégia e sustentabilidade da Earth Renewable Technologies (ERT), uma das maiores empresas atuando nessa área no país. A companhia pretende, a partir deste ano, produzir 15 mil t em suas duas fábricas, uma em Curitiba, em funcionamento desde agosto de 2021, e outra em Manaus, inaugurada em maio de 2025. A ERT fabrica dois tipos de bioplásticos: compostos de ácido polilático (PLA), obtidos por fermentação bacteriana, mais usados em bandejas de alimentos e talheres; e compostos de polibutileno adipato tereftalato (PBAT), gerados a partir do petróleo, ainda que biodegradáveis, empregados na produção de material flexível para sacolas e filmes para embalar produtos eletrônicos. Segundo Gugelmin, essas matérias-primas recebem aditivos, como fibras de madeira ou carbonato de cálcio, como forma de reduzir o custo final ou melhorar o desempenho.

Já a Basf distribui no Brasil compostos de PBAT importados da Europa. Outra grande empresa, a Braskem, produz polietileno e acetato-vinila de etileno (Eva) a partir do etanol de cana-de-açúcar, ambos recicláveis, mas não biodegradáveis, e pretende expandir a capacidade de produtos renováveis até 2030 para 1 milhão de t anualmente, de acordo com um comunicado enviado a *Pesquisa FAPESP*.

Grandes e pequenas empresas têm de superar muitos obstáculos para sobreviver e crescer nesse setor. Por causa de dificuldades técnicas ou financeiras insuperáveis, muitas não conseguem ampliar a escala de produção. “Os grandes pro-

A expansão dos bioplásticos

A capacidade mundial de produção deve passar de 2 milhões de toneladas em 2024 para 4,7 milhões em 2030



FONTE EUROPEAN BIOPLASTICS 2025



Durval Lopes produz peças de bioplástico no Senai de São Bernardo do Campo (à esq.); filme da Embrapa muda de cor de acordo com o estado de conservação do alimento



blemas começam depois de escalonar [ampliar] a produção”, observa o engenheiro de computação Stelvio Mazza, diretor da Já Fui Mandioca, instalada desde 2019 em Diadema, na Grande São Paulo. “É quando os gastos aumentam, os clientes começam a gerar demandas e *feedback* dos produtos e um volume muito maior de investimentos se torna indispensável para continuar crescendo.” Enquanto se formavam e davam forma às suas ideias, vários fabricantes de bioplásticos receberam recursos não reembolsáveis de órgãos públicos estaduais ou federais, que se tornam escassos à medida que as exigências de investimentos crescem.

Nos últimos anos, Mazza, em vez de produzir mais, priorizou os ajustes no processo de fabricação, com o propósito principal de reduzir as perdas de material. Com uma equipe própria de engenheiros e técnicos, ele construiu uma máquina de termo-extrusão-formagem para moldar a massa feita com fécula (a parte branca) da mandioca misturada com vapor-d’água. A mandioca é também uma das matérias-primas usadas na produção de copos, canudos, sacos e sacolas pela Oeko, empresa criada em 2014 pelo engenheiro de materiais João Carlos de Godoy Moreira em Florianópolis, Santa Catarina.

Na empresa paulista, a massa de mandioca, quando está pronta, ganha uma cor amarronzada e uma consistência semelhante à do isopor, antes de tomar a forma de potes e embalagens para sorvetes e saladas. “Quem tenta crescer

sem uma tecnologia robusta corre um grande risco de morrer”, pondera Mazza. Só neste ano, após definir as melhores técnicas de produção, é que ele começou a bater à porta de investidores com o propósito de tornar viável a construção de máquinas maiores, de produzir mais e de vender mais.

Em vista da dificuldade de fazer os investidores apostarem nas novas ideias, o tecnólogo em processos químicos Luan Campos, diretor-executivo da Polimex, do Rio de Janeiro, poderia comemorar: em 2024 e 2025, ele conseguiu R\$ 1,6 milhão de investidores privados e deve receber mais neste ano. Seu plano é usar os recursos para construir uma nova fábrica e ampliar a produção de bioplástico a partir de sementes de açaí para 25 t mensais, ainda em 2026.

Se tudo correr como previsto, será um salto e tanto. “Ampliar a produção e chegar a uma fábrica foi bastante difícil”, ele comenta. Campos e outros estudantes de graduação do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) que criaram a empresa em 2018 produziram inicialmente apenas alguns gramas de bioplásticos nos laboratórios dos institutos Senai de Inovação (ISI), instalados na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Testaram cerca de 60 formulações, com casca de babaçu ou de coco e resíduos da produção de cerveja, até chegarem ao material mais promissor, as fibras

de açaí, encontradas em abundância nas ruas de Belém, no Pará. O lote mínimo de produção passou para 500 kg quando começaram as vendas, em 2022. Hoje, segundo Campos, a produção é de 1 a 5 t por mês, por meio de uma empresa terceirizada em Valinhos, no interior paulista. Os pellets amarronzados são distribuídos aos fabricantes de copos, cumbucas, canudos e colheres para sorvetes de uso único e descartáveis.

A Biopolix, por sua vez, pretende em breve iniciar os testes de suas pazinhas em uma sorveteria de Ribeirão Preto e outra na cidade vizinha de Jaboticabal. “Tecnicamente, o material está perfeito. Resiste a uma grande variação de temperatura, de 16 graus Celsius [°C] negativos do sorvete até 36 °C no interior da boca, não altera o sabor, não quebra e degrada em 145 dias”, assegura a química industrial Claire Vendruscolo, com base em análises feitas pela equipe da cientista de alimentos Marcia Gularte na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), no Rio Grande do Sul. As pesquisas na empresa paulista, da qual é sócia, apoiaram-se em seu trabalho com polímeros biodegradáveis na UFPEL, até 2015, quando se aposentou. Sua filha Luisa pretende intensificar os contatos com fabricantes de peças plásticas e com investidores, aos quais pode agora apresentar evidências de que sua formulação funciona em máquinas grandes.

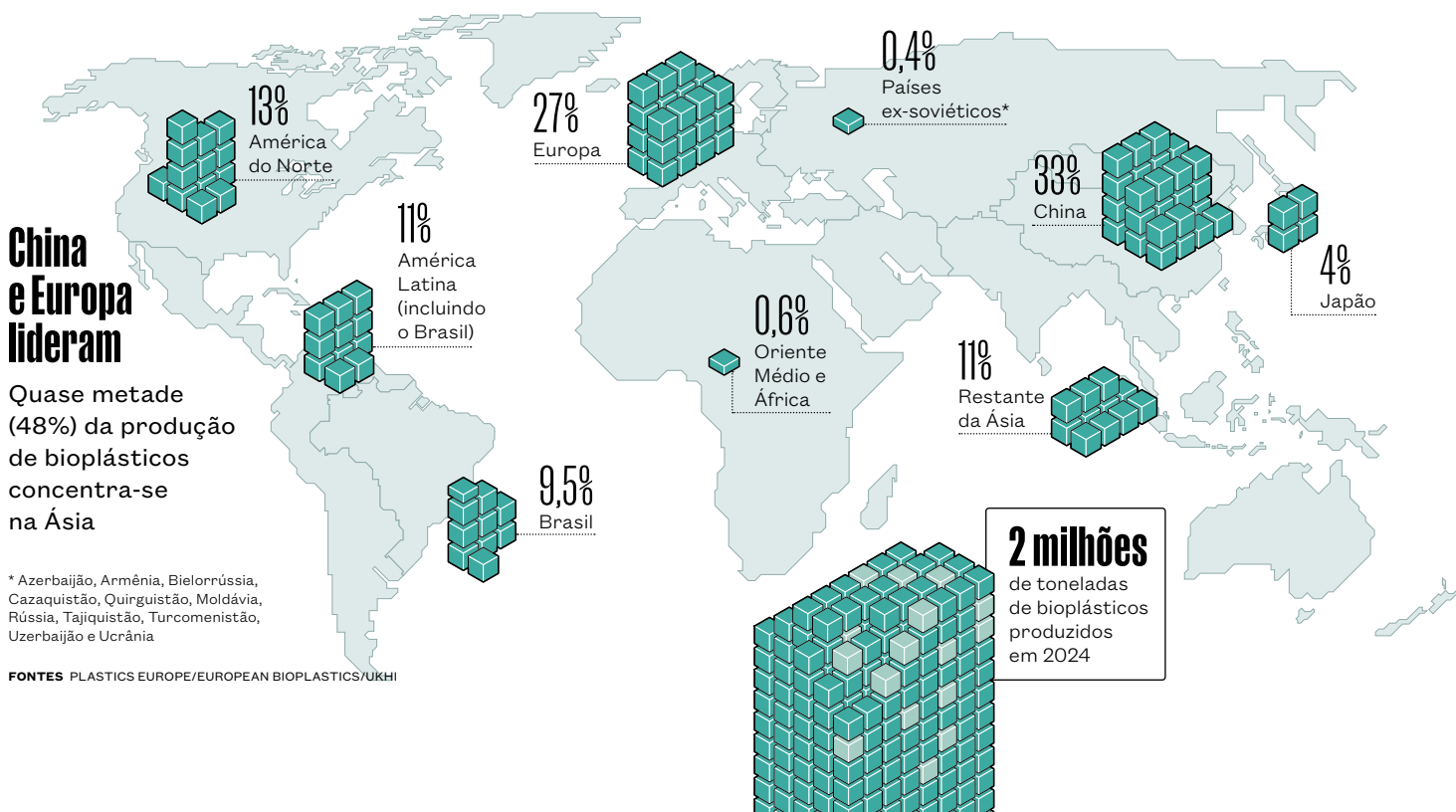
DIVERSIDADE

“Talheres, copos e pratos descartáveis deveriam ser de polímeros biodegradáveis, principalmente em lugares de uso intenso como restaurantes e hospitais, para que pudessem ser produzidos com

menos gasto de energia, sem risco de poluírem o ambiente”, enfatiza a química Maria Inês Bruno Tavares, do Instituto de Macromoléculas (IMA) da UFRJ. Há 30 anos nessa área, ela concluiu o desenvolvimento, em escala laboratorial, de até 1 kg, de 10 formulações de bioplásticos, conferindo-lhes propriedades especiais com o acréscimo de aditivos de origem vegetal, como alho, pimenta, chia e linhaça, com ação antimicrobiana e antioxidante, para dar maior segurança alimentar ao consumidor e acelerar a decomposição do bioplástico.

Geóloga especializada em polímeros, Edla Maria Bezerra Lima, atualmente na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Agricultura Digital, em Campinas, interior paulista, ajudou a desenvolver no IMA-UFRJ um material que combina PLA com minúsculos fragmentos de caroço de manga. Suas propriedades o habilitam para uso em embalagens, como detalhado em um artigo publicado em junho de 2024 na *Journal of Applied Polymer Science*. Na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um grupo de pesquisadores desenvolveu um bioplástico com amido e pectina, um tipo de açúcar, que, nos testes iniciais, se mostrou capaz de se degradar em 45 dias.

“Não há uma solução única”, diz Tavares. “E nem tudo tem de ser polímero biodegradável. Um material desse tipo usado como substituto dos plásticos de engenharia em carros, mas exposto ao sol, vai se degradar rapidamente.”



Nas mãos do
consumidor: potes da
Já Fui Mandioca (à dir.)
e sacos da Earth
Renewable Technologies



1

Mazza concorda. “Do mesmo modo que existem inúmeros tipos de plásticos derivados do petróleo, com diferentes propriedades, haverá muitos bioplásticos, feitos com diferentes materiais e de diferentes modos, para aplicações específicas.” É o caso dos filmes feitos com cascas de banana, para embalar e conservar alimentos, ou com pigmentos naturais extraídos do repolho roxo, que mudam de cor com a deterioração dos alimentos; os dois foram desenvolvidos na Embrapa Instrumentação, de São Carlos, interior paulista, com apoio da FAPESP.

Os novos materiais têm de se adequar também aos preços que os fabricantes de peças plásticas se dispõem a pagar. Em sua empresa, a Bioplazon, criada em 2022 e instalada na incubadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus, Amazonas, o químico Igor Pinto fez inicialmente espumas rígidas e filmes flexíveis com miolo, entrecasca e casca de mandioca e fibras das sementes de açaí – já usados em copos e embalagens descartáveis para alimentos –, também como alternativa ao isopor. “Em um teste feito em outubro de 2024 em Fernando de Noronha, o copo de espuma de amido se decompôs em 12 dias, poupando os moradores e comerciantes do trabalho de mandarem de volta para o continente os resíduos plásticos”, ele relata.



2

O problema é o custo. “O plástico de petróleo custa em média R\$ 13 o kg, enquanto o bioplástico varia de R\$ 35 a R\$ 50 o kg”, compara. Para atrair mais facilmente os potenciais compradores, Pinto fez uma mistura com 56% de polipropileno, 40% de bioplástico e 4% de aditivos. Validado em escala industrial em 2024 no Senai de São Bernardo do Campo, esse material poderia ser produzido por R\$ 18 o kg, amenizando a diferença de preço entre os dois tipos de plástico. Ele também está na luta por sócios-investidores que lhe permitam ir além das 2 t mensais.

“Aos poucos o bioplástico vai ficando mais acessível. Já é mais barato que as caixas de papelão”, diz Gugelmin. Para ela, o que dificulta bastante o crescimento do mercado de bioplásticos é a falta de uma legislação efetiva, que promova mudanças. Em 2015, o governo paulista proibiu o uso de sacolas plásticas comuns, motivando os supermercados a substituírem-nas por sacolas compostáveis ou recicláveis ou por sacolas retornáveis, as ecobags, mas depois voltou atrás. “Por enquanto, nada obriga as empresas e os consumidores a trocarem a embalagem de isopor por outras, mais sustentáveis. Ou, se há lei, não há fiscalização”, comenta a economista.

No Chile, ela acrescenta, o governo promoveu o uso de bioplásticos ao determinar, por lei, que as embalagens de e-commerce teriam de ser compostáveis, o que forçou a substituição dos plásticos comuns. E, a partir de agosto, hotéis e restaurantes da União Europeia terão de remover os plásticos descartáveis de uso único para alimentos ou produtos de limpeza, substituindo-os por materiais biodegradáveis, como forma de reduzir a produção de resíduos. ●

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

Da luz ao combustível verde

Protótipo de reator aumenta conversão de energia solar em química e produz mais hidrogênio a partir da água

IGOR ZOLNERKEVIC

Uma equipe do Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas, São Paulo, aumentou em oito vezes a eficiência de uma tecnologia ainda experimental chamada fotoeletrolise, que converte a energia solar em química e produz gás hidrogênio a partir da água. Os pesquisadores também desenvolveram um método de fabricação em larga escala, a partir de materiais atóxicos e baratos, do reator usado nesse processo, que foi objeto de cinco pedidos de patente.

Os resultados do trabalho foram publicados em setembro de 2025 em artigo que ganhou a capa da revista científica *ACS Energy Letters*. O experimento é mais um passo na busca por tornar viável o emprego da fotoeletrolise em aplicações industriais. O projeto é financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com apoio da FAPESP

por meio do Centro de Pesquisa em Engenharia Molecular para Materiais Avançados (CEMol) e Centro de Inovação em Novas Energias (Cine).

O gás hidrogênio é um ingrediente essencial para a indústria química, sobretudo na fabricação de fertilizantes, e um potencial substituto dos combustíveis fósseis. A queima de 1 quilo (kg) de hidrogênio libera cerca de três vezes mais energia que a de 1 kg de gasolina, com a vantagem extra de não emitir nenhum gás de efeito estufa, apenas água. Atualmente 76% da produção mundial de hidrogênio ocorre por meio da reforma do gás metano. Esse processo libera em torno de 10 kg de dióxido de carbono (CO_2), principal gás de efeito estufa, a cada 1 kg de hidrogênio produzido. Nos últimos anos, métodos alternativos vêm sendo desenvolvidos no Brasil e no mundo para sua produção com baixas emissões de carbono, o chamado hidrogênio verde (*ver Pesquisa FAPESP nº 333*).

Uma dessas tecnologias é a eletrólise, que usa a corrente elétrica gerada

por fontes renováveis, como a energia eólica e a solar, para induzir uma reação que transforma as moléculas de água em oxigênio e hidrogênio. A eletrólise responde hoje por menos de 1% da produção global comercial de hidrogênio. A tecnologia ainda é cara, devido à infraestrutura necessária para conectar as fontes renováveis aos reatores de eletrólise e ao custo de seus componentes principais, os eletrodos, feitos de ligas metálicas.

Para reduzir esses custos, algumas linhas de pesquisa apostam em uma tecnologia que integra, em um único equipamento, a captação de energia solar e a produção de hidrogênio: a fotoeletrolise. A exemplo do reator de eletrólise, o fotoeletrolisador é composto por eletrodos, chamados de fotoânodo e fotocátodo. Quando a luz do Sol incide sobre o fotoânodo, surgem cargas positivas em sua superfície que, em contato com a água, as transformam em moléculas de oxigênio e prótons. Essas últimas partículas subatômicas são então atraídas para o fotocátodo, onde interagem com elétrons

formados por meio da irradiação solar e dão origem ao hidrogênio.

O principal obstáculo ao avanço da fotoeletrolise é a baixa eficiência dos fotoânodos. Desde 2019, o físico Flávio Leandro de Souza, da Universidade Federal do ABC (UFABC), lidera no LNNano uma equipe de cinco pesquisadores dedicada ao aprimoramento de fotoânodos feitos de hematita – um óxido de ferro, de cor âmbar, encontrado em rochas e no solo. O minério é abundante e estável em contato com a água, absorve bem a luz solar, mas normalmente é pouco eficiente em transformá-la em energia química. Para contornar essa limitação, o time liderado por Souza desenvolveu uma tinta à base de hematita e pequenas doses de alumínio e zircônio, dois elementos também abundantes no Brasil. “Com o pigmento, chegamos quase ao limite teórico do que o material pode atingir em termos de eficiência para fazer a conversão da energia solar para a química”, afirma Souza.

A equipe do LNNano pintou com a tinta de hematita 100 placas de vidro de 1 centímetro quadrado (cm²), todas com a mesma capacidade de funcionar como fotoânodos. Dez dessas placas, ligadas em série, formam metade de um protótipo

de reator, instaladas em um recipiente retangular por onde circula água, dotado de janelas transparentes para a entrada de luz. Como o foco do estudo era avaliar somente os fotoânodos, a outra metade do reator não era composta de fotocátodos, mas de eletrodos de platina padrão, acoplados a um painel solar comercial.

Os dispositivos operaram de forma estável por mais de 120 horas em laboratório, sob a luz de um simulador solar de grande área, construído pelo físico Renato Gonçalves, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), coautor do estudo. Dois protótipos também foram testados ao ar livre, funcionando ao longo de um dia inteiro de sol. Durante os experimentos, os pesquisadores coletaram amostras e realizaram análises de toxicidade, concluindo que a água do reator pode ser descartada com segurança, sem nenhum tratamento especial.

“O trabalho do LNNano enfrenta um dos principais gargalos da área: a transição da pesquisa em laboratório para a

construção de dispositivos escaláveis, estáveis e ambientalmente seguros”, avalia o físico Heberton Wender, que pesquisa fotoeletrolise na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e não participou do estudo. Ele também destaca como o uso de vários fotoânodos pequenos, em vez de um único de área maior, melhora a coleta de cargas elétricas no dispositivo. “Essa arquitetura modular eleva o nível de maturidade da tecnologia.”

Souza conta que o próximo passo da pesquisa será montar um protótipo totalmente independente de painéis solares, com 10 fotoânodos de hematita e 10 fotocátodos de óxido de cobre fabricados pelo mesmo método, ainda no primeiro semestre de 2026. De acordo com o pesquisador, a fotoeletrolise pode ser uma alternativa de baixo custo para a produção de hidrogênio verde em aplicações que não precisem de grandes volumes do gás. “Em vez de produzir, envasar e transportar hidrogênio, seria possível instalar estações de fotoeletrolise nos locais onde a indústria precisa dele como insumo”, explica o pesquisador do CNPEM. ●

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

Teste com reator de fotoeletrolise desenvolvido pelo CNPEM





Amônia renovável

Pesquisadores brasileiros desenvolvem novo processo para produzir de forma sustentável insumo largamente usado na agricultura

YURI VASCONCELOS

Matéria-prima essencial para a fabricação de fertilizantes nitrogenados, empregados em larga escala no setor agrícola, a amônia é produzida a partir de gás natural em um processo industrial intensivo em energia, pois exige temperatura e pressão elevadas. Para cada tonelada (t) gerada do produto, 2 t de dióxido de carbono (CO_2) são lançadas na atmosfera. Estima-se que a produção industrial mundial de amônia responda pela liberação anual de cerca de 450 milhões de t de gases de efeito estufa, em torno de 1% a 2% das emissões totais do planeta. A fim de enfrentar esse problema, há um esforço global para tornar viáveis rotas sustentáveis de produção de amônia a partir de insumos e fontes de energia renováveis.

No Brasil, uma dessas iniciativas é liderada pelo químico Raphael Nagao, do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (IQ-Unicamp). À frente de um grupo de pesquisadores, ele desenvolveu um processo inovador que recorre à energia renovável para converter

nitrato, um poluente presente em águas residuais, diretamente em amônia, reduzindo a dependência do método tradicional, que depende de combustível fóssil.

“A tecnologia que criamos, patenteada no INPI [Instituto Nacional da Propriedade Industrial] e licenciada no ano passado para a startup BGEnergy, de Campinas, recorre a um processo de redução eletroquímica para transformar nitrato em amônia renovável ou verde, reduzindo custos e impactos ambientais”, informa Nagao. Nesse tipo de reação, a molécula de nitrato (NO_3^-) ganha elétrons e sofre uma alteração na estrutura atômica, possibilitando sua conversão em amônia. Iniciado em 2019, o trabalho recebeu quatro auxílios da FAPESP e foi desenvolvido no âmbito do Centro de Inovação em Novas Energias (Cine), apoiado pela Fundação e pela empresa Shell. Também fazem parte da equipe os pesquisadores Thiago de Moraes Mariano, Gabriel Floriano Costa e Manuel Edgardo Gomez Winkler, todos do IQ-Unicamp.

A redução eletroquímica de nitrato em amônia, explica Nagao, funciona como uma “reciclagem

Quantificação
colorimétrica de amônia:
quanto mais verde
o líquido, maior
é a concentração

inteligente”, que usa eletricidade para transformar um poluente comum da água em um recurso valioso – no caso, fertilizantes agrícolas. “Imagine um sistema com dois bastões metálicos mergulhados em uma solução com água poluída que contenha nitrato. Quando ligamos a energia, o eletrodo negativo [cátodo] atrai as moléculas de nitrato e começa a bombardeá-las com elétrons. Esse processo enfraquece e rompe gradualmente as ligações entre o nitrogênio e o oxigênio do nitrato, removendo os átomos de oxigênio”, descreve o pesquisador da Unicamp. Para que a transformação seja completa, o sistema busca átomos de hidrogênio presentes na própria água, unindo-os ao átomo de nitrogênio que restou.

A amônia é um composto químico formado por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio (NH_3). Em condições ambientais, a substância é um composto volátil, que pode existir na forma gasosa ou dissolvida em água. Quando resfriada ou comprimida, a amônia passa para o estado líquido. Cerca de 80% da produção global do insumo é destinada às fábricas de fertilizantes; o restante é usado para outras aplicações industriais, entre elas a fabricação de plásticos e explosivos.

“O grande desafio dessa técnica é garantir que o nitrogênio presente no nitrato se transforme em amônia, e não em gás nitrogênio comum [N_2], que simplesmente escaparia para a atmosfera”, diz Nagao. Para isso, o grupo desenvolveu materiais especiais, chamados catalisadores, que revestem os eletrodos (os bastões metálicos) e funcionam como guias químicos. “A molécula de nitrato adere aos materiais na posição correta, facilitando a entrada de exatamente oito elétrons e nove prótons para cada molécula. É como uma linha de montagem em escala atômica na qual cada peça precisa ser encaixada na ordem certa para que, ao final do ciclo, a amônia seja liberada de forma eficiente e pura.”

Diferentemente do método tradicional, chamado Haber-Bosch, o processo proposto pela equipe paulista pode ocorrer em temperatura ambiente e ser alimentado por fontes renováveis de energia, como painéis solares ou turbinas eólicas. “A pesquisa da Unicamp apresenta uma alternativa que rompe com o modelo tradicional da indústria petroquímica ao buscar novos caminhos mais eficientes do ponto de vista energético e ambiental

para a síntese de amônia”, avalia o químico Ernesto Pereira, do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pesquisador principal do programa Hidrogênio de Baixo Carbono (LCH₂), do Cine. “Ao trocar combustíveis fósseis por energia limpa, reduz-se de forma direta a pegada de carbono associada à produção de fertilizantes.”

Segundo Pereira, em um contexto global marcado pela urgência climática e pela busca da segurança alimentar, a pesquisa brasileira posiciona o país na fronteira internacional do desenvolvimento de tecnologias para fertilizantes de baixo carbono, abrindo perspectivas para reduzir a dependência de insumos importados.

“Um dos diferenciais do processo coordenado por Nagao é que a produção de amônia acontece em condições muito mais simples do que as usadas pela indústria tradicional. E emprega eletricidade como principal fonte de energia”, acrescenta o pesquisador da UFSCar, que não fez parte do grupo responsável pelo estudo.

O outro diferencial do método proposto é a utilização do nitrato presente em águas residuárias e efluentes industriais. “O composto vem principalmente do escoamento de fertilizantes agrícolas e do descarte de esgotos domésticos e industriais que poluem”, esclarece Nagao. “A nova técnica ajuda a limpar o que descartamos, reaproveitando o que antes seria apenas poluição invisível, transformando o passivo ambiental em ativo econômico.”

Contudo, ainda há problemas a serem resolvidos. “Usar efluentes industriais para gerar produtos energéticos é a solução para tornar viável o custo de tratar esses resíduos. Mas um grande obstáculo para utilizar nitrato no processo de fabricação de amônia verde é a variação das características químicas desse resíduo ao longo do ano somada, em muitos casos, a uma alta carga orgânica encontrada no efluente”, alerta a química Juliana Brito, do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Araraquara. “Conseguir otimizar de forma eficiente um processo de larga escala com variação constante da composição da matéria-prima é, certamente, o maior desafio do processo.”

Outra limitação da rota criada na Unicamp é a quantidade de nitrato necessária para a conversão em amônia. Como o volume da substância em rios e aquíferos é baixa, será preciso fazer uma concentração prévia dela. Uma alternativa, segundo o grupo da Unicamp, seria a conversão de gás nitrogênio diretamente do ar em amônia. Essa técnica já vem sendo usada pela startup australiana Jupiter Ionics, uma spin-off da Universidade Monash, de Melbourne, criada em 2021.

A oferta global de amônia verde é atualmente residual e representa menos de 1% do mercado do insumo. Dados do relatório “Green ammonia market”, da consultoria MarketsandMarkets, projetam que o setor terá um faturamento de US\$ 6,16 bilhões em 2030 ante os US\$ 290 milhões em 2024. A rota tradicional para a produção de amônia renovável utiliza o processo de síntese Haber-Bosch – o mesmo empregado na síntese da amônia oriunda do gás natural –, mas usa como insumos o hidrogênio verde, obtido a partir da eletrólise da água (ver Pesquisa FAPESP nº 333), e o nitrogênio capturado do ar. No processo convencional, o hidrogênio tem origem em um combustível fóssil. Como a energia usada no processo produtivo da amônia verde provém de fontes renováveis, não há geração de CO₂.

“Investimentos milionários vêm sendo feitos em diversos países para gerar amônia a partir de um processo ambientalmente amigável”, destaca Brito, da Unesp. “Como nossa produção de alimentos depende da amônia, rotas que sejam economicamente viáveis de fabricar esse composto de forma menos onerosa ao ambiente são de

extrema importância. Além de o Brasil ser uma potência no cenário agrícola mundial, com essa pesquisa poderemos nos destacar na produção de fertilizantes sustentáveis.”

Seis artigos do grupo de Campinas detalhando aspectos do novo processo já foram publicados em periódicos científicos internacionais. Em um deles, divulgado em janeiro de 2024 na *Chem Catalysis*, os pesquisadores identificaram que o cobre e seus óxidos são bons catalisadores para a produção de amônia. Esse trabalho motivou a patente e o licenciamento da tecnologia.

Em um artigo mais recente, elaborado com uma equipe do Imperial College, de Londres, que foi capa da revista *Advanced Science*, em agosto de 2025, o grupo mostrou como átomos isolados poderiam ser usados como catalisadores para a reação. “Utilizamos a linha Carnaúba do acelerador de partículas Sirius [espectroscopia de absorção de raios X] para comparar a eficácia de nosso processo com o Haber-Bosch. Como demonstrado, ainda não atingimos valores de conversão e eficiência tão grandes quanto o método tradicional, mas já o ultrapassamos na taxa de produção”, conta Nagao.

MATURIDADE TECNOLÓGICA

Apesar dos bons resultados obtidos em escala laboratorial, a tecnologia nascida na Unicamp ainda se encontra em fase de pesquisa e desenvolvimento (P&D), ressalta Vítor Riedel, diretor-executivo da BGEnergy, e não é um produto pronto para lançamento comercial. “Estimamos que o nível de maturidade tecnológica [TRL] dela seja 4, correspondente à validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório”, diz. A escala de níveis de maturidade tecnológica foi criada pela agência espacial norte-americana Nasa e é empregada para avaliar o estágio de desenvolvimento de inovações tecnológicas em diferentes setores da economia. Vai da pesquisa básica (1) à operação comercial real (9).

Riedel esclarece que, no curto prazo, estimado entre dois e três anos, a expectativa é avançar em projetos de P&D colaborativos com empresas interessadas em soluções de baixo carbono para a produção de amônia, incluindo testes em escala-piloto. “Considerando os ciclos típicos de maturação tecnológica, um horizonte de médio prazo, entre cinco e oito anos, é realista para aplicações comerciais iniciais, condicionado a resultados consistentes em escala maior, integração com fontes renováveis, viabilidade econômica e interesse de parceiros industriais”, pondera o executivo da BGEnergy. ●

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



Reator usado para converter nitrato em amônia renovável

Vida longa às frutas e legumes

Legumes respondem pelas maiores perdas nos mercados

Solução com amido ou celulose prolonga em até uma semana a vida útil de alimentos com casca fina

CARLOS FIORAVANTI

Após duas décadas dedicadas à identificação de formas de conservar alimentos frescos cuja casca é retirada antes do consumo, o engenheiro-agrônomo Marcos David Ferreira, da Embrapa Instrumentação, em São Carlos (SP), lançou-se a uma tarefa mais desafiadora: encontrar compostos que possam manter a qualidade de alimentos com casca comestível, prontos para o consumo.

Por lei, os legumes e as hortaliças que formam esse grupo não podem ser submetidos aos banhos de spray com os compostos chamados de revestimentos naturais comestíveis, que atuam como barreiras à troca gasosa, retardam o metabolismo e evitam a ação de fungos e bactérias. Em frutas de casca espessa, como o melão e o abacaxi, normalmente se aplica uma fina camada de emulsão de cera de carnaúba, que prolonga o chamado tempo de prateleira em até 15 dias. Uma emulsão é produzida pela combinação de dois líquidos que não se

misturam, normalmente água e óleo, podendo conter outros componentes.

Em busca de alternativas, com apoio da FAPESP e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Ferreira e seu grupo examinaram a viabilidade de aplicação de polissacarídeos, como são chamados os carboidratos de cadeias longas, sobre os alimentos consumidos com casca, como os pepinos, ou submetidos ao cozimento, como tomates. Os polissacarídeos foram diluídos em água contendo glicerol, em diferentes concentrações, e aplicados de modos distintos, a fim de conhecer o mais adequado.

Como detalhado em um trabalho publicado em novembro de 2025 na revista científica *Foods*, a superfície de frutas e hortaliças é capaz de absorver ou repelir água de maneira distinta. Os pesquisadores associaram essa propriedade com as películas capazes de reduzir a perda de água e o consequente ataque de microrganismos. Revestimentos desse tipo podem prolongar a qualidade dos alimentos em até uma semana, conforme outro estudo.

Os revestimentos à base de celulose, amido de batata e de milho apresentam maior afinidade com a água. De acordo com esse estudo, vegetais com pouca cera natural na superfície e que absorvem mais água, como batata e pepino, podem se beneficiar desse tipo de revestimento. Por sua vez, outro grupo, formado por películas à base de pectina, mostrou um

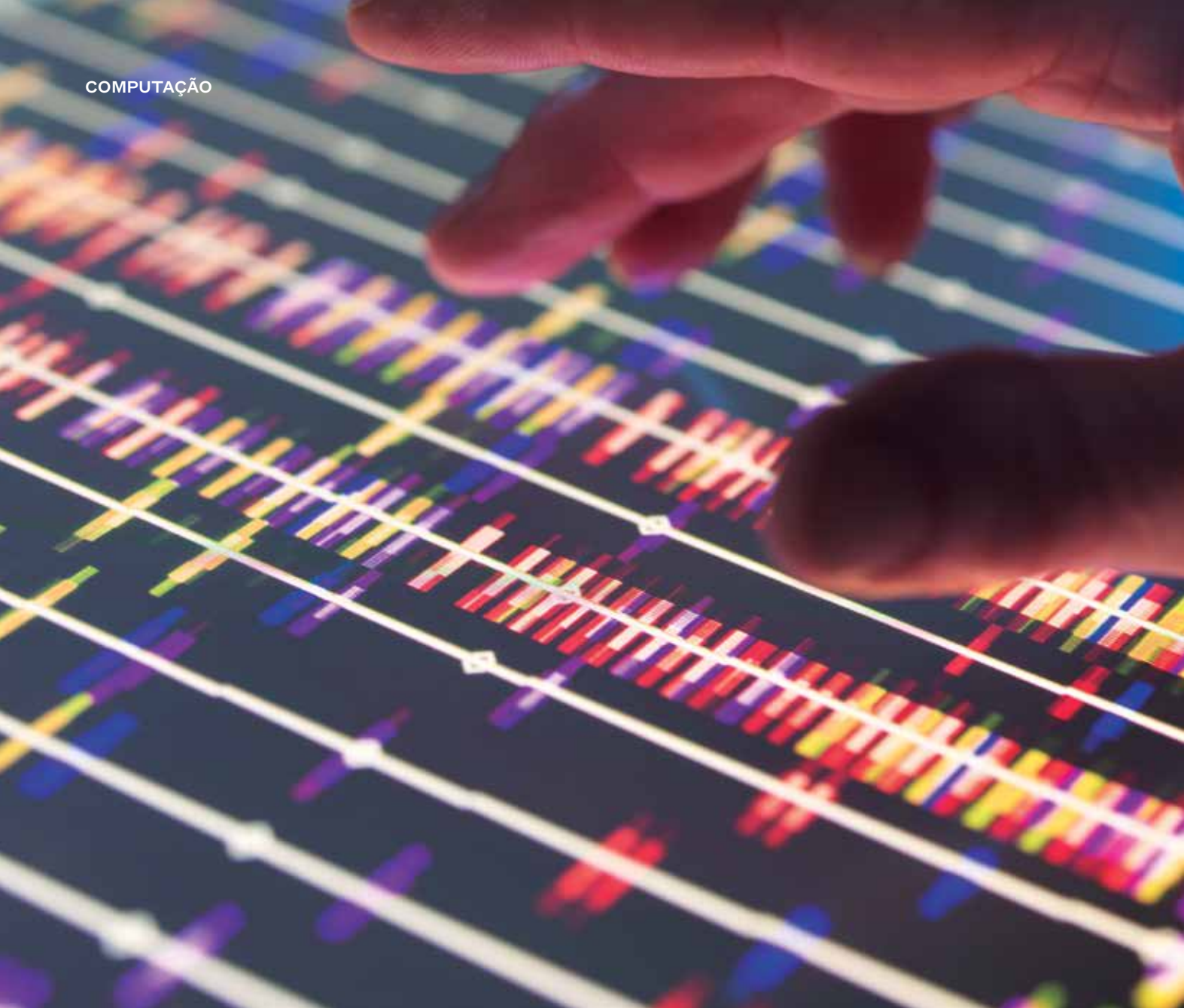
maior potencial para proteger os alimentos cuja casca repele mais a água por ter uma cutícula cerosa, como a da berinjela e do pimentão.

“Não há uma emulsão que possa ser aplicada em todos os alimentos consumidos com e sem casca”, diz Ferreira. Essa constatação, válida para hortaliças e legumes, reforça a necessidade de ajustes mesmo nos revestimentos comestíveis feitos com uma emulsão de cera de carnaúba, já usados há muitos anos.

“O revestimento natural de legumes e hortaliças é uma área a ser explorada”, atesta o engenheiro-agrônomo Fabiano Coldebella, gerente comercial da AgroFresh, uma distribuidora de produtos para conservação de alimentos pós-colheita sediada nos Estados Unidos. “A dificuldade é tornar a formulação viável comercialmente. Além dos testes para registro, nesse caso há muitos pequenos produtores ou a produção vai direto para o mercado. Seria preciso criar espaços coletivos ou novos métodos de aplicação.”

Desde 2020, a AgroFresh distribui no Brasil e em países da América do Sul uma nanoemulsão de cera de carnaúba que começou a ser desenvolvida em 2011 pela Embrapa Instrumentação, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e pela empresa paulista QGP/Tanquímica, que atualmente a produz. ●

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



COMPUTAÇÃO

Novo polo de bioinformática

Instituto da UFRN promove a criação de empresas inovadoras que já atendem clientes internacionais

MARIANA CECI, de Natal (RN)

Todos os dias, pouco antes das 8h, a biotecnologista cearense Tayná Fiúza chega ao terceiro andar do prédio que abriga o Instituto Metrópole Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (IMD-UFRN) e liga o computador. Pela janela, ela pode ver o maior parque urbano sobre dunas do Brasil, em Natal, capital do estado, que preserva os trechos mais ao norte da Mata Atlântica. Sua prioridade é conferir se chegaram dados genômicos enviados por uma empresa de Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, com os pedidos de diagnósticos genéticos.

Fiúza trabalha na DNA GTx Bioinformatics, uma das seis empresas fundadas no IMD na área de bioinformática, campo interdisciplinar que, por meio de programas e algoritmos específicos, analisa grandes volumes de dados biológicos, como sequências de DNA e RNA. O IMD, fundado em 2011, é uma unidade acadêmica especializada em tecnologia da informação da UFRN, que sedia o Centro Multiusuário de Bioinformática. “Quase metade dos meus colegas atua em startups incubadas no instituto ou presta consultoria a empresas de fora do país”, diz ela. Dos 94 mestres e doutores formados até 2025 no Programa de Pós-graduação em Bioinformática da UFRN, 30% tornaram-se professores, 40% seguiram a carreira acadêmica ou empregaram-se em órgãos públicos e 30% trabalhavam em empresas, como Fiúza, que faz doutorado em bioinformática.

Com ela trabalha a maranhense Rafaella Ferraz. Formada em biologia na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), ela fez o mestrado em oncologia na Universidade Federal do Pará (UFPA) e se mudou para Natal para fazer parte do doutorado e ficar um tempo com o grupo de pesquisa. “Quando concluímos o doutorado, além do pós-doutorado, aqui em Natal também temos a possibilidade de ingressar logo no mercado de

trabalho na mesma área em que nos especializamos”, diz Ferraz.

Valendo-se dos incentivos oferecidos pelo IMD, como a possibilidade de usar uma sala por até dois anos sem pagar aluguel, apoio no desenvolvimento dos produtos e mão de obra qualificada, a startup que deu origem à DNA GTx foi criada pelo biólogo Sandro de Souza, em 2018. Seis anos antes, ele trabalhava no Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer, onde havia sido o coordenador de bioinformática do Projeto Genoma Humano do Câncer, em São Paulo, financiado pela FAPESP e pelo próprio Instituto Ludwig (*ver Pesquisa FAPESP nº 52*), quando resolveu se mudar para a UFRN.

Em junho de 2022, durante a pandemia de Covid-19, a startup originalmente batizada de Duna Bioinformatics, em referência às dunas que cercam Natal, sofreu uma reviravolta. Após uma palestra on-line sobre o cenário da bioinformática e da biotecnologia no Brasil em um fórum de negócios árabe, Souza foi abordado por um dos

A biotecnologista Tayná Fiúza analisa dados genômicos na DNA GTx



donos da DNA GTx, uma rede de laboratórios de diagnósticos genéticos sediada em Dubai. “Eles sabiam que a genômica seria a próxima grande área da medicina a explorar e precisavam de bioinformática”, diz ele.

A conversa levou a uma proposta de compra da empresa potiguar, que foi aceita, por um valor não revelado, sob a condição de manter a equipe de pesquisa brasileira e a filial em Natal. A startup mudou de nome para DNA GTx, ampliou a cartela de serviços e hoje figura como uma das estrelas do IMD. Na sala da empresa, com Souza, que permaneceu como coordenador científico, trabalham oito bioinformatas, em sua maioria egressos do mestrado ou do doutorado em bioinformática da UFRN.

No computador de Fiúza roda um programa desenvolvido pela própria startup, o D-Krypt, que exibe o resultado das análises do genoma. O software combina métodos de inteligência artificial, bancos de dados científicos e descrição clínica dos pacientes para reduzir os marcadores genéticos potencialmente relevantes de milhares para apenas algumas dezenas. Um painel unificado exibe, no centro, os genes sequenciados e as mutações encontradas. Do lado direito, aparecem as classificações das mutações: provavelmente patogênica, patogênica, benigna, provavelmente benigna ou significado incerto. No canto esquerdo, referências diretas da literatura científica sobre os impactos de cada mutação e, abaixo, um resumo dos principais pontos apresentados em cada artigo. Com essas informações, em horas, Fiúza registra as variantes genéticas relevantes para o diagnóstico. Até há poucos anos, esse mesmo trabalho exigia semanas ou meses e computadores muito mais poderosos.

Além do diagnóstico de doenças, a empresa atua em oncologia de precisão, área que utiliza informações genéticas para orientar a condução do tratamento de câncer com base nas mutações identificadas por sequenciamento. “Essa abordagem permite, por exemplo, avaliar de forma personalizada quais terapias poderiam ter maiores chances de sucesso”, explica Souza.

No ano passado, ele começou também a fazer análises de marcadores genéticos relevantes associados à saúde cardiovascular e ao desempenho de atletas de alta performance e da resposta a fármacos no organismo por meio de culturas celulares tridimensionais, que reproduzem aspectos da organização tecidual. Por enquanto, a maior parte dos diagnósticos feitos pela empresa é de pessoas de fora do Brasil.



Em um bairro próximo à universidade trabalha a equipe da Genaptus. O biólogo Daniel Lanza, do Departamento de Bioquímica da UFRN, sua mulher, a bióloga Luciana Menolli, e a médica-veterinária Roseli Pimentel a criaram em 2019 para resolver problemas apresentados pelos proprietários da Potiporã, a maior produtora de camarões do país, sediada em Pendências (RN), a 200 quilômetros de Natal. Doenças causadas nesses animais por vírus ou bactérias, nem sempre identificadas a tempo, podem ser fatais. “Vimos que poderíamos fazer, e melhor, muitas análises que eram realizadas por empresas de fora do Brasil, atuando desde o melhoramento genético até a detecção de vírus, bactérias e outros organismos que poderiam afetar a produção”, relata Pimentel.

Os resultados das análises genéticas realizadas na startup potiguar norteiam eventuais ajustes na produção. “Embora utilize equipamentos e plataformas internacionais, a tecnologia da Genaptus se baseia em marcadores genéticos e softwares desenvolvidos no Brasil, o que reduz custos e torna as análises mais acessíveis e aplicáveis às condições do produtor”, comenta Lanza. Com o aumento da demanda, a empresa instalou um laboratório próprio e começou a atender outros criadores de camarões no Brasil, no México, no Equador e em Malta.

Para os pesquisadores à frente das startups de Natal, como as de todo o país, o principal desafio é conseguir dinheiro para levar os planos adiante (*ver Pesquisa FAPESP nº 359*). Desde a fundação, a Genaptus construiu o laboratório

Juliana Gabriela Lima, pesquisadora da Genaptus: foco é a saúde dos camarões

e a infraestrutura com cerca de R\$ 3,4 milhões captados por meio de projetos e editais da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) do Rio Grande do Norte. “Hoje a empresa se mantém sem editais, mas não foi fácil chegar até aqui”, relata Lanza.

Os editais públicos foram importantes também para outra inquilina do IMD, a MicroCiclo Biotecnologia, que desenvolve combinações de microrganismos para eliminar resíduos industriais ou domésticos. Criada em 2019 por cinco biólogas da UFRN, a startup conseguiu desde então cerca de R\$ 5 milhões por meio de oito programas de apoio a empreendedores. “Tivemos de construir uma fábrica para análises e produção antes mesmo de pensar em lucro, que, por sinal, ainda não chegou”, comenta a bióloga Lucymara Fassarella, uma das fundadoras da empresa.

Geralmente idealizadas por pesquisadores em início ou no meio da carreira acadêmica, as startups do campo da bioinformática de Natal não surgiram de forma isolada. Elas integram um ecossistema que começou a ser formado há 13 anos para articular pesquisa científica, formação de recursos humanos e inovação tecnológica na capital potiguar. Esse arranjo tem como eixo o IMD e o Metrôpole Parque, um dos oito parques tecnológicos em operação do Nordeste, localizada no próprio instituto.

Criado em 2017, o Metrôpole Parque oferece uma série de benefícios estendidos às empresas sediadas nos bairros vizinhos da UFRN, como o acesso à fibra óptica de alta velocidade e ao datacenter do instituto. O credenciamento no

parque facilita a obtenção de incentivos fiscais municipais, como redução do Imposto Sobre Serviços (ISS) e do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

O número de empresas ligadas ao parque passou de 31 em 2019 para 182 em 2025, com um salto de 400 para 3.400 empregos gerados nesses seis anos. “Mesmo com a redução do desconto do ISS de 5% para 2%, as empresas passaram a recolher, em média, 53 vezes mais para a prefeitura do que em 2019, que é o que se espera de um polo de empresas de alta tecnologia”, destaca o engenheiro eletricista Ivonildo Rêgo, diretor do IMD e ex-reitor da UFRN.

Segundo ele, os resultados se devem não apenas à articulação da universidade com a prefeitura e as empresas, mas também a uma grade curricular flexível, que motiva os estudantes a exercitarem a criatividade no desenvolvimento de soluções para problemas reais.

“Diferentemente do enfoque tradicional no país, que enfatiza a formação de docentes, os programas de graduação e pós do instituto potiguar valorizam a inovação, com disciplinas sobre empreendedorismo e uma estrutura institucional que permite a criação de pequenos negócios incubados na própria universidade”, comenta. O sistema adotado, ao mesmo tempo, atrai investimentos externos.

O modelo de ensino é flexível, inspirado em universidades norte-americanas que combinam *majors* (áreas principais) e *minors* (áreas complementares). O curso de bacharelado em tecnologia da informação, por exemplo, permite aos estudantes escolher trilhas formativas em áreas como desenvolvimento de software, internet das coisas, ciência da computação, jogos digitais, bioinformática e inovação e empreendedorismo. Desde 2025, passou a contar também com um bacharelado específico em inteligência artificial. No mesmo prédio, estão os programas de pós-graduação em bioinformática, tecnologia da informação e inovação em tecnologias educacionais.

“Pessoas altamente especializadas e criativas são a base da inovação tecnológica”, observa Rêgo. “Por isso, tentamos captar talentos desde o ensino básico, com um programa voltado para jovens com altas habilidades e superdotação, e integrá-los, em seguida, à graduação e à pós-graduação.” Lançado em 2021, o Programa Talento Metrôpole seleciona anualmente, por meio de editais, de 30 a 45 estudantes com idades entre 12 e 24 anos, dos três últimos anos do ensino fundamental, do ensino médio ou da graduação. Os escolhidos são acompanhados por um tutor – professor da universidade – e desenvolvem planos individuais de estudos, com direito a cursar algumas disciplinas da graduação. ●

Lucymara Fassarella no laboratório da MicroCiclo Biotecnologia: combinação de microrganismos para eliminar resíduos



Escolarização tardia



Reverter queda histórica das matrículas e criar metodologias para atender idosos e pessoas mais jovens se tornou um desafio central à Educação de Jovens e Adultos

CHRISTINA QUEIROZ — ilustrações DANIEL KONDO

Em uma sala na sede da União de Núcleos – Associações dos Moradores de Heliópolis e Região (Unas), a aula começa com uma pergunta prática: “Como você faz para marcar consulta no Sistema Único de Saúde [SUS]?”. O silêncio inicial é seguido pelo debate que mistura relatos pessoais, frustrações e estratégias improvisadas por moradores da maior favela de São Paulo em extensão territorial. Há quem dependa do filho para acessar o aplicativo de agendamento, enquanto outros alunos evitam ir ao posto de saúde por não conseguirem preencher fichas de atendimento. A partir de conversas como essa, surgem palavras-chave que são registradas por professores em lousas e, depois, transformadas pelos estudantes em frases ou pequenos textos.

A atividade faz parte do projeto de extensão Letramento, Educação Popular e Redes Sociais (LER), desenvolvido pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) em parceria com organizações sociais que atuam em áreas da capital paulista onde os índices de analfabetismo são altos. Criada no âmbito do Pacto Nacional pela Superação do Analfabetismo e Qualificação da Educação de Jovens e Adultos, estabelecido pelo Ministério da Educação (MEC) em 2024, a iniciativa oferece cursos de letramento social e digital associados à alfabetização, leitura e escrita. Com duração de quatro meses, a formação é voltada a jovens, adultos e idosos em situação de vulnerabilidade social, com o objetivo de incentivá-los a ingressarem na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Destinada a pessoas que não concluíram a educação básica, a EJA registrou em 2024 o menor número de matrículas dos últimos 20 anos, de acordo com o Censo Escolar divulgado no

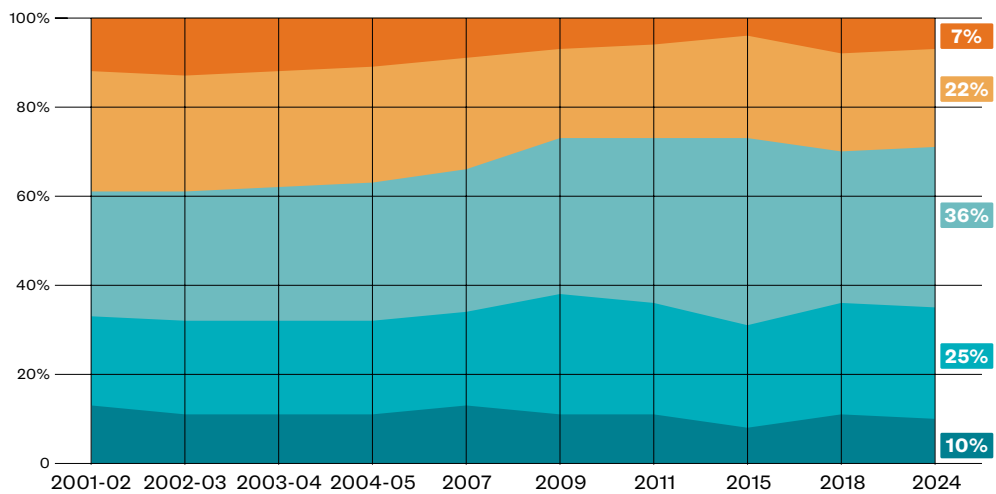
ano passado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). O levantamento indica que entre 2015 e 2024 as matrículas caíram de 3,5 milhões para cerca de 2,4 milhões, consolidando um processo de esvaziamento progressivo da modalidade. “É um número muito baixo, considerando o contingente de brasileiros que não concluíram a educação básica, cerca de 68 milhões de pessoas”, relaciona Zara Figueiredo, secretária de Educação Continuada, Alfabetização de Jovens e Adultos, Diversidade e Inclusão (Secadi), órgão criado pelo MEC em 2023.

Esse universo de 68 milhões de indivíduos abarca 9,3 milhões de pessoas não alfabetizadas, conforme dados mais recentes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Pnad-IBGE). Do total de analfabetos, mais da metade tem 60 anos ou estão acima disso e cerca de 1 milhão está na faixa de 15 a 39 anos. Segundo Figueiredo, apesar da demanda potencial, cerca de 2,4 mil cidades não têm oferta de EJA pela rede municipal e mais de mil não oferecem nenhuma vaga na modalidade. “Muitos alegam que não têm procura, mas os dados demográficos comprovam que há pessoas não alfabetizadas vivendo nesses territórios”, relata.

Na perspectiva de Maria Clara Di Pierro, professora da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FE-USP), a queda histórica de matrículas na EJA apresenta causas múltiplas. Entre elas, figuram a ausência de políticas de busca ativa de potenciais estudantes, a adoção de um modelo escolar que reproduz a lógica da educação infantil e a formação inadequada de professores para atuar com alunos na fase adulta. “A precarização do mercado de trabalho vem agravando o cenário. Pessoas com baixa escolaridade que transitam entre trabalhos informais e o desem-

Alfabetismo no Brasil

Em 23 anos, percentual de analfabetos diminuiu de 12% para 7%, mas o nível de pessoas proficientes permaneceu estável



FONTE: INAF

■ **Analfabeto:** pessoas que não conseguem realizar tarefas simples envolvendo a leitura de palavras e frases

■ **Alfabetismo rudimentar:** pessoas capazes de localizar informações explícitas, expressas de forma literal, em textos compostos de sentenças ou palavras

■ **Elementar:** indivíduo capaz de selecionar, em textos de extensão média, uma ou mais unidades de informação, realizando pequenas inferências

■ **Intermediário:** indivíduo capaz de localizar informação expressa de forma explícita ou não em textos diversos, realizando pequenas inferências

■ **Proficiente:** indivíduo que elabora textos de maior complexidade

prego têm rotinas instáveis, incompatíveis com os horários rígidos da escola regular”, analisa. Para Pierro, outro problema é a ausência de mobilização social. “Diferentemente da educação infantil, cuja expansão foi impulsionada pela pressão da sociedade e por medidas judiciais exigindo vagas em creches, a EJA raramente mobiliza ações coletivas”, diz. “E, como não há obrigatoriedade de estudar após os 18 anos, a procura não se manifesta de forma explícita.”

Em estudo realizado com outros pesquisadores da Universidade Federal do ABC (UFABC) e da USP, Pierro procurou estimar o público potencial da EJA em sete municípios da Região Metropolitana de São Paulo: Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. Iniciada em 2024 com financiamento da FAPESP, a pesquisa identificou a existência de 700 mil pessoas com 18 anos ou mais que não finalizaram a educação básica e poderiam estar matriculadas na modalidade de ensino. Desse total, 60% não concluíram o ensino fundamental e 40% o ensino médio. “A esse contingente soma-se um grupo de mais de 13 mil adolescentes de 15 a 17 anos, ou seja, em idade de escolarização obrigatória, que abandonaram a escola antes de terminar a educação básica e poderiam retornar ao sistema educacional por meio da EJA”, contabiliza a pesquisadora.

Ainda de acordo com o levantamento, a quantidade de pessoas não alfabetizadas dos sete municípios engloba cerca de 56 mil indivíduos. “Se incluímos aqueles que não completaram os quatro primeiros anos de escolaridade, que provavelmente estão na condição de analfabetismo funcional,

o número chega a 174 mil pessoas”, alerta a pesquisadora. Apesar da demanda expressiva, no entanto, Pierro informa que não houve expansão da oferta de vagas nas localidades avaliadas pelo estudo. Entre 2014 e 2024, as matrículas caíram mais de 56%, sendo que a queda mais intensa ocorreu durante e após a pandemia de Covid-19. No mesmo período, o número de escolas que ofertavam a modalidade de ensino foi reduzido em 37%. Isso significa, segundo a pesquisadora, que atualmente a cobertura escolar corresponde a menos de 20% da demanda potencial estimada nos sete municípios analisados.

A retração nas matrículas da EJA é uma realidade em todo o estado de São Paulo, de acordo com nota técnica da Rede Escola Pública e Universidade (Repu), formada por seis instituições públicas, incluindo a USP, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Publicado em 2024, o documento indica que em 2020 os alunos da modalidade na rede estadual somavam 220 mil pessoas, número que despencou para 105 mil, em 2023. “As redes têm concentrado as turmas de EJA em escolas específicas, reduzindo a quantidade de unidades que ofertam a modalidade de ensino. Embora racional do ponto de vista administrativo, a estratégia pode ser contraproducente para mobilizar a demanda. Se a escola deixa de estar no território do aluno, a frequência cai”, afirma a pesquisadora.

Coordenador do projeto de extensão citado no começo desta reportagem, o administrador público Daniel Arias Vazquez, da Unifesp, relata que em Heliópolis e favelas da Vila Prudente, o público atendido pela iniciativa é composto, majoritariamente, por mulheres idosas com baixa escolaridade, sendo que boa parte delas não sabe ler nem escrever. Já entre a população em situação de rua, atendida pelo projeto a partir de uma parceria com o Instituto Paulo Freire e a Pastoral do Povo da Rua, o perfil é predominantemente masculino, mais jovem e, em muitos casos, com trajetória escolar interrompida em fases mais avançadas. Há, ainda, presença significativa de mulheres trans que, embora tenham frequentado a escola, não concluíram a educação básica.

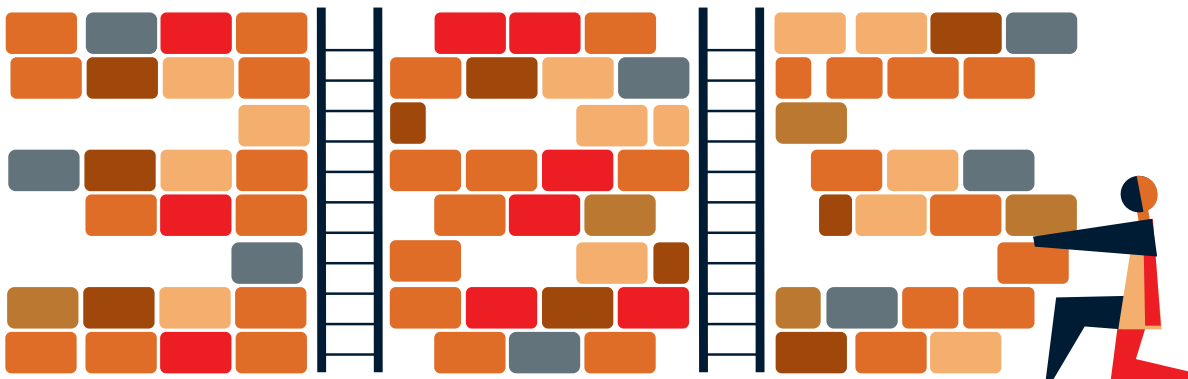
Iniciado em 2025, o projeto formou 274 alunos, com foco em três frentes articuladas: a melhoria do domínio técnico da leitura e da escrita, a ampliação do uso de tecnologias digitais e o exercício da cidadania. “Os conteúdos abarcam situações concretas do cotidiano, entre elas o acesso a serviços do governo por meio de plataformas digitais e a identificação de desinformação”, conta Vazquez. No ano passado, o projeto conquistou o primeiro lugar no Prêmio da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (Anpocs) de extensão universitária.

Historicamente, a EJA ocupou posição marginal na agenda de políticas públicas no Brasil, de acordo com Pierro. Uma das primeiras iniciativas do governo federal foi a criação, em 1947, do Serviço de Educação de Adultos. Em 1967, outro marco foi o estabelecimento do Movimento Brasileiro de Alfabetização (Mobral), que pretendia erradicar o analfabetismo no Brasil. Já a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, reconheceu a EJA como modalidade da educação básica e um direito do cidadão. “Com isso, a oferta de vagas foi ampliada, o governo federal criou materiais didáticos e documentos para orientar as redes. Mas, apesar dos avanços, nas décadas seguintes, o foco principal dos recursos federais foi expandir

o acesso à educação para crianças de 7 a 14 anos”, lembra Pierro. De acordo com ela, após 2016, a situação da EJA se agravou, com a redução do financiamento federal destinado à modalidade.

Pierro explica que o sistema educacional brasileiro estruturou a EJA para atender principalmente adultos de 40 a 60 anos. “Hoje, observamos que o envelhecimento populacional leva cada vez mais pessoas idosas, acima de 60 anos, à modalidade de ensino”, diz. Como reflexo desse movimento, em 2025, a Comissão de Defesa dos Direitos da Pessoa Idosa da Câmara dos Deputados aprovou o Projeto de Lei 2679/24, que propõe a inclusão explícita de pessoas idosas na modalidade de EJA. A proposta altera a LDB e, caso seja sancionada, a atual EJA passará a se chamar Educação de Jovens, Adultos e Idosos (Ejai), ampliando formalmente o atendimento a idosos que não concluíram o ensino fundamental ou médio.

O outro fenômeno refere-se à procura crescente de jovens com 15 a 19 anos pela modalidade de ensino, segundo o historiador Roberto Catelli, coordenador da área de educação da organização não governamental Ação Educativa. De acordo com o Censo Escolar, atualmente cerca de 63,9% dos alunos da EJA têm menos de 40 anos, e mais de 600 mil matrículas correspondem a pessoas com menos de 20 anos. Os dados do documento corroboram uma tendência já observada em levantamentos anteriores: o deslocamento de jovens do ensino regular para a EJA, sobretudo nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio. “Na EJA dos anos finais do ensino fundamental, cerca de 25% dos matriculados têm menos de 17 anos. Já no ensino médio da modalidade, metade dos estudantes possui menos de 23 anos”, comenta Catelli, autor do livro *Educação de jovens e adultos: Das concepções à sala de aula* (Editora Contexto, 2024). “Embora a idade



mínima para ingresso na EJA no ensino médio seja aos 18 anos, tem sido frequente a procura de jovens de 16 e 17 anos”, afirma, destacando que as escolas não podem realizar as matrículas, apesar da demanda. Já no ensino fundamental, a idade mínima para cursar a EJA é a partir de 15 anos, conforme estabelece a LDB. Com pesquisas sobre essa modalidade de ensino realizadas desde a década de 1990, o historiador é diretor dos cursos de EJA e Educação Profissional do Colégio Santa Cruz, em São Paulo.

A psicóloga Debora Cristina Fonseca, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Rio Claro, manifesta percepção similar à de Catelli. De acordo com ela, no estado de São Paulo, nos últimos 10 anos, adolescentes que completam 15 anos sem concluir o ensino fundamental têm sido automaticamente transferidos para a EJA. Assim, esses jovens passaram a ocupar um espaço que, historicamente, é frequentado por adultos. “E o resultado, em muitas escolas, é um ambiente escolar complexo, no qual precisam conviver senhoras que interromperam os estudos por causa da maternidade ou imposição familiar com meninos que foram excluídos do ambiente escolar por diferentes motivos”, conta a pesquisadora, que desde 2024 realiza pesquisa sobre a EJA com financiamento da FAPESP.

Como parte do estudo, Fonseca trabalha com quatro escolas públicas do interior de São Paulo, juntamente com o Centro de Referência Especializado em Assistência Social (Creas), responsável pela execução das medidas socioeducativas em meio aberto. As instituições recebem entre seus estudantes adolescentes que

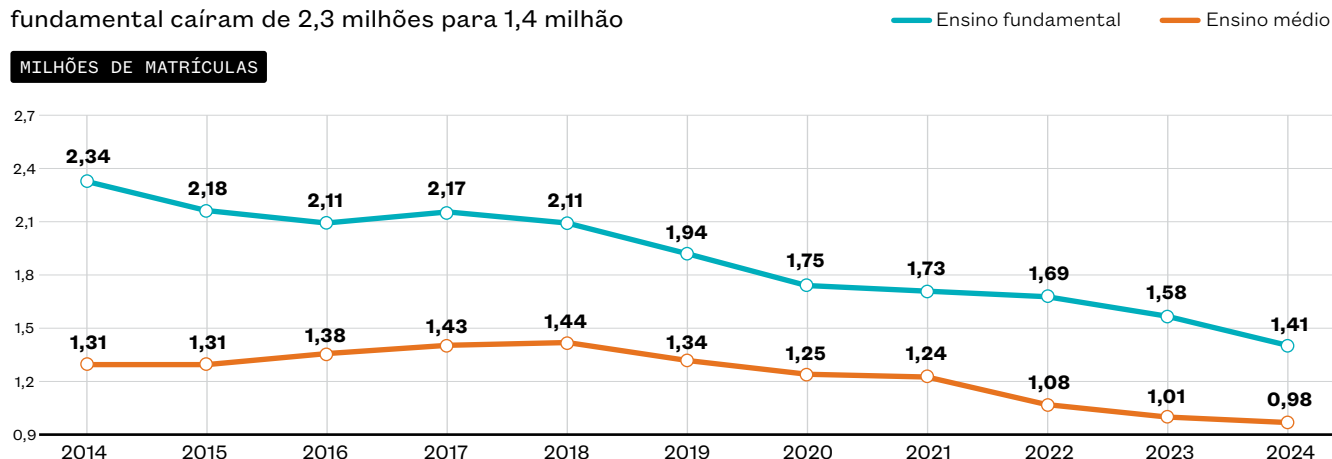
cumprem essas medidas. “Cerca de 90% deles apresentam defasagem escolar e 64% são analfabetos funcionais”, comenta. Em busca de caminhos que garantam a permanência dos alunos, de forma geral, no ambiente escolar, a pesquisadora desenvolveu uma metodologia de intervenção pedagógica baseada na ideia de “escrevivência”, da escritora Conceição Evaristo. Essa proposta sugere o desenvolvimento de um método de escrita que une experiência pessoal e literatura. A partir desse princípio, o projeto coordenado por Fonseca defende que as aulas de língua portuguesa, história, geografia e matemática sejam estruturadas a partir do compartilhamento de vivências.

“A principal premissa pedagógica da EJA deve ser o reconhecimento do repertório de experiências dos adultos”, sustenta Timothy Denis Ireland, que coordenou a cátedra da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) em Educação de Jovens e Adultos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), de 2011 a 2025. “A criança tem pouca experiência de mundo, mas o adulto tem muita. Qualquer metodologia precisa partir disso. É preciso saber ouvir antes de querer derramar conhecimento”, reforça. Como parte das ações do Pacto Nacional pela Superação do Analfabetismo, do MEC, que prevê investimentos de R\$ 4 bilhões até 2027 em diferentes iniciativas voltadas à educação de jovens e adultos, atualmente a cátedra da UFPB provê cursos on-line de formação continuada de professores. Desde 2024, essas formações já alcançaram 16 mil escolas de todo o Brasil.

Graduado em letras, Ireland nasceu na Inglaterra e vive em João Pessoa (PB). Desde a década de 1980 acompanha programas de alfabetização

Presença na EJA

Entre 2014 e 2024, matrículas para realizar o ensino fundamental caíram de 2,3 milhões para 1,4 milhão



FONTE: INEP (MEC)



realizados no Nordeste brasileiro. A região concentra cerca de 37% dos analfabetos funcionais do país, além de apresentar uma taxa de analfabetismo duas vezes superior à média nacional, segundo dados de 2024 e 2025 do Indicador de Alfabetismo Funcional (Inaf). Nesse contexto, um dos marcos da trajetória de Ireland foi o desenvolvimento do projeto Escola Zé Peão, que funcionou entre 1990 e 2018. Criada por meio de uma parceria entre a UFPB e o Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário, a iniciativa capacitava estudantes de licenciatura da universidade para atuar como docentes em canteiros de obra. Ao longo de 28 anos, o projeto formou cerca de 400 alunos da UFPB e atendeu mais de 5 mil operários.

Em relação à EJA do Colégio Santa Cruz, Catelli destaca a diversidade do público atendido, que inclui trabalhadores, mulheres que interromperam os estudos para cuidar de filhos, idosos e pessoas em situação de vulnerabilidade social. Segundo ele, os mais jovens buscam retornar à escola para ampliar as perspectivas profissionais, enquanto entre os mais velhos, a motivação é outra. “Eles dizem querer resgatar uma dívida consigo mesmos”, conta o historiador. “Aprender a ler e escrever significa ganhar autonomia para ir ao médico sozinho, preencher fichas e usar o banco sem medo de ser enganado. O impacto na autoestima é enorme.” Desde 1974, o colégio particular oferece gratuitamente essa modalidade de ensino e, anualmente, beneficia cerca de 600 alunos por meio de cursos de alfabetização, ensino fundamental e médio, além de formação técnica em administração e logística, a cerca de 600 alunos.

Em 2024, o Pacto Nacional pela Superação do Analfabetismo também financiou a elaboração de livros didáticos voltados à EJA. As obras apresentam conteúdos contextualizados à realidade de estudantes adultos, articulando saberes escolares a problemas vivenciados em diferentes contextos. “Profissionais como pedreiros, boleiras, funileiros, entregadores e trabalhadores da indústria têm conhecimentos matemáticos, técnicos e organizacionais que raramente são reconhecidos pela escola formal. Procuramos incorporar esses saberes no material didático”, conta Catelli, que participou da produção dos documentos.

Essa aproximação não se limita a uma dimensão simbólica, mas dialoga diretamente com evidências empíricas sobre os impactos da escolarização. O estudo “A educação que transforma vidas adultas” (2025), elaborado pela economista Fabiana de Felício, buscou mensurar o retorno financeiro da alfabetização de jovens e adultos e do ingresso na EJA entre pessoas de 18 a 60 anos. Realizada a partir de uma demanda da Unesco e do MEC, a pesquisa indica que a alfabetização na EJA pode gerar um aumento médio de renda de 16%. Entre aqueles que concluem o ensino fundamental pela EJA os ganhos chegam a 14%, enquanto a finalização do ensino médio representa, em média, um acréscimo salarial de cerca de 10% em comparação com quem parou os estudos no ensino fundamental. “A elevação da escolaridade de jovens e adultos não é apenas uma conquista individual. Quando a renda do trabalhador cresce, isso se traduz em maior consumo e arrecadação. Em escala nacional, esses ganhos têm potencial de impactar positivamente a economia do país”, conclui Felício. ●

Os projetos, as notas técnicas, os relatórios e os livros consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

LITERATURA

Recados do presente e do futuro



Livros de ficção climática refletem sobre a crise ambiental e os limites do planeta

ANA BEATRIZ RANGEL — ilustrações JOÃO MONTANARO

De dezembro de 2018 a fevereiro de 2019, cerca de meio bilhão de abelhas foram encontradas mortas na porção Centro-sul do Brasil, sobretudo no Rio Grande do Sul. Na ocasião, a notícia chamou a atenção da escritora gaúcha Natalia Borges Polezzo, que, desde 2016, compilava reportagens sobre o aumento das liberações de novos agrotóxicos no país, uma das causas apontadas por especialistas para a mortandade dos insetos naquele período.

Mais tarde, em 2021, Polezzo lançou *A extinção das abelhas* (Companhia das Letras), romance ambientado em um futuro próximo no qual o Brasil, sob o comando de um apresentador de televisão, enfrenta uma crise política e ambiental. Nesse contexto, as ruas são privatizadas, o trabalho se torna escasso e os insetos polinizadores não existem mais, comprometendo o equilíbrio dos ecossistemas. “Comecei a escrever o romance em 2016 e, aos poucos, a ideia do colapso da natureza foi se tornando central na narrativa”, afirma Polezzo, professora da área de letras da Escola de Humanidades da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS).

A obra é apontada pela escritora Ana Rüsche como parte de uma leva recente da literatura brasileira que aborda os efeitos das mudanças climáticas e a responsabilidade humana diante das catástrofes ambientais. Há, inclusive, um rótulo para classificar essa produção: ficção climática, termo que começou a ser utilizado por volta de

2007 e cuja veiculação é creditada ao jornalista norte-americano Daniel Bloom.

Para Rüsche, no entanto, não se trata propriamente de um novo gênero. “Prefiro chamá-la de uma ‘espécie literária’, porque pode transitar por diferentes formas, como romance, poesia, conto e teatro”, comenta a autora, que concluiu, em 2024, um estágio de pós-doutorado na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP) sobre ficção científica e mudança climática. A pesquisa resultou no livro *Quimeras do agora – Literatura, ecologia e imaginação política no Antropoceno* (Bandeirola, 2025).

Nos Estados Unidos, um dos principais nomes associados ao movimento é o escritor Kim Stanley Robinson, que iniciou a carreira literária na década de 1980 e é autor de obras como *The ministry for the future* (Orbit, 2020), romance ainda inédito no Brasil no qual descreve os esforços para enfrentar as mudanças climáticas após uma onda de calor devastadora na Índia. Seu primeiro livro publicado no país foi *Nova York 2140* (Editora Planeta, 2019).

Antes mesmo da consolidação do termo ficção climática, Robinson e outros autores, sobretudo norte-americanos, já produziam narrativas atravessadas por preocupações ambientais, então enquadradas no campo da ficção científica. É o caso de *A parábola do semeador*, de Octavia Butler (1947-2006), publicado originalmente em 1993 e lançado no Brasil em 2018 pela editora Morro Branco, e de *Floresta é o nome do mundo*, romance

de 1972 de Ursula K. Le Guin (1929-2018), que saiu no país em 2020 pela mesma casa editorial.

De acordo com Rüsche, a pandemia de Covid-19, que eclodiu em 2020, contribuiu para ampliar o interesse de leitores e escritores por esse tipo de literatura no Brasil. “A crise sanitária mostrou na prática, em escala global, os perigos de descredibilizar as evidências científicas, inclusive as que alertam há décadas sobre as mudanças climáticas”, declara a pesquisadora, que atualmente leciona na Universidade de Brasília (UnB). “A questão climática é um tema contemporâneo, que mobiliza sobretudo os mais jovens. O mercado editorial sabe disso e, claro, vem investindo nesse tipo de produção.”

O resultado é que, nos últimos anos, livros de autores nacionais que dialogam com o imaginário da crise ambiental passaram a ocupar espaço nas livrarias brasileiras. Entre eles, figuram *O deus das avencas* (Companhia das Letras, 2021), de Daniel Galera, *Água turva* (Companhia das Letras, 2024), de Morgana Kretzmann, *Ressuscitar mamutes* (Autêntica, 2024), de Silvana Tavano, e *Foi acabar bem na nossa vez* (Rocco, 2025), de Mariana Brecht.

No entanto, essa temática não é exatamente nova na literatura brasileira, como observa o pesquisador George Amaral. Na tese “A forma do romance no Antropoceno: Mutações do realismo formal diante da crise ecológica”, defendida em 2024 na FFLCH-USP, ele analisa obras que chama de “ficção de imaginação ecológica”, como o romance *Não verás país nenhum* (Global, 1981), de Ignácio de Loyola Brandão.

Escrita durante a ditadura militar (1964-1985), a distopia imagina um Brasil no século XXI mergulhado em um novo regime autoritário e em profunda crise ambiental, após a extinção da floresta amazônica. “É um romance visionário, porque relaciona as catástrofes ambientais às consequências das atividades políticas e econômicas humanas, um viés de pensamento que só se popularizou nos anos 1990”, afirma Amaral. Segundo o pesquisador, apesar de a obra apresentar um cenário distópico, no qual a natureza “praticamente perde o jogo”, a narrativa permite que os leitores mantenham uma “dose de esperança”, deixando margem para um possível recomeço.

Atualmente, uma palavra recorrente nesse tipo de literatura e nos estudos literários é Antropoceno. O termo se refere à atual época geológica marcada pelo impacto da espécie humana sobre o planeta, mas vem sendo objeto de debate em diferentes áreas do conhecimento. Cunhado na década de 1980 pelo biólogo Eugene Stoermer (1934-2012),

da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, o conceito ganhou projeção nos anos 2000 a partir de trabalhos realizados em colaboração com o químico holandês Paul Crutzen (1933-2021), vencedor do Prêmio Nobel em 1995. Em 2024, no entanto, a ideia de Antropoceno foi contestada pela União Internacional de Ciências Geológicas (Iugs). Entre os argumentos apresentados pela instituição estão a dificuldade de definir o início da era e a ausência de padrões geológicos globais que permitam delimitar os efeitos da ação humana.

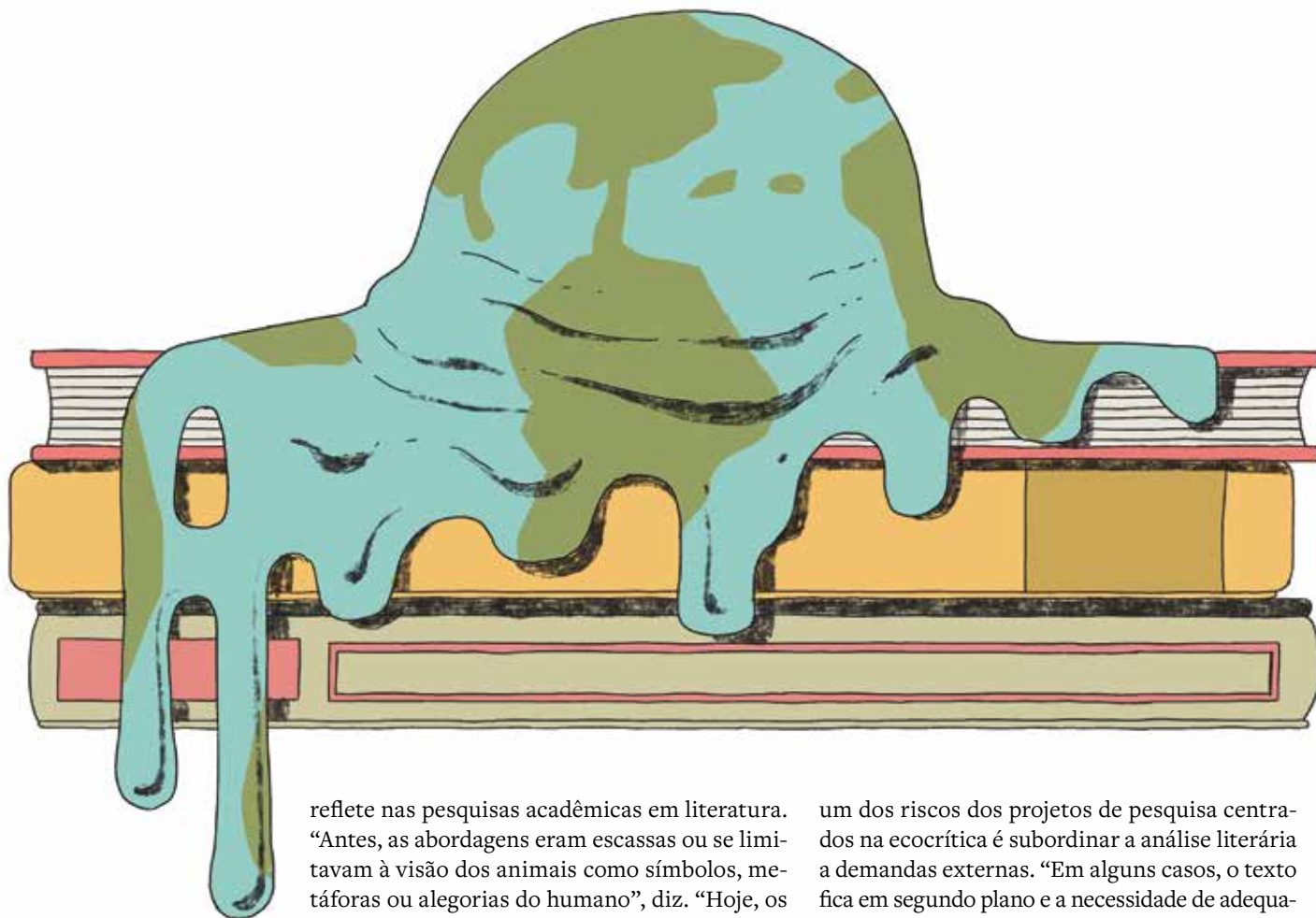
Segundo Rüsche, o Antropoceno é um conceito central para a ficção climática. “A narrativa sobre catástrofes naturais sempre esteve presente na literatura. A diferença é que, nos livros de ficção climática, a responsabilidade por elas é humana, o que se conecta com a noção de Antropoceno”, defende.

Muitas obras literárias inseridas nessa vertente vão além de imaginar as consequências catastróficas das mudanças climáticas. “Elas também buscam questionar o antropocentrismo, experimentando perspectivas para além da dicotomia entre natureza e cultura, como a dos animais, das plantas e do mundo natural de forma geral”, diz o filósofo Gabriel Salvi Philipson, que concluiu no final do ano passado estágio de pós-doutorado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) sobre a escrita literária da natureza. Ele integra também o Grupo de Estudos da Literatura no Antropoceno (Gela), vinculado à Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Esse é o caso do livro *Autobiografia de um polvo* (Bazar do Tempo, 2022), da escritora e filósofa belga Vinciane Despret, que, na fronteira entre ciência e ficção, investiga o que é chamado de linguagem poética dos animais. “Isso vem ocorrendo não apenas na ficção climática, mas em diversos livros da literatura contemporânea. Nessas obras, os animais têm sido apresentados como sujeitos dotados de inteligência, sensibilidade e pontos de vista sobre o mundo ao redor”, observa Maria Esther Maciel, professora da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que estuda a representação dos animais na literatura brasileira (ver Pesquisa FAPESP nº 330).

Maciel destaca que essa transformação também se

Algumas obras misturam distopia e utopia para imaginar outras formas de viver no planeta



reflete nas pesquisas acadêmicas em literatura. “Antes, as abordagens eram escassas ou se limitavam à visão dos animais como símbolos, metáforas ou alegorias do humano”, diz. “Hoje, os estudos sobre relações entre seres humanos e não humanos adquiriram uma feição transdisciplinar, que vai além da visão antropocêntrica.”

Questões como essas são o objeto de estudo da ecocrítica. O termo, que emergiu no final dos anos 1970, ganhou *status* de novo ramo dos estudos literários em 1996 com a publicação de uma série de artigos acadêmicos pela Associação dos Estudos de Literatura e Ambiente, fundada nos Estados Unidos no início dos anos 1990. Trata-se de uma vertente da crítica que pesquisa a relação entre a literatura e o ambiente ao analisar obras contemporâneas e antigas com a perspectiva ecológica, propondo-se a pensar a representação da natureza e de que forma a crise ambiental é narrada. “Essa corrente traz muitas possibilidades, bem como aspectos problemáticos”, comenta o filósofo Fabio Roberto Lucas, do Programa de Pós-graduação em Literatura e Crítica Literária da PUC-SP.

Responsável por um grupo de estudo sobre o assunto, o pesquisador foi um dos entrevistados pelo podcast *Eco-versas*, projeto de extensão daquela instituição que teve duas temporadas entre 2024 e 2025 para discutir a interseção entre literatura, ambiente e tecnologia. Segundo ele,

um dos riscos dos projetos de pesquisa centrados na ecocrítica é subordinar a análise literária a demandas externas. “Em alguns casos, o texto fica em segundo plano e a necessidade de adequação ao discurso ecológico se sobressai”, observa Lucas, atualmente em estágio de pós-doutorado na École Normale Supérieure de Paris, na França, onde investiga as relações da obra do poeta francês Paul Valéry (1871-1945) com a natureza.

A ficção climática se inseriu no campo de estudos da ecocrítica na década de 2010, quando artigos acadêmicos começaram a responder à emergência do termo na mídia. É o caso de um ensaio escrito por Laura Wright, professora de estudos literários da Universidade da Carolina Ocidental, nos Estados Unidos, publicado em 2019 como um dos capítulos do livro *New approaches to the twenty-first-century anglophone novel* (ou *Novas abordagens para o romance anglófono do século XXI*, em livre tradução), da editora Palgrave Macmillan. O texto analisa a literatura ambiental no Antropoceno. “Apesar de o termo ‘ficção climática’ ter surgido como um rótulo de mercado, sua inclusão gradual nas pesquisas é importante para entender quais serão seus efeitos na cultura”, argumenta Rüsche, para acrescentar: “As obras mais interessantes, como *A extinção das abelhas*, mesclam distopia e utopia e conseguem imaginar outras formas de viver no planeta quando a vida como conhecemos colapsar.” ●

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

Leitor atento

Ao analisar obras do período colonial ao século XX, João Adolfo Hansen questionou consensos da crítica literária

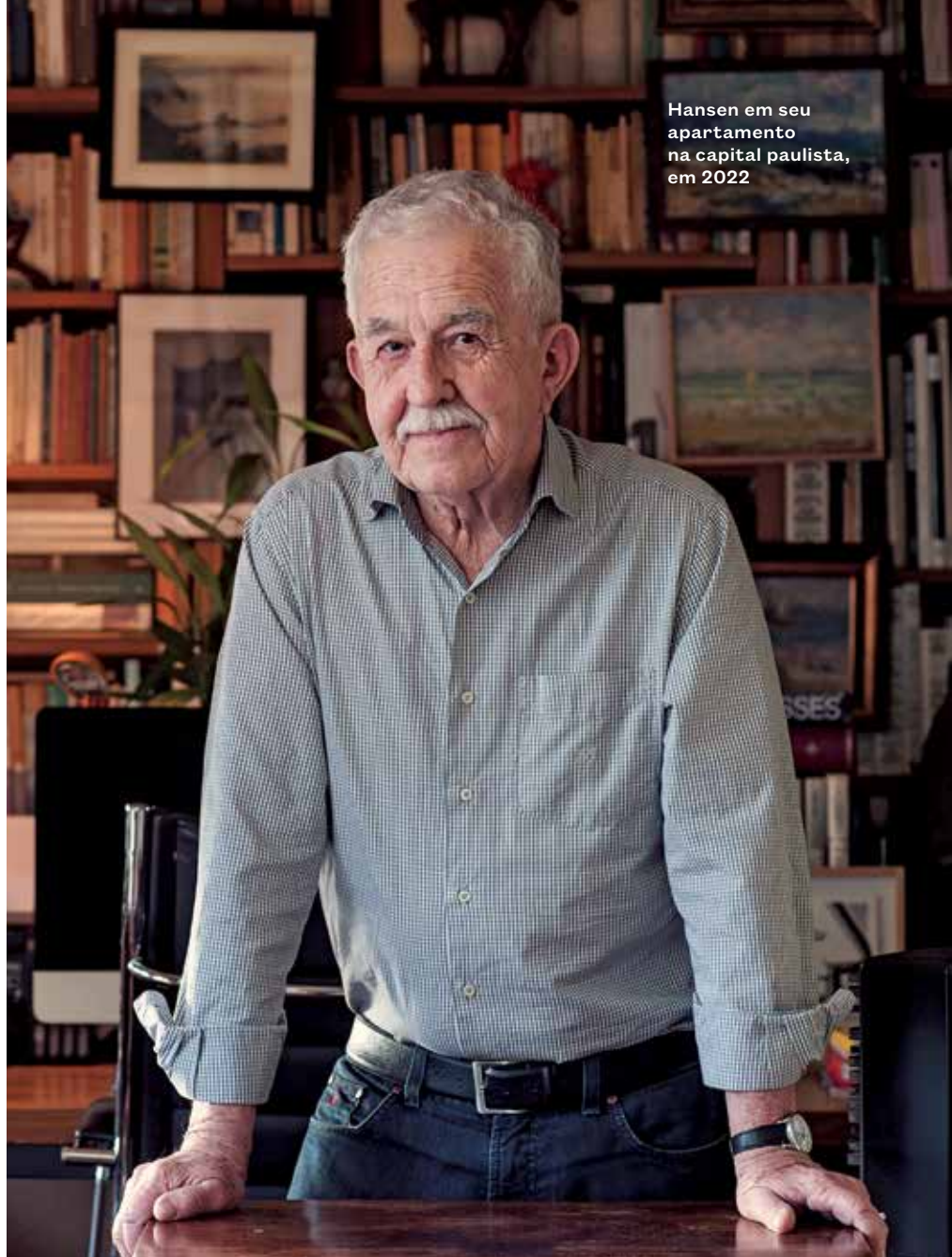
ANA BEATRIZ RANGEL

O crítico literário João Adolfo Hansen costumava se definir como um apaixonado por livros, plantas e animais. A curiosidade pelo mundo vegetal veio desde cedo, a ponto de hesitar entre os cursos de agronomia e letras na hora de escolher a graduação, como contou em entrevista a *Pesquisa FAPESP* em 2022 (ver Pesquisa FAPESP nº 316). A opção pela literatura, no entanto, acabou prevalecendo e o pesquisador se tornou um dos maiores especialistas do país na produção escrita do período colonial brasileiro. Professor emérito da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), ele morreu no

dia 16 de fevereiro, aos 83 anos, em São Paulo, em decorrência de um câncer.

Natural de Cosmópolis (SP), Hansen formou-se em letras anglo-germânicas na Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), em 1964. No mesmo ano, iniciou a carreira docente como professor de latim do curso clássico (atual ensino médio) do Instituto de Educação Presidente Kennedy, em Americana, também no interior paulista. Em 1983, ingressou no mestrado em Literatura Brasileira na USP, sob orientação de José Carlos Garbuglio. A pesquisa rendeu a dissertação “A ficção da literatura em *Grande sertão: Veredas*”, publicada em 2000, pela editora Hedra.

“Nesse trabalho, Hansen foi contra a corrente da crítica especializada da época, que atribuía à obra de Guimarães Rosa [1908-1967] um viés místico e reacionário em termos políticos e sociais”, conta Cilaine Alves Cunha, professora de literatura brasileira da FFLCH-USP. “Ele evidenciou que a experimentação de linguagem do romance não era só ruptura estética, mas carregava um sentido político, ao desmontar as ideologias dominantes sobre o sertão”, prossegue a pesquisadora, uma das organizadoras do livro *Agudezas seiscentistas e outros ensaios* (Edusp, 2019), coletânea com textos do crítico literário sobre as práticas discursivas dos séculos XVI a XVIII.



Hansen em seu apartamento na capital paulista, em 2022

No doutorado, também em literatura brasileira na USP, Hansen deu início à pesquisa que o consolidaria como uma das principais referências nos estudos sobre as letras coloniais no Brasil. Em 1988, defendeu a tese “A sátira e o engenho: Gregório de Matos e a Bahia do século XVII”, publicada no ano seguinte pela Companhia das Letras e agraciada com o Prêmio Jabuti, na categoria Estudos Literários, em 1990. “Ele demonstrou que a poesia satírica atribuída a Gregório de Matos [1636-1696] era considerada revolucionária de forma infundada, pois obedecia a preceitos retórico-poéticos e a convenções político-sociais que regulavam as práticas letradas na Bahia do século XVII”, afirma Marcelo Lachat, do Departamento de Letras da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

O trabalho de Hansen cotejou os textos atribuídos a Matos com tratados de retórica da época e documentos históricos, evidenciando os modos de circulação da cultura letrada do período. Para Guiomar de Grammont, da Universidade Federal de Ouro Preto (Ufop), a pesquisa se contrapôs à tese do crítico literário Antonio Candido (1918-2017), da USP, hegemônica nos anos 1980, segundo a qual o sistema literário no Brasil só teria se consolidado em meados do século XVIII. “Hansen revelou que, embora não existisse um sistema editorial nos moldes em que conhecemos hoje, havia uma organização cultural estruturada pela retórica, pela religião e pela política luso-brasileira. Aplicar o conceito moderno de ‘literatura’ ao século XVII, segundo ele, era um anacronismo”, explica.

Mais tarde, o pesquisador organizou em parceria com Marcello Moreira, do Departamento de Estudos Linguísticos e Literários da Universidade do Sudoeste da Bahia (Uesb), os cinco volumes de *Gregório de Matos: Poemas atribuídos – Códice Asensio-Cunha* (Autêntica Editora), lançados em 2014.

O primeiro livro publicado por Hansen foi *Alegoria: Construção e interpretação da metáfora* (Atual, 1986). A obra explora o uso dessa figura de linguagem em textos da Antiguidade, da Idade Média e do Renascimento. Segundo Paulo Martins, do Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas da USP, o autor primeiramente concebeu a obra como

um material de apoio didático para professores de literatura. “Mas logo ficou claro que o domínio teórico ali demonstrado ia muito além: o livro já antecipava questões que ele aprofundaria na tese de doutorado sobre Gregório de Matos, tanto que foi relançado depois [2006] pela editora da Unicamp”, diz.

Ao longo da carreira, o pesquisador lançou 23 livros. Além da organização dos poemas atribuídos a Gregório de Matos, reuniu e editou coletâneas da obra do Padre Antonio Vieira (1608-1697), entre elas *Antonio Vieira, cartas ao Brasil* (Hedra, 2003). “Ele analisa a obra de Vieira a partir das questões de linguagem e da retórica, o que o distingue muito dos estudos marcados pelo positivismo e pelo romantismo do século XIX”, avalia Celso Favaretto, do Departamento de Filosofia da USP.

Hansen dedicou-se também à literatura dos séculos XIX e XX, analisando autores como Cecília Meireles (1901-1964) e Carlos Drummond de Andrade (1902-1987), tema de seu último livro, *Drummond e o livro inútil* (Pequena Biblioteca de Ensaaios, 2020). “Para Hansen, a obra de Drummond evidencia que o ‘eu’ poético não é um desabafo biográfico, mas uma construção ficcional que expõe as imposições do sistema”, diz Grammont. “Em suas aulas, ele recorria a Drummond para mostrar como a literatura é capaz de revelar que a vida vivida sob a lógica do capital pode assumir a forma de uma ‘falsidade’.”

Hansen rejeitava
leituras sentimentais
ou nacionalistas
da produção de
autores
modernistas

Segundo a pesquisadora da Ufop, Hansen era crítico de leituras sentimentais ou nacionalistas do modernismo. De Cecília Meireles, dedicou-se especialmente a *Solombra* (1963), obra que analisou no livro *Solombra, ou a sombra que cai sobre o eu* (Hedra, 2003). “Ele mostrou que Cecília não se encaixava no modernismo ‘heroico’ ou folclórico. Para Hansen, sua poesia mantinha certa continuidade com formas tradicionais, como o romanceiro e a lírica clássica”, afirma Grammont.

No momento, uma coletânea de artigos de Hansen sobre Machado de Assis (1839-1908), Meireles, Drummond e outros autores da literatura brasileira está sendo organizada por Cilaine Alves Cunha e Mayra Laudanna, professora aposentada do Instituto de Estudos Brasileiros (IEB-USP). O livro deve ser lançado neste ano.

Hansen foi professor visitante em diversas instituições no exterior. Entre elas, as universidades Stanford e da Califórnia (Ucla), nos Estados Unidos, a École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), na França, e a Universidade do Chile (UC). Manteve interlocução com pesquisadores estrangeiros, como os historiadores Roger Chartier, professor emérito no Collège de France, e Peter Burke, professor emérito da Universidade de Cambridge, no Reino Unido.

Burke teve um papel importante na tese de doutorado de Hansen – foi o britânico quem chamou a atenção do brasileiro para o circuito internacional de modelos culturais articulado pela Companhia de Jesus nos séculos XVI e XVII.

“Nos anos 1980 iniciamos uma série de conversas sobre arte e literatura do século XVII, especialmente da Grã-Bretanha e do Brasil, que prosseguiram até há poucos meses, quando o vi pela última vez”, recorda o historiador britânico em entrevista a *Pesquisa FAPESP*. “No contexto brasileiro, o interesse de Hansen pelo século XVII era incomum, assim como a amplitude de seu conhecimento sobre literatura e arte francesas, italianas e espanholas.”

Hansen deixa a esposa, Marta Maria Chagas de Carvalho, professora de história da educação da USP, e os filhos Júlia, Laura, Alexandre e André. ●

A escuta do começo

Cláudia Guimarães de Lemos foi uma das primeiras linguistas brasileiras a pesquisar a fala das crianças

ANA BEATRIZ RANGEL



Lemos em registro feito por sua filha Maria Teresa, no final de 2025

Assim como o pintor é aquele que permaneceu criança diante de formas e cores, o poeta também é alguém que permanece criança diante da linguagem.” A frase proferida pelo linguista russo Roman Jakobson (1896-1982) durante seminário realizado na Universidade de São Paulo (USP), em 1968, marcou profundamente a trajetória acadêmica da linguista Cláudia Thereza Guimarães de Lemos e a levou a desenvolver uma escuta atenta da fala das crianças. O encontro com Jakobson nessa ocasião e as repercussões em seu percurso foram descritos pela pesquisadora no artigo “A criança e o linguista”, publicado em 2014 na revista *Estudos Linguísticos*. Considerada uma das pioneiras no Brasil em estudos de aquisição de linguagem na infância, Lemos trabalhou como docente na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) por cinco décadas. Morreu no dia 31 de janeiro, aos 91 anos, de insuficiência respiratória.

Formada em letras clássicas pela USP em 1956, Lemos se interessou em pesquisar o processo de se tornar falante da língua materna no final dos anos 1960, quando trabalhava com crianças com deficiência auditiva na Divisão de Educação e Reabilitação de Distúrbios da Comunicação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), onde também foi professora. Ali, criou um instrumento de avaliação de linguagem para apoiar os diagnósticos dos problemas de comunicação na infância. “Ela se interessou em ouvir falas que fugiam da norma”, diz a linguista Maria Francisca Lier-DeVitto, professora da PUC-SP.

Lemos iniciou sua especialização em linguística na USP, em 1967. Na mesma época, a convite do editor Jacó Ginsburg (1921-2018), diretor da editora Perspectiva, e do poeta Haroldo de Campos (1929-2003), traduziu parte dos artigos do livro *Linguística. Poética. Cinema*. (Perspectiva, 1970), de Jakobson, um dos mais influentes autores

da linguística moderna e precursor da análise estruturalista da linguagem, especialmente relacionada à literatura. Antes de começar sua trajetória na pós-graduação, ela havia atuado como leitora de língua portuguesa na Universidade de Tóquio, no Japão, em 1963, por meio de um programa do governo federal para divulgar o idioma em instituições de ensino estrangeiras.

Em 1975, a linguista ingressou como professora na Unicamp. No mesmo ano, defendeu sua tese na Universidade de Edimburgo, na Escócia, onde fazia o doutorado desde 1972. O trabalho, “The use of ‘ser’ and ‘estar’ in Brazilian Portuguese with particular reference to child language acquisition” (“O uso do ‘ser’ e do ‘estar’ no português brasileiro, especialmente na aquisição de linguagem pelas crianças”, em tradução livre), foi orientado pelo linguista britânico John Lyons (1932-2020), conhecido pelas contribuições ao ensino da linguística moderna. “A base da pesquisa foram gravações de interações verbais entre crianças e seus familiares, que ela havia registrado no Brasil”, conta a psicóloga e linguista Maria Fausta Pereira de Castro, professora do Instituto de Estudos da Linguagem (IEL) da Unicamp. “Cláudia aprofundaria essa metodologia em seus trabalhos posteriores.”

Castro figura entre as pesquisadoras do projeto “Relações entre desenvolvimento cognitivo e desenvolvimento pré-linguístico e linguístico em crianças brasileiras”, coordenado por Lemos. O estudo teve apoio da FAPESP de 1977 a 1979 e seguiu como grupo de pesquisa na Unicamp até 1995. Em 2013, o acervo de 423 horas de gravações de interações verbais de crianças de 1 a 5 anos, compiladas pela pesquisa, foi digitalizado, com o apoio da FAPESP, e hoje se encontra no Centro de Documentação Cultural Alexandre Eulálio (Cedae), da Unicamp.

“As evidências desse estudo demonstram que a fala da criança é ‘ancorada’ na fala do adulto, especialmente na materna. Isso gerou inúmeros desdobramentos teórico-metodológicos que ainda hoje fundamentam análises sobre a aquisição da linguagem”, destaca a linguista Alessandra Del Ré, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Araraquara. Para a pesquisadora, as contribuições do grupo foram além da linguística. “O pro-

Lemos articulou os estudos sobre aquisição de linguagem com a psicanálise e a literatura

jeto influenciou a prática clínica na fonoaudiologia e na psicanálise, bem como abriu caminhos para o estudo da escrita inicial das crianças”, prossegue Del Ré.

N a década de 1990, o encontro com a psicanálise representou um divisor de águas na trajetória de Lemos. “Mesmo assim, ela não abandonou os estudos sobre aquisição de linguagem”, relata Castro. A pesquisadora realizou sua formação na Escola de Psicanálise de Campinas no início dos anos 2000 e desde então passou a conciliar a atividade docente com a clínica psicanalítica. “Cláudia renovou a questão da fala infantil com o aprofundamento na psicanálise, voltando-se para uma releitura do ‘erro’ na fala da criança e suas relações com as transgressões de linguagem presentes na literatura”, prossegue Castro.

A institucionalização da nova abordagem veio em 2007, quando participou da criação do Centro de Pesquisa Ou-

trarte: Estudos entre Arte e Psicanálise, na Unicamp. “Isso reforçou o vínculo de suas pesquisas com a literatura”, comenta Flávia Trocoli, professora de teoria literária da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). “As análises das relações entre Jakobson, o psicanalista francês Jacques Lacan [1901-1981] e o escritor irlandês James Joyce [1882-1941], que ela fez em cursos e artigos, são incontornáveis e podem ainda render muitos deslocamentos no modo como pensamos os entrecruzamentos entre a linguística, a psicanálise e a literatura.”

Lemos realizou estágio de pós-doutorado na Universidade Sorbonne, na França, em 1992, e foi professora visitante em diversas instituições estrangeiras, como as universidades de Buenos Aires (Argentina), Tilburg (Holanda) e Católica de Louvain (Bélgica). Nos anos 1980, estabeleceu uma parceria com a psicóloga Luigia Camaioni (1947-2004), da Universidade La Sapienza di Roma, na Itália, e com Jerome Bruner, então docente da Universidade Oxford, no Reino Unido. Eles desenvolveram um projeto de pesquisa sobre aquisição da linguagem, coordenado pelo psicólogo e educador norte-americano. “Bruner citou, inclusive, um trabalho de Cláudia em um artigo de 1981 e reconheceu sua contribuição em um agradecimento no prefácio do livro *Child’s talk: Learning to use language* [Oxford University Press, 1983]”, lembra Del Ré.

Para a pedagoga e linguista Núbia Faria, professora aposentada da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), a trajetória de Lemos foi marcada por “uma inquietação constante, pela capacidade de rever posições e um frescor permanente na forma de pensar e de se encantar com a linguagem”. Aposentada na década de 2000, a pesquisadora lecionou na Unicamp até 2024, quando tinha 89 anos. Pouco antes de morrer, selecionou 22 artigos, que escreveu ao longo da trajetória acadêmica, para um livro dedicado à sua obra previsto para ser lançado este ano pela editora da Unicamp.

No final de 2025, a Unicamp concedeu a Lemos o título de professora emérita. A honraria será recebida neste ano pelos filhos Maria Teresa, Anamaria e José Augusto. ●



Moisés,
fotografado
na USP,
em 2013

Um intérprete da democracia

O cientista político José Álvaro Moisés investigou a confiança do cidadão brasileiro nas instituições

EDUARDO MAGOSSÍ

O cientista político José Álvaro Moisés dedicou boa parte de sua trajetória acadêmica, iniciada em 1974 na Universidade de São Paulo (USP), aos estudos sobre a democracia no Brasil. “Ele foi um dos primeiros cientistas políticos a realizar em termos acadêmicos pesquisas de opinião no país, na década de 1980, para entender a percepção dos brasileiros a respeito do sistema democrático e das instituições”, relata a cientista política Maria Hermínia Tavares de Almeida, pesquisadora sênior do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap). O pesquisador morreu no dia 13 de fevereiro, em Ubatuba, no litoral paulista, aos 81 anos.

Maria Hermínia conheceu Moisés nos anos 1960, quando ambos cursavam ciências sociais na USP. No doutorado realizado na mesma instituição, foram orientados pelo cientista político Francisco Weffort (1937-2021). Moisés escreveu a tese “Classes populares e protesto urbano”, que teve apoio da FAPESP e foi defendida em 1978. Entre suas principais referências acadêmicas na USP, além de Weffort, estavam as antropólogas Eunice Durhan (1933-2022) e Ruth Cardoso (1930-2008), e o sociólogo Fernando Henrique Cardoso.

Nascido em Campinas (SP), Moisés se mudou para a capital paulista em 1963, aos 18 anos. Antes de se dedicar integralmente à pesquisa, trabalhou também como repórter, redator e editor no jornal *Folha de S. Paulo* nas décadas de 1960 e 1970. Em 1974, ingressou como professor na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. Mais tarde, em 1987, participaria do desmembramento do Departamento de Ciências Sociais daquela universidade. Na ocasião, foram criados os departamentos de Sociologia, de Antropologia e o de Ciência Política, que Moisés dirigiu em seus dois primeiros anos com o cientista político José Augusto Guilhon Albuquerque.

“Ele era um construtor de instituições”, diz Maria Hermínia. Ao longo de sua trajetória, o cientista político ajudou a organizar e presidiu o Núcleo de Pesquisa de Políticas Públicas da USP, criado em 1990, e o Centro de Estudos de Cultura Contemporânea (Cedec), fundado em 1976. Além disso, participou da estruturação da Escola de Artes, Ciências e

Humanidades (EACH) da USP na década de 2000, onde coordenou o curso de Gestão de Políticas Públicas (2004-2006).

A preocupação com a democracia brasileira não se limitou à produção acadêmica. A cientista política Lourdes Sola, pesquisadora sênior do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP, lembra que Moisés estava engajado na militância desde o início da década de 1960. No ensino médio fez parte da Juventude Estudantil Católica, presidiu a União Paulista dos Estudantes Secundaristas (Upes), em 1963, e entrou também na Ação Popular, organização de esquerda com raízes no catolicismo.

Em 1966, durante a ditadura militar (1964-1985) e ano de seu ingresso na graduação da USP, foi preso com outros três colegas de faculdade, acusado de articular a realização de um congresso da União Nacional dos Estudantes (UNE) em Minas Gerais. “A efervescência política e intelectual do período de exceção acentuou a sensibilidade política de Moisés”, observa Sola, que atualmente coordena o Grupo de Pesquisa em Economia Política Internacional, Variedades de Democracia e Descarbonização no IEA-USP. “Nos anos 1970, ele apoiou as greves operárias do ABC paulista e participou da fundação do PT [Partido dos Trabalhadores], em 1980.”

A questão sindical inspirou seus primeiros livros. *Greve de massa e crise política: Estudo sobre a greve dos 300 mil em São Paulo (1953-54)* (Livraria Editora Polis, 1978) é desdobramento da pesquisa de mestrado que realizou na Universidade de Essex, no Reino Unido, defendida em 1972. O prefácio é assinado pelo sociólogo Florestan Fernandes (1920-1995), da USP. Sobre a mesma temática publicou *Lições de liberdade e opressão: O novo sindicalismo e a política* (Editora Paz e Terra, 1982).

Antes de participar da fundação do PT, Moisés militava no Movimento Democrático Brasileiro (MDB), partido de oposição ao regime militar. O cientista político permaneceu no PT até a vitória de Fernando Henrique Cardoso (PSDB) à Presidência da República em 1994. “Em 1995, ele aceitou o convite de Weffort, que era ministro da Cultura, para dirigir a Secretaria do Apoio à Cultura, onde ficou pelos quatro anos do primeiro mandato de Fernando Henrique. Já no segundo mandato, foi secretário do Audiovisual”, conta Maria Hermínia.

No ano em que Moisés entrou no Ministério da Cultura, foi lançado um de seus livros mais importantes, *Os brasileiros e a democracia: Bases sociopolíticas da legitimidade democrática* (Ática). Por meio dos estudos sobre a democracia, ingressou em redes internacionais de pesquisa, como a Associação Internacional de Ciência Política.

“No início dos anos 2000, Moisés me procurou para conversar a respeito de pesquisas sobre a política no país e dessas conversas nasceu o projeto ‘Desconfiança nas instituições democráticas pelos cidadãos brasileiros’, que teve apoio da FAPESP”, conta a cientista política Rachel Meneguello, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O estudo, que contou com uma pesquisa nacional em 2006, rendeu dois livros, *Democracia e confiança. Por que os cidadãos desconfiam das instituições públicas?* (Edusp, 2010) e *A desconfiança política e os seus impactos na qualidade da democracia* (Edusp, 2013).

Entre 2018 e 2023, Moisés e Meneguello conduziram duas novas pesquisas nacionais, dessa vez dedicadas à qualidade da democracia, também com apoio da FAPESP. “Ficamos surpresos com a

mudança de percepção dos cidadãos sobre a democracia a partir da ascensão da extrema-direita no Brasil”, recorda Meneguello. “Antes, a democracia era entendida sobretudo como a conquista de direitos civis, sociais e políticos. Depois, passou a incorporar a ideia de liberdade sem controle, para fazer o que se quer.”

Para o cientista político Henrique Carlos de Castro, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Moisés procurava colocar no centro do debate as crenças, aspirações e percepções dos cidadãos, como ponto de partida para compreender a política e a sociedade brasileiras. “Ele defendia que as instituições tinham a obrigação de funcionar bem, mas isso não era o suficiente para haver democracia: ela mesma dependia da crença da população no seu bom funcionamento”, acrescenta.

Orientando de Moisés no mestrado e no doutorado, o cientista político Rogerio Schlegel destaca o papel do pesquisador na atualização da agenda de pesquisa sobre cultura política no país. “Ele ajudou a incorporar à agenda brasileira debates conduzidos por intelectuais como a cientista política britânica Pippa Norris, da Universidade Harvard, autora de obras como *Critical citizens* [Oxford University Press, em 1999]”, diz Schlegel, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Em sua avaliação, o pesquisador sustentava que as críticas dos cidadãos poderiam fornecer elementos capazes de aprimorar as instituições e a democracia.

Meneguello ressalta o compromisso de Moisés com a mobilização em defesa da democracia e sua vocação para o diálogo. “Discordávamos em muitos pontos políticos, mas as divergências eram sempre muito produtivas e conseguimos realizar muitas coisas juntos”, afirma. Maria Hermínia concorda: “Ele era um intelectual genuinamente aberto a ideias diferentes das suas”. A pesquisadora pretende agora concluir, ao lado da cientista política Maria Tereza Sadek, da USP, o último projeto do amigo: um livro em homenagem à obra de Weffort sobre democracia. “Moisés trabalhou nesse projeto até os últimos dias de vida”, relata.

O cientista político deixa os filhos Pedro, Reinaldo e Marcelo, que teve com a ex-mulher, a atriz Thaia Perez. ●

Ele foi um dos primeiros cientistas políticos no Brasil a realizar pesquisas de opinião com fins acadêmicos

O NAMORO, QUADROS AO VIVO

Por S.....o Cio



Como começa



A moça dá a corda, o rapaz aceita.....

memória

As HQ mais antigas do Brasil

Obra do francês Sébastien Sisson antecipa em 14 anos o início das narrativas ilustradas no país

JULIANA VAZ

Em meio a notícias sobre a guerra no Paraguai e informes sobre o teatro, a revista *A Vida Fluminense* de 30 de janeiro de 1869 trazia uma surpresa a seus leitores. Duas de suas oito páginas estampavam o primeiro capítulo de *As aventuras de Nhô Quim ou impressões de uma viagem à Corte*, um novo formato narrativo gráfico que o semanário apresentou como um “romance ilustrado”. Tratava-se de uma combinação de texto e desenho contando a história de um rapaz interiorano, filho de um rico proprietário de terras de Minas Gerais, que, após se apaixonar por uma moça pobre, é enviado pelo pai ao Rio de Janeiro. Semana a semana, a saga de Nhô Quim prosseguia pela então capital do Império, onde o personagem se envolve em uma série de confusões e episódios rocambolescos.

Criada pelo ilustrador e caricaturista italiano Angelo Agostini (1843-1910), um dos sócios de *A Vida Fluminense*, o “romance ilustrado” é tradicionalmente considerado a primeira história em quadrinhos do Brasil. A data de sua estreia, 30 de janeiro, foi escolhida em 1984 pela Associação dos Quadrinhistas e Caricaturistas do Estado de São Paulo para a comemoração simbólica do Dia do Quadrinho Nacional.

“*Nhô Quim* teve como modelo o folhetim literário. A narrativa guarda muitas semelhanças com o romance *Memórias de um sargento de milícias*, de Manuel Antônio de Almeida [1831-1861]”, afirma o historiador Gilberto Maringoni, da Universidade Federal do ABC e autor de uma tese de doutorado sobre Agostini, defendida na Universidade de São Paulo (USP) em 2006. “A série é tida como a pioneira no país por ser uma narrativa sequencial com personagem fixo e publicada em um meio reproduzível, a imprensa.”

Republicado em 2013 pelo Senado Federal, *Nhô Quim* antecipou recursos formais que os quadrinhos norte-americanos só viriam a apresentar no início do século XX, como a utilização de um mesmo cenário em quadros consecutivos. No âmbito mundial, a obra tida pela crítica como a primeira HQ moderna é *Yellow Kid*, do cartunista norte-americano Richard Felton Outcault (1863-1928). Surgida em 1895, quase três décadas após *Nhô Quim*, *Yellow Kid* fazia uso de balões de fala, ao contrário da série brasileira, que apresentava legendas posicionadas abaixo de cada quadro.

No Brasil, o estabelecimento de um marco zero das HQ tem gerado controvérsias, uma vez que não existe consen-



Como acaba um namoro....



ou d'esta maneira .

1

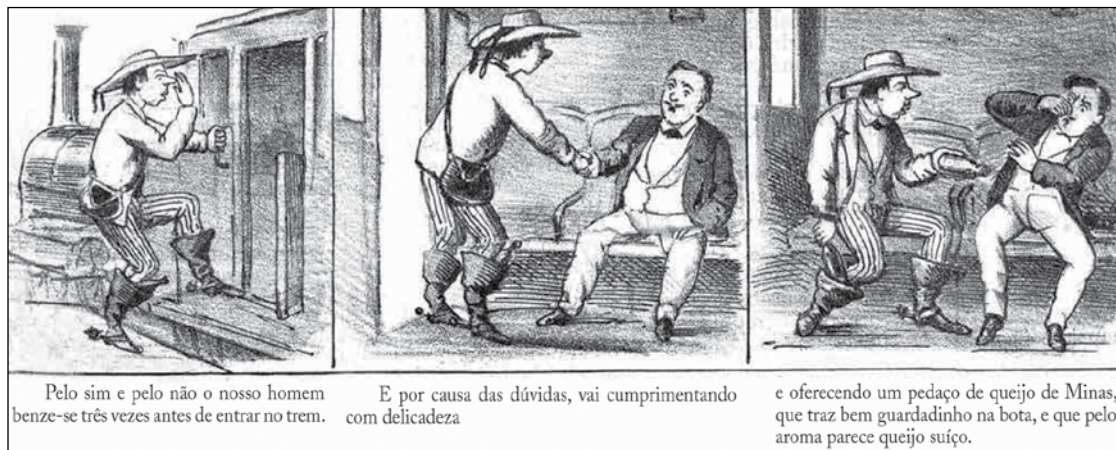
so a respeito do que define uma história em quadrinhos. Em 2024, a Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro organizou uma exposição em homenagem ao “autor da primeira história em quadrinhos do Brasil”, o artista francês Sébastien Sisson (1824-1898). Sua narrativa pioneira, *O namoro, quadros ao vivo*, saiu em 15 de outubro de 1855 no jornal *O Brasil Ilustrado*, 14 anos antes de *Nhô Quim*.

“O namoro é simples em termos de desenho, mas já contém todos os elementos básicos de uma HQ: um enredo e uma narrativa sequenciada de texto e imagem. Pode ser que os historiadores

descubram uma HQ anterior à do Sisson, mas, até o momento, ela foi a primeira”, afirma Bárbara Ferreira, cofundadora do Instituto Sébastien Sisson. O crítico de arte Herman Lima (1897-1981) em seu livro *História da caricatura no Brasil* (José Olympio, 1963), foi taxativo: “Trata-se evidentemente da primeira história de quadrinhos aparecida no Brasil e mostra, em deliciosas cenas cheias de graça e pitoresco, as diversas fases do namoro no Rio daqueles tempos recuados”.

Originário da Alsácia, região da França, Sisson aportou aos 28 anos no Rio de Janeiro, onde se estabeleceu como

litógrafo. “Ele aprendeu a litografia na oficina de Lemerrier, uma das mais importantes de Paris no século XIX. Poucos anos após chegar ao Brasil, começou a desenhar charges e caricaturas em periódicos como *O Brasil Ilustrado* e a *L'Irde Italiana*, revista publicada em português e italiano, no Rio de Janeiro”, relata Ferreira. Sua obra mais célebre é *Galeria dos brasileiros ilustres*, com 90 retratos de personalidades da história do Brasil. Em 1866, ele recebeu o título de “litógrafo e desenhador da Casa Imperial” e, em 1882, foi condecorado pelo imperador com a Ordem da Rosa por restaurar voluntaria-



Pelo sim e pelo não o nosso homem benze-se três vezes antes de entrar no trem.

E por causa das dúvidas, vai cumprimentando com delicadeza

e oferecendo um pedaço de queijo de Minas, que traz bem guardadinho na bota, e que pelo aroma parece queijo suíço.

As obras pioneiras: acima, *O namoro*, de Sisson, publicada em 1855; e, ao lado, *Nhô Quim*, de Agostini, de 1869



Yellow Kid, de Richard Felton Outcault, começou a circular em 1895 com balões de fala em vez de legendas para cada cena, como no Brasil

mente algumas estampas do acervo da Biblioteca Nacional. “Sisson respeitava o imperador e, ao que parece, teve uma boa relação com ele. Mas, como caricaturista, fazia críticas sociais: abordava temas como reparos a obras públicas, atos administrativos, queixas contra o custo de vida, o lixo nas praias e a burocracia pública”, ressalva Ferreira.

Agostini tinha uma relação diferente com o Segundo Reinado. Nascido no Piemonte, norte da Itália, viveu em Paris antes de vir para o Brasil, em 1859. Nessa época, a imprensa ilustrada nacional se

consolidava e se tornava um grande laboratório de experimentação gráfica, graças ao impulso dado pela chegada da litografia, na qual o desenho é traçado sobre uma pedra, servindo como matriz para a impressão em papel. A técnica, inventada na Alemanha no final do século XVIII, barateou o processo de reprodução de imagens e facilitou sua ampla circulação.

Foi nesse cenário de modernização da cultura visual que Agostini fundou, em 1876, a *Revista Illustrada*, considerada a mais importante publicação satírica do período monárquico. Conhecida pelas

ilustrações e caricaturas críticas ao regime escravocrata e ao imperador dom Pedro II, foi considerada pelo jurista e diplomata Joaquim Nabuco (1849-1910) “a Bíblia abolicionista do povo, o qual não sabe ler”. Também foi nas páginas da *Revista Illustrada* que Agostini começou a publicar outra narrativa gráfica pioneira, *As aventuras de Zé Caipora*, a “primeira história de quadrinhos de longa duração publicada na imprensa brasileira”, nas palavras de Lima.

“A memória construída sobre Angelo Agostini é a de um artista envolvido com as causas principais do seu tempo: a Abolição, a transformação do regime político de Império para a República, e o anticlericalismo fervoroso”, comenta o historiador Marcelo Balaban, da Universidade de Brasília, e autor dos livros *Poeta do lápis: Sátira e política na trajetória de Angelo Agostini no Brasil Imperial (1864-1888)* (Editora da Unicamp, 2009) e coorganizador de *As aventuras de Nhô Quim, ou impressões de uma viagem à Corte: Romance ilustrado* (Chão, 2024). Balaban adverte, porém, que a obra do desenhista italiano é atravessada por preconceito racial e visões estereotipadas sobre pessoas negras que eram amplamente aceitas nos círculos intelectuais da sociedade oitocentista.

“*Nhô Quim* é uma narrativa inteiramente escorregadia. Por um lado, faz



A longa *Tico-Tico*, primeira HQ nacional para o público infantil (de 1905 a 1957) e um dos personagens do Gibi



uma sátira à classe senhorial brasileira”, diz Balaban. “Ao mesmo tempo, é cheia de significados não necessariamente abolicionistas e já profundamente racistas, que se apoia na ideia de que pessoas negras não são confiáveis.”

As obras de Sisson e Agostini resultam de um processo abrangente e internacional de experimentação gráfica em curso na Europa, incorporando padrões estéticos desenvolvidos por artistas daquele continente desde a década de 1820. Um deles, o suíço Rodolphe Töpffer (1799-1846), considerado o precursor das HQ na Europa, criou um híbrido de texto e desenho que chamou de “literatura em estampas”, e, nesse formato, publicou narrativas completas que fizeram sucesso na França, como *Histoire de M. Vieux Bois* (1828). Na Alemanha, Wilhelm Busch (1832-1908) criou em 1865 a narrativa gráfica humorística acompanhada de versos rimados *Max und Moritz*, que se tornou muito popular. No Brasil, foi editada como *Juca e Chico – História de dois meninos em sete travessuras*, em tradução para o português feita pelo poeta Olavo Bilac (1865-1918). “É um momento histórico em que artistas de vários países propunham experimentos com caricatura e usavam

Personagem e página de *Viaduto*, romance gráfico criado por Ana Luiza Koehler e publicado em 2023



3

imagens na construção de narrativas. A noção de HQ ainda não existia, então não dá para pensar em uma única origem para elas. Foi uma experimentação coletiva”, comenta Balaban.

O quadrinho brasileiro se consolidou no século XX. Em 1905, foi lançada a revista *Tico-Tico*, a primeira voltada para o público infantil. Aliando entretenimento e fins educacionais, o então chamado “jornal das crianças” teve Agostini entre seus colaboradores e se tornou uma das revistas mais longevas das histórias em quadrinhos nacionais, circulando como publicação periódica até 1957.

Ná década de 1930, a influência do modelo europeu diminui, e os leitores brasileiros passam a ter contato com personagens de sucesso das HQ norte-americanas, como Super-Homem, Popeye e Pato Donald. Os quadrinhos eram publicados nas páginas do *Suplemento Juvenil*, lançado pelo jornalista e editor russo naturalizado brasileiro Adolfo Aizen (1904-1991), e do *Globo Juvenil*, de Roberto Marinho (1904-2003). Em 1939, o grupo Globo publicou *Gibi*, com 32 páginas, que com o tempo se tornou sinônimo de revistas em quadrinhos e seguiu até 1977, com diferentes formatos e periodicidade.

O aparecimento das grandes editoras, como a Ebal, fundada também por Aizen, em 1945, e a Abril, criada em 1950 pelo

italo-americano naturalizado brasileiro Victor Civita (1907-1990), introduziu no país os heróis da DC Comics e da Marvel, como Capitão América, Homem-Aranha e Batman. “O estabelecimento de uma indústria brasileira foi muito difícil no início por causa da predominância econômica dos quadrinhos norte-americanos”, comenta o biblioteconomista Waldomiro Vergueiro, professor aposentado da Escola de Arte e Comunicação da USP e fundador do grupo de pesquisa Observatório de Histórias em Quadrinhos.

“O cenário só se modificou com o aparecimento de Maurício de Sousa, criador da *Revista da Mônica*, publicada em 1970 pela Abril. A partir daí o quadrinho brasileiro para o público infantil começou a predominar”, observa Vergueiro. Oliveira cita também a revista *Pererê*, criada pelo cartunista Ziraldo Alves Pinto (1932-2024) e publicada de 1959 a 1964, com personagens baseados nas lendas brasileiras.

Hoje, as HQ brasileiras proliferam no meio digital e a produção autoral tem crescido significativamente graças à possibilidade de autopublicação e à internet. Além disso, autorias historicamente sub-representadas, como as femininas – a exemplo de Ana Luiza Koehler – e as negras, como Marcelo D’Saete, têm alcançado visibilidade e conquistado relevantes prêmios nacionais, como HQ Mix e Jabuti. ●



Pererê, criada por Ziraldo Alves Pinto, circulou de 1959 a 1964



Altare coloridos

Com formação em teologia, Andrea Musskopf defende o direito da comunidade LGBTQ+ à cidadania religiosa

Nasci na cidade de Campo Bom, no interior do Rio Grande do Sul, em meados da década de 1970, mas logo mudamos para Teutônia, outro município gaúcho, que é terra natal de minha mãe e de meu pai e foi onde cresci. Como em muitas pequenas comunidades daquela época, boa parte da vida social girava em torno da fé, no nosso caso, a luterana. Fiz o ensino confirmatório, o equivalente à primeira comunhão da Igreja Católica, participei do grupo de jovens, sempre estive envolvido com a vida da igreja.

Meu comportamento era considerado esquisito pelos padrões locais. E, embora eu tenha assumido certa liderança dentro da igreja, sentia que meu jeito era rejeitado por membros da comunidade. As pessoas diziam de forma velada ou direta que eu não me encaixava naquela cidade de costumes tradicionais. Passei a me entender como homossexual aos 21 anos de idade e, há cerca de um ano, decidi me identificar como uma pessoa

não binária. Como expressão disso, além do meu nome civil, André Sidnei, passei a usar também o nome Andrea Musskopf. Mas, naquela época, não tinha informações para lidar com todas essas questões.

Em 1994, prestei vestibular para artes cênicas, mas não passei. No ano seguinte, um grupo de estudantes de teologia visitou minha cidade e me apresentou à Escola Superior de Teologia [EST], ligada à Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil [IECLB], em São Leopoldo [RS]. Eu me inscrevi no processo seletivo e consegui entrar. Quando comecei o bacharelado em teologia, o curso não era ainda regulamentado pelo Ministério da Educação [MEC]. Isso só iria acontecer em 1999. Cursar teologia naquela ocasião era o caminho natural para ser pastor e não acadêmico.

Logo me envolvi com movimentos sociais de São Leopoldo e da Região Metropolitana de Porto Alegre, a cerca de 35 quilômetros. Passei a fazer parte da organização não governamental Apoio, Solidariedade

e Prevenção à Aids (Aspa). São Leopoldo tinha um dos maiores índices do estado em casos de infecção e morte por HIV/Aids. Lutávamos pelo básico: para que a população em geral tivesse acesso a preservativos e as pessoas com HIV pudessem ser medicadas e tratadas.

Ainda na graduação fiz um intercâmbio nos Estados Unidos. Àquela altura, eu já havia me entendido como homossexual. Passei um semestre no Seminário Teológico Wartburg, em Dubuque, no estado de Iowa. Depois fui fazer um estágio em Nova Jersey, cidade vizinha a Nova York. Eu trabalhava em duas igrejas luteranas, uma delas ficava em uma comunidade afro-americana e a outra na área latina. Isso me marcou muito, pois tive contato com questões ligadas à raça, etnia e imigração.

Em termos pessoais, pude lidar mais livremente com a minha sexualidade. Foi nesse período que conheci e me aprofundei nos estudos sobre teologia gay, que reinterpreta a fé por meio das ex-

periências das pessoas fora dos padrões heteronormativos. Meu trabalho de conclusão de curso [TCC] versou sobre esse tema e resultou no livro *Uma brecha no armário: Propostas para uma teologia gay*, publicado em 2002.

Eu me formei em 2001 e, no ano seguinte, iniciei o mestrado, também na EST. Escolhi como tema a ordenação de homossexuais na igreja luterana, especificamente na IECLB. O trabalho, defendido em 2004, deu origem ao livro *Talar rosa: Homossexuais e o ministério na igreja* [Editora Oikos, 2005]. Durante a pesquisa, passei um semestre na Universidade de Toronto, no Canadá, onde pude me aprofundar na teologia *queer*. Na década de 1990, o termo *queer*, que significa “estranho” em inglês, começou a ser utilizado no âmbito do cruzamento entre as teorias feministas e os estudos gays e lésbicos por acadêmicas nos Estados Unidos, como Teresa de Lauretis [1938-2026], Eve Kosofsky Sedgwick [1950-2009] e Judith Butler.

À medida que ia estudando, subindo os degraus do percurso acadêmico, comecei a questionar de forma mais intensa o papel da igreja na minha vida enquanto homossexual. Juntamente com a ação política passei a manter uma relação de maior independência e autonomia em relação à minha igreja de origem. Assim, comecei a frequentar outros espaços ecumênicos e trabalhar com diversas denominações religiosas tendo como foco a valorização das experiências de pessoas LGBTQ+ nesse campo e seu direito à cidadania religiosa.

No doutorado, em razão da parca bibliografia sobre teologia *queer* no Brasil, busquei traçar caminhos para a aplicação

dessa perspectiva dentro da realidade do nosso país. Concluí a pesquisa em 2008. Minha defesa na EST atraiu muita gente da comunidade LGBTQ+ de São Leopoldo. Eu era uma das lideranças locais: ajudei a aprovar legislação na Câmara Municipal, como a Lei Ordinária nº 6.010, de 14 de setembro de 2006, que dispõe sobre o reconhecimento da liberdade de orientação sexual e identidade de gênero, além de prever penalidades para estabelecimentos comerciais que pratiquem discriminação contra esse público. Também participei da organização de paradas do orgulho LGBTQ+ na cidade e da criação do Grupo de Celebração Ecumênica Inclusiva, bem como fiz parte da diretoria da Associação Brasileira de Diversidade Sexual e de Gênero.

Logo após terminar o doutorado, integrei a administração municipal de São Leopoldo, onde permaneci por quatro anos em diversas funções e cargos. Com o fim do mandato, passei a atuar na EST com maior dedicação e fiquei nessa instituição até 2019. Naquele ano, passei em um concurso na Universidade Federal de Juiz de Fora [UFJF], em Minas Gerais, onde hoje sou docente e coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciência da Religião.

Em 2022, recebi a ordenação honorária como pastor, pela Igreja Batista Nazaré, de Salvador [BA]. Nunca exerci cargo pastoral, mas foi importante ter esse reconhecimento para, inclusive, aju-

dar a abrir caminhos para a comunidade LGBTQ+ nessa seara.

Nos últimos anos, forças reacionárias vêm articulando um movimento antigênero no mundo e no Brasil, o que tem travado a construção de um diálogo frutífero sobre a relação entre religião e questões de diversidade sexual e de gênero em nosso país. Esses obstáculos impactam também a discussão sobre a temática nas escolas. Crianças e adolescentes continuam, em geral, saindo da educação básica sem informação e reflexão sobre gênero e sexualidade.

Atualmente, sou líder do Grupo de Estudos Indecências – Religião, Gênero e Sexualidade, criado em 2024, na UFJF. O nome do grupo é inspirado no conceito de indecência, articulado pela teóloga argentina Marcella Althaus-Reid [1952-2009], que questiona padrões dominantes na reflexão teológica, sobretudo quando considerada sua relação com sexualidade e gênero.

Marcella foi a maior influência na minha trajetória acadêmica. Ela viria para a defesa do meu doutorado, mas infelizmente adoeceu e faleceu logo depois. Em sua homenagem e de outras pensadoras e pensadores da comunidade LGBTQ+ desse campo, continuo no processo de investigar as questões que venho discutindo desde a graduação para mostrar que existem várias possibilidades de se pensar religião e teologia. ●

DEPOIMENTO CONCEDIDO A
EDUARDO MAGOSSÍ



2



SAIBA MAIS

Programa de
Pós-graduação
em Ciência da
Religião da UFJF

Gerações em movimento

ANA CRISTINA ZIMMERMANN



Juventudes e velhices: Uma história de práticas saudáveis de educação física

Edivaldo Góis Junior
Editora Unicamp
326 páginas
R\$ 122,00

A relação entre educação física e saúde aparece em diferentes contextos, entretanto muitas vezes em discursos direcionados aos ciclos da vida humana de forma naturalizada. O livro *Juventudes e velhices: Uma história de práticas saudáveis de educação física* se inicia lembrando que “mais do que etapas da vida biológica, juventude e velhice são construções sociais”, assim como as compreensões de saúde.

Essa perspectiva justifica também o uso do plural em seu título, pois as realidades são diversas, bem como suas representações. A obra de Edivaldo Góis Junior, professor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), busca descrever e analisar as relações entre “práticas de educação física” e representações sobre juventudes e velhices, acompanhando o processo de modernização das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro no século XX.

O estudo combina a pesquisa documental, o diálogo atualizado com a produção acadêmica da educação física e as referências clássicas da história, filosofia e sociologia. As análises partem de periódicos acadêmicos e textos jornalísticos veiculados nas duas cidades, vislumbrando orientações, serviços e produtos voltados aos jovens e idosos.

O recorte temporal orienta a organização das análises em quatro capítulos. O primeiro direciona-se às juventudes e velhices em face de “práticas de educação física” na década de 1930, no período Vargas. Esse é um contexto de urbanização, inspirado pela modernidade europeia e norte-americana, em meio a aspirações nacionalistas. São criados os primeiros cursos de formação em educação física no país, sob a orientação de médicos, educadores e militares.

Discursos higienistas e eugênicos são direcionados à juventude. Tal ênfase na saúde e na ordem, com destaque para o potencial da ginástica, contrasta com os conflitos na popularização dos esportes. A representação da velhice, por sua vez, é moldada por um olhar pessimista, caracterizado pela solidão e busca pelo rejuvenescimento por meio de dietas, medicamentos e, apenas de forma secundária, ginástica.

O segundo e terceiro capítulos se centram nas juventudes e velhices, respectivamente, dos

anos 1960 e 1970. No cenário mundial de Guerra Fria, propagam-se discursos conservadores e progressistas entre as juventudes no Brasil. Em meio à repressão e autoritarismo do Estado, práticas esportivas ganham protagonismo, embora ainda associadas à masculinidade. Entre usos ideológicos e disputas de espaço, esportes com maior apelo midiático são questionados pelos movimentos de contracultura, protagonizados por jovens. Discursos sobre atividades físicas e esportivas ampliam seu escopo e as representações sugerem idosos mais ativos, produtivos e saudáveis.

Juventude e velhice constantemente remetem um ao outro, relação que recebe maior destaque no quarto capítulo: “O envelhecimento que enaltece a juventude e a juventude que administra o envelhecimento nos anos de 1980”. No contexto da redemocratização do país, observa-se a ampliação dos discursos sobre o envelhecimento ativo e as contradições entre os direitos coletivos às políticas de saúde e perspectivas individualistas.

O autor identifica um deslocamento das “práticas de educação física” orientadas por um discurso coletivo dirigido a uma juventude saudável para a crescente responsabilização dos indivíduos pela própria saúde, articulada com a busca por um envelhecimento bem-sucedido. A leitura nos ajuda a identificar uma realidade multifacetada, e os campos de disputa que se abrem com a riqueza da educação física e dos esportes enquanto fenômenos culturais complexos, que ampliam horizontes ao longo do século XX.

O historiador francês Marc Bloch, no livro *Apologia da história* (1949), sugere que a ignorância da história compromete nossas ações no presente. Felizmente contamos com os estudos da história para nos percebermos para além de determinismos justificados biológica ou socialmente. Ao posicionar as juventudes e velhices como objetos da história, em categorias marcadas pelas diferenciações socioculturais, o livro propõe a ampliação da sensibilidade para a diversidade de representações que as práticas de educação física podem acolher.

Ana Cristina Zimmermann é professora da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (USP).

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, Franklin Shunjiro Nishimura, Helena Bonciani Nader, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Marcilio Alves, Maria Arminda do Nascimento Arruda, Pedro Wongschowski, 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

pesquisa fapesp

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 Ratton 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

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Nelson Marcolin

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

REPORTER Sarah Schmidt

ARTE Claudia Warak (*Editora*), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (*Designers*), Alexandre Affonso (*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 Fabrício Marques (*Coordenador*) e Sarah Caravieri (*Produção*)

REVISÃO Alexandre Oliveira e Margô Negro

REVISÃO TÉCNICA Cassiana Montagner, Célio Haddad, Claudia Plens, Deisy de Souza, Gustavo Romero, Gustavo Wiederhecker, Isabela Benseñor, José Roberto Arruda, Luiz Aragão, Paulo Sobral, Riccardo Sturani

COLABORADORES Ana Beatriz Rangel, Ana Cristina Zimmermann, Ana Matsusaki, Daniel Kondo, Eduardo Magossi, Eduardo Passaia, Elisa Carareto, Giselle Soares, Guilherme Costa, Igor Zolnerkevich, Irene Almeida, João Montanaro, Juliana Vaz, Mariana Ceci, Mariana Zanetti, Mônica Manir, Sophia La Banca, Talita Hoffmann, Túlio Henrique Custodio 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 24.700 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

FAGOS X BACTÉRIAS

Já era tempo de usar bacteriófagos nos casos de antibióticos resistentes para controle das infecções bacterianas (“Vírus matadores de superbactérias”, edição 360). Hoje a fagoterapia está apenas nos grandes centros hospitalares do mundo nos países desenvolvidos.

José Eduardo Antonio de Mattos

Parabéns aos pesquisadores por seguirem na luta pela inclusão da fagoterapia como uma alternativa às bactérias multirresistentes. Somente com divulgação haverá esclarecimento sobre o uso de bacteriófagos e a diminuição do preconceito contra esse tratamento.

Laura Beatriz Rodrigues

SAÚDE MENTAL E IA

O estudo sobre o qual a reportagem trata é fundamental para entendermos os limites da inteligência artificial (IA) na saúde mental (“Empatia enganosa”, edição 359). Na prática clínica, o acolhimento do paciente deve vir acompanhado do julgamento crítico e do manejo de crise, algo que a IA ainda falha ao não saber filtrar crenças disfuncionais. A tecnologia deve ser suporte, nunca substituta da supervisão médica qualificada.

Laura Mazeti



VÍDEOS

Que vídeo espetacular (“O que são as terras-raras”)! Bem produzido, com perguntas interessantes e a explicação magistral do professor Fernando Landgraf. Apreendi muito em poucos minutos.

Alexandre Suman de Araujo

Muito legal isso: explicação por quem sabe e na linguagem do Instagram.

Eliana Mattos

Excelente vídeo! Parabéns pelo trabalho de divulgação

Marta Garcia

É absurda a justificativa dos chineses e horrível ver a exploração dos animais mostrada nas imagens (“Jumentos correm risco de extinção no Brasil?”). O chifre do rinoceronte também despertou interesse com finalidade parecida. Esses maus costumes precisam ser superados.

Sara Lopes

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

ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para assinaturaspesquisa@fapesp.br

PARA ANUNCIAR

Contate: Paula Iliadis
E-mail: publicidade@fapesp.br

EDIÇÕES ANTERIORES

Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.
Peça pelo e-mail: assinaturaspesquisa@fapesp.br

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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

CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

PesquisaFapesp

pesquisa_fapesp

@pesquisa_fapesp

PesquisaFapesp

[pesquisafapesp](https://www.fapesp.br/pesquisa)

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

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



Achados nas prateleiras

Parentes das estrelas-do-mar, os crinoides são pouco estudados. Existem cerca de 700 espécies, 22 delas na costa brasileira. A mais recente, após mais de um século sem novidades, é *Comactinia auxiliadora*, descrita em outubro a partir de espécimes detectados pelo biólogo Túlio de Souza no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP). Depois ele encontrou outro exemplar, também não classificado, no Museu de Zoologia Comparada da Universidade Harvard, nos Estados Unidos. Com cerca de 8 centímetros de comprimento, esses animais capturam partículas em suspensão com braços rendilhados enquanto se agarram à rocha com garras visíveis em segundo plano na fotografia.

Imagem enviada por **Túlio Henrique Custodio de Souza**,
estudante de mestrado no MZ-USP

POR UM MUSEU COMPROMETIDO

27 MAR

das 10h às 11h30

EVENTO PRESENCIAL

A FAPESP convida para a primeira **Conferência FAPESP 2026** que contará com a participação da diretora do Musée de l'Homme, de Paris

AURÉLIE CLEMENTE-RUIZ

Historiadora de arte especializada no mundo islâmico, diretora do Musée de l'Homme desde 2022 e a primeira mulher a liderar a instituição, com formação na Ecole du Louvre. Foi diretora de exposições no Institut du Monde Arabe por mais de oito anos, curadora de diversas exposições globais, professora e autora de publicações sobre museologia e cultura, com foco em abrir instituições culturais para todos os públicos.

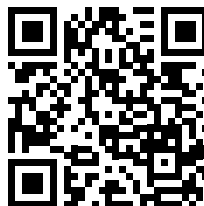
Acaba de lançar o livro *Pour un musée engagé. Transmettre, interroger, inspirer*, que aborda a temática da conferência.



Foto: MNHN/ JC Domenech

Para mais informações
e inscrições, acesse:

www.fapesp.br/conferencias



APOIO:

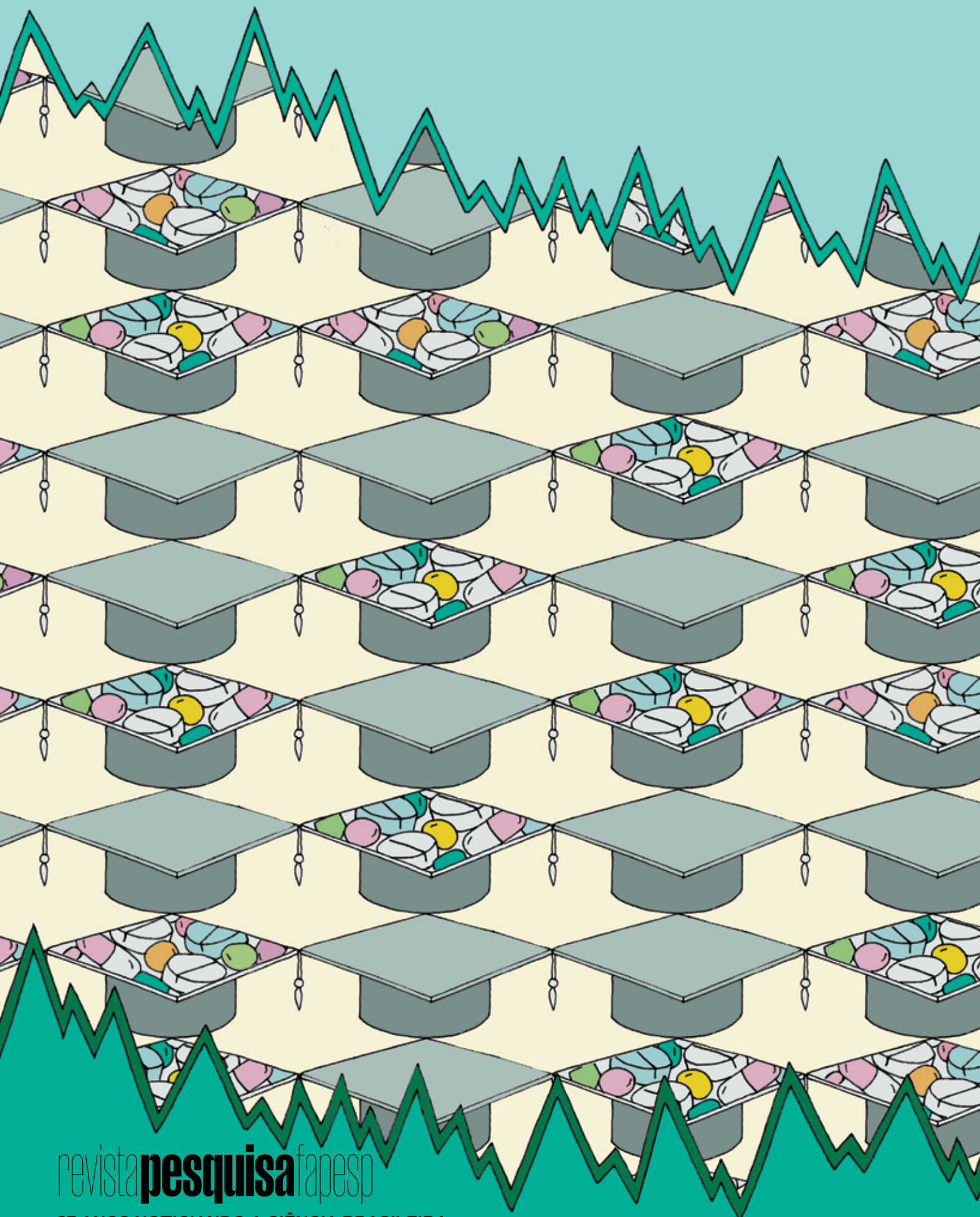


ACIESP

ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO



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



revista **pesquisa** fapesp

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