

Pesquisa

ABRIL DE 2023 | ANO 24, N. 326

FAPESP ▲

CORPOS PLURAIS

Maior participação de pessoas com deficiência em sistemas de educação e saúde desafia capacidade inclusiva de instituições

Dias com chuvas extremas em São Paulo e em outras capitais aumentam desde a década de 1990

Chip de DNA sintético poderá ser alternativa para armazenar dados digitais

Pesquisadores indígenas discutem a saúde a partir das perspectivas de cada etnia

A trajetória do bioquímico Jorge Guimarães, da infância na lavoura ao comando da Capes e Embrapii

Pacientes colaboram com médicos em estudos clínicos e na busca por tratamentos

Aos 50 anos, Embrapa procura equilíbrio entre produtividade e preservação ambiental



ACOMPANHE PESQUISA FAPESP NO YOUTUBE

Novos vídeos quinzenalmente,
sempre às segundas-feiras.
Todos legendados em português
e alguns em inglês

Pesquisa
FAPESP



PESQUISADORES CHEGAM PELA PRIMEIRA VEZ À SERRA DO IMERI



MULHERES ENFRENTAM DESIGUALDADE NO MEIO MUSICAL



PELA PRIMEIRA VEZ, FUSÃO NUCLEAR GERA
MAIS ENERGIA DO QUE CONSUME

INSCREVA-SE!

 | revistapesquisa.fapesp.br |  Pesquisa Fapesp



5 CARTA DA EDITORA

6 NOTAS

CAPA

12 Avanço nas matrículas indica maior inclusão de pessoas com deficiência; práticas pedagógicas precisam ser aprimoradas

18 Política de educação especial colabora para reduzir atraso escolar, mas pode fomentar segregação do ensino

20 Inovação tecnológica amplia autonomia ao proporcionar mais habilidades funcionais

ENTREVISTA

24 A trajetória de Jorge Guimarães, da infância na lavoura ao comando da Capes e da Embrapii

COLABORAÇÕES

30 Pacientes contribuem com cientistas em estudos clínicos e na busca por tratamentos

CIENTOMETRIA

35 Análise de mais de 30 mil artigos mostra a evolução da pesquisa sobre gênero no país

BOAS PRÁTICAS

40 Trabalho identifica indícios de três formas de plágio em textos gerados pelo ChatGPT

DADOS

43 Tendências recentes na formação em engenharia

AGROPECUÁRIA

44 Aos 50 anos, Embrapa tenta equilibrar produtividade e preservação ambiental

CLIMA

50 Chuvas intensas, com potencial de gerar desastres, são cada vez mais frequentes em partes do país

POLÍTICAS PÚBLICAS

54 Agravamento da crise climática demanda ações que considerem eventos extremos

FÍSICA

58 Método determina se um par de fótons está emaranhado apenas com a detecção de um deles

ABRIL 2023



Costa Sul, em São Sebastião: com chuvas mais frequentes, aumenta o risco de desastres ambientais (CLIMA, P. 50)





CAPA, P. 12

SAÚDE

60 Pessoas LGBT+ tendem a realizar menos exames preventivos do que indivíduos cisgênero heterossexuais

ONCOLOGIA

62 Vacina terapêutica testada em roedores eliminou tumores causados pelo vírus HPV

GENÉTICA

64 Alteração no DNA de povos originários da Amazônia pode conferir proteção contra Chagas

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

66 Avança a elaboração de chips de DNA sintético para armazenar dados digitais

MOBILIDADE

71 Obstáculos travam a expansão do carro elétrico no Brasil

ADMINISTRAÇÃO

76 As análises sobre a sensação de ameaça percebida por empreendedoras

ANTROPOLOGIA

80 Pesquisadores indígenas discutem os cuidados com o corpo a partir do entendimento de cada etnia

84 ITINERÁRIOS

Michael França amplifica as discussões sociais e raciais por meio do debate público

86 MEMÓRIA

O físico Jean Meyer mostrou que as energias alternativas poderiam ser um motor do desenvolvimento

90 OBITUÁRIOS

Heloísa Bellotto (1935-2023)
Erney Plessmann de Camargo (1935-2023)
Gerhard Malnic (1933-2023)

96 RESENHA

A impressão nas missões jesuíticas do Paraguai – Século XVIII, de Fernanda Verissimo. Por Marina Massimi

97 COMENTÁRIOS

98 FOTOLAB

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR



VÍDEO

Pela primeira vez, fusão nuclear gera mais energia do que consome

O físico Gustavo Canal, da USP, conta como pesquisadores fizeram o experimento usando a mesma reação que faz as estrelas brilharem



PODCAST

Orçamento, imunizantes, tarrafa

As perspectivas para ampliar o financiamento à ciência, os testes com vacinas que buscam eliminar tumores e as interações produtivas entre pescadores e golfinhos



VÍDEO

Mulheres enfrentam desigualdade no meio musical

Projeto mapeia os desafios enfrentados por musicistas em sua trajetória perante a desigualdade de gênero

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

Interação e inclusão

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Quem já entrou na sala de mamografia para uma análise de rotina pode ter pensado que uma mulher nunca teria inventado aquele exame. (De fato, foi o médico uruguaio Raul Leborgne – 1907-1986 – que constatou, nos anos 1950, que a compressão da mama gerava imagem diagnóstica melhor.) Esse procedimento salva vidas, mas não poderia haver técnicas menos agressivas? A participação ativa de mulheres, as principais usuárias, contribuiria para que aspectos como o desconforto fossem considerados no desenvolvimento de substitutos.

A interação entre pesquisadores da saúde e pacientes já ocorre, por exemplo, em ensaios clínicos, mas é bastante restrita. Vem ganhando espaço uma prática chamada de medicina cidadã, que promove colaborações mais abertas e inclusivas, reconhecendo o paciente como detentor de conhecimento sobre a sua própria condição. Reportagem à página 30 mostra que há espaço para maior envolvimento desse público, integrando comitês de ética, participando da regulamentação de ensaios clínicos, determinando o grau de risco aceitável para testes com novas drogas, entre outras possibilidades. Não é sempre viável nem é um caminho fácil. Reunir pessoas com diferentes perspectivas e experiências é um desafio colaborativo, mas que pode resultar em pesquisas inovadoras.

A proposta da medicina cidadã – relacionada à ciência cidadã, tema da edição 323 – também tem pontos de convergência com a investigação e a incorporação, pela sociedade não indígena, de conhecimentos dos povos originários sobre doenças (página 80). Pontes entre os diferentes saberes permitem ampliar o olhar sobre o adoecimento e contribuem para que se possa cumprir

o direito dos povos indígenas a um atendimento de saúde que respeite suas especificidades culturais e modos de vida. Outra reportagem desse universo temático mostra que pessoas LGBTQ+ tendem a realizar menos exames preventivos que indivíduos cisgênero heterossexuais (página 60).

A inclusão é o objeto da reportagem de capa. O Brasil soma mais de 17 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, segundo dados recentes do IBGE, e apresenta progresso em indicadores como o número de matriculados no ensino básico e superior. Mas o caminho é longo para diminuir a diferença entre pessoas com e sem deficiência no acesso à educação e ao mercado de trabalho, assim como na renda decorrente de suas atividades profissionais (página 12).

Nos últimos anos, a legislação brasileira sobre o tema foi ampliada e atualizada, amparada pela Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da ONU, de 2006. O aumento da presença dessa parcela da população nas universidades tem permitido avanços no conhecimento científico, com a abertura de frentes de pesquisa, e proporcionado melhorias institucionais. Inovações em equipamentos e serviços para esse público são tema de reportagem complementar (página 20).

Esta edição marca uma efeméride importante, os 50 anos da Embrapa. As pesquisas produzidas na instituição, presente em todas as unidades da federação, são em grande parte responsáveis pela diversidade agrícola brasileira e pela posição do Brasil como exportador de alimentos. Mas os tempos atuais, em um cenário preocupante de mudanças climáticas e de novas exigências dos mercados consumidores, pedem maior enfoque em agricultura sustentável, tema ao qual a instituição vem dedicando mais esforços (página 44).

NOTAS



Observar e, depois, se aproximar

Após uma convivência de 10 mil anos, os cães domésticos aprenderam a interpretar emoções dos seres humanos, mesmo dos que não lhes são familiares, e, com base nelas, reagem de um modo ou outro. Em um experimento realizado por Natalia Albuquerque e Briseida Resende no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 68 fêmeas e 46 machos adultos de várias raças, cada um por vez, observaram e depois interagiram com duas pessoas desconhecidas: duas atrizes, sempre com a mesma roupa, sem maquiagem ou tatuagens visíveis. Em silêncio, uma delas, chamada de doador, sempre em estado emocional neutro, entregava discos pretos (objetos neutros) à outra, o receptor, que reagia de modo positivo (feliz), negativo (com irritação) ou neutro. Depois das três repetições, na segunda fase da experiência, cada atriz segurava uma vasilha com isca de carne nas mãos ou deixava as vasilhas sobre uma mesa. Os cães podiam então interagir com as atrizes para tentar conseguir as iscas. Nas condições positivas, os cães escolheram mais o receptor (feliz; 68%) que o doador (neutro; 32%); nas condições negativas, o doador (neutro; 95%) mais que o receptor (irritado; 5%). Para as pesquisadoras, o experimento sugere que os cães escolhem com quem interagir a partir de informações que capturam das posturas corporais e das faces das pessoas. “Essa capacidade permite que os cães se ajustem ao mundo humano”, comenta Albuquerque (*Animal Cognition*, agosto de 2021; *Evolutionary Human Sciences*, janeiro de 2023).

Os cães escolhem com quem interagir a partir de informações sobre posturas corporais e faces das pessoas



O clima, motor de diversificação

Um debate antigo entre os estudiosos da evolução trata do papel da distância geográfica e do clima, respectivamente, para impulsionar a diversificação de espécies. Uma análise de quase mil genes em 420 espécies da linhagem das Mimosoidae, uma subdivisão da família das leguminosas, acaba de virar os holofotes da discussão para as chuvas. Essas plantas podem ser encontradas nos cinco continentes, em ambientes tão distintos quanto desertos e florestas pluviais. Quando se leva em conta os trópicos do mundo inteiro, a distância geográfica é a maior responsável por isolar espécies, que acabam divergindo. Mas o padrão fica diferente quando se examina cada continente. Em quatro deles, com exceção da Ásia, onde o clima é mais uniforme e existem muitos arquipé-

lagos, o regime de chuvas é o maior responsável pela diversificação de espécies. No Brasil, os dados indicam uma diferenciação expressiva entre as espécies de Mimosoidae no Cerrado, na Caatinga, no Pampa, na Amazônia e na Mata Atlântica. “As linhagens se diversificaram em cada ambiente, de acordo com regimes de precipitação”, explica o botânico João Iganci, da Universidade Federal de Pelotas. Segundo ele, o padrão de diversificação de espécies é semelhante nos outros continentes. Iganci ressalta que esse é o primeiro estudo abrangente em escala global, possível graças a um grupo internacional que trabalha em conjunto há mais de 10 anos, com participação de universidades e centros de pesquisa brasileiros (*Science Advances*, 17 de fevereiro).

As muitas formas das mimosas (da esquerda para a direita): *Abarema cochliacarpus*, nativa do Brasil; *Xylia xylocarpa*, do Sudeste Asiático; e *Calliandra emarginata*, dos Estados Unidos

Riscos da edição genética para bebês

Na última década, a técnica de edição de genes conhecida como Crispr-Cas9 despontou como promissora não só para tratar doenças de origem genética, mas também para gerar bebês sem essas anomalias. Esse segundo objetivo ainda não está à vista, concluíram os participantes de uma conferência sobre edição genômica realizada em março, em Londres, no Reino Unido. Os organizadores afirmaram que os experimentos de edição hereditária em embriões não se mostraram seguros. Depoimentos durante o encontro deixaram claro que o corte das duas fitas de DNA para a substituição de trechos ainda tem efeitos incontroláveis e é desejável fazer mais estudos em laboratório com edição de células reprodutivas para um melhor entendimento do desenvolvimento embrionário. Já a edição genética em células adultas foi reconhecida como um avanço importante para tratamento de doenças como a anemia falciforme (*Nature*, 10 de março).

Sonda chinesa examina solo de Marte

O Mars Rover Penetrating Radar (RoPeR), radar de penetração do solo da Tianwen-1, primeira missão marciana da China, mostrou que o solo de Marte é bastante heterogêneo e geologicamente complexo, com estruturas que se assemelham a paredes de crateras, moldadas pelo clima e pela erosão eólica. Diferentemente, dados comparáveis do lado oculto da Lua são bastante uniformes, mesmo que as duas superfícies tenham sido formadas em épocas geológicas próximas. Lançada em 23 de julho de 2020, a sonda Tianwen-1 foi capturada pela atmosfera de Marte em 10 de fevereiro de 2021 após uma jornada de 202 dias e 475 milhões de quilômetros. O RoPeR é um dos instrumentos científicos do rover (veículo controlado remotamente) Zhurong, que pousaram na região conhecida como Utopia Planitia em 15 de maio de 2021, com o propósito de examinar os efeitos do vulcanismo, do gelo e do vento, a partir dos quais se poderá conhecer melhor a evolução do ambiente do planeta (*Geology*, 9 de fevereiro).



O rover Zhurong com a sonda Tianwen-1, na primeira missão marciana chinesa



Mortes durante a gravidez ou no parto

No Brasil, de 2000 a 2020, a taxa de mortalidade materna aumentou de 68 para 72 a cada 100 mil nascidos vivos. O número de nascidos vivos diminuiu de 3,489 milhões para 2,787 milhões nessas duas décadas. Por causa de falta de acompanhamento médico, as mortes maternas aumentaram ou estagnaram em quase todas as regiões do mundo: em média, uma mulher morre durante a gravidez ou no parto a cada 2 minutos, de acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) "Tendências na mortalidade materna", divulgado em fevereiro. "As novas estatísticas revelaram a necessidade urgente de garantir que todas as mulheres e meninas tenham acesso a serviços de saúde críticos antes, durante e após o parto, e possam exercer plenamente seus direitos reprodutivos", disse Tedros Ghebreyesus, diretor-geral da OMS, ao apresentar o documento. Aproximadamente um terço das mulheres não faz nem quatro dos oito exames pré-natais recomendados ou recebe cuidados pós-natais essenciais, enquanto cerca de 270 milhões não têm acesso a métodos modernos de planejamento familiar. Em 2020, cerca de 70% de todas as mortes maternas ocorreram na África subsaariana, em razão de sangramento grave, pressão alta, infecções relacionadas à gravidez, complicações de aborto inseguro e doenças como HIV/Aids ou malária, que podem ser agravadas pela gravidez. No Chade, a taxa média de mortalidade é de 1.063 mulheres para cada 100 mil nascidos vivos. Na Alemanha, de 5 para cada 100 mil.

Mulheres esperam para ser examinadas na maternidade de um hospital no centro da Libéria

O cérebro das moscas-das-frutas

Depois de um ano e meio capturando imagens do cérebro de uma única larva de mosca-das-frutas (*Drosophila melanogaster*) com um microscópio eletrônico, pesquisadores das universidades de Cambridge, no Reino Unido, e Johns Hopkins, nos Estados Unidos, identificaram 3.016 neurônios e 548 mil sinapses. É o primeiro mapa completo do cérebro de um inseto. Até agora haviam sido mapeadas estruturas mais simples, como a do verme *Caenorhabditis elegans*, com centenas de neurônios. O diagrama de conexões mostrou que o cérebro da drosófila tem várias camadas, com caminhos de diferentes comprimentos, às vezes com atalhos. Os autores desse trabalho reconhecem que a tecnologia atual ainda não é avançada o suficiente para mapear as conexões cerebrais de animais mais complexos, como grandes mamíferos (*Science*, *Nature News* e Universidade de Cambridge, 10 de março).



Uma drosófila alimentando-se de uma banana



Dispositivo de papel kraft ligado a eletrodos assemelha-se a um medidor de glicose

Sensor detecta fungicida

Testado sobre a superfície de maçãs e repolhos, um sensor eletroquímico de papel kraft ligado a um dispositivo eletrônico detecta em minutos o fungicida carbendazim, de uso proibido, e informa o resultado por um aplicativo do celular. Desenvolvido nos institutos de Física e de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC e IQSC da USP), o dispositivo é semelhante a um medidor de glicose usado por diabéticos. Consiste em um substrato de papel com três eletrodos de carbono mergulhado em uma solução ácida. "Ao entrar em contato com uma amostra contaminada com carbendazim, o sensor induz uma reação de oxidação eletroquímica que permite a detecção do fungicida", comentou à Agência FAPESP José Luiz Bott Neto, do IFSC, um dos autores do trabalho. Segundo ele, o sensor apresentou resultados similares aos dispositivos convencionais, feitos de plástico ou cerâmica (*Food Chemistry*, 1º de junho, 2022).

Reator no Japão testa combustível alternativo

Uma equipe do Instituto Nacional de Ciência da Fusão (Nifs) do Japão, usando um reator de fusão convencional chamado Large Helical Device (LHD), verificou a viabilidade de reações com um combustível de baixo custo e abundante, o hidrogênio-boro (p-B11), que não produz partículas prejudiciais ao ambiente. Ainda que o experimento tenha sido feito em pequena escala e em temperaturas ainda mais altas do que o combustível de fusão padrão, o experimento representa a prova de conceito de uma proposta da TAE Technologies, startup fundada em 1998 na Califórnia, nos Estados Unidos, com o propósito de desenvolver métodos comerciais, economicamente viáveis e seguros de fusão nuclear para geração de eletricidade. O hidrogênio e o boro podem ser extraídos da água do mar e, no caso do boro, também da superfície da Terra. Não são tóxicos nem radioativos e os produtos da reação – as partículas alfa, formadas por um núcleo do átomo de hélio – são igualmente inofensivas. A maioria das pesquisas em fusão tem sido feitas com uma mistura de dois isótopos de hidrogênio, deutério e trítio, porque requer uma temperatura muito mais baixa do que a com p-B11 (*Nature Communications*, 21 de fevereiro; *Science*, 28 de fevereiro).

O LHD, usado para avaliar novas formas de produção de energia por fusão nuclear



Tomar sol, essencial para a saúde dos ossos e dos músculos

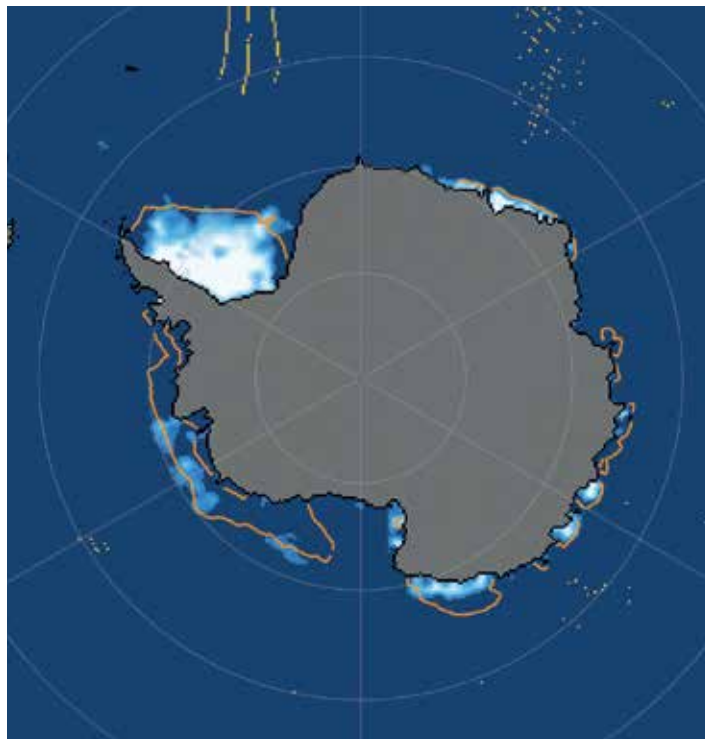
Altas taxas de insuficiência de vitamina D

Mesmo que algumas pessoas tomem sol com assiduidade, a concentração de vitamina D no sangue pode estar abaixo dos níveis recomendados. Taxas abaixo de 20 nanogramas por mililitro (ng/mL) caracterizam deficiência e abaixo de 30 ng/mL insuficiência desse hormônio. Sintetizado pelo organismo principalmente a partir da exposição ao sol, a vitamina D é essencial para crescimento, imunidade, músculos, coração e sistema nervoso central. De dezembro de 2020 a março de 2021, um grupo da Universidade Federal do Paraná coletou amostras de sangue de 1.004 moradores das cidades de Salvador, São Paulo e Curitiba, que não tomaram suplementos de vitamina D no mês anterior. Do total de participantes, 15% apresentaram deficiência (variando de 12% em Salvador a 20% em São Paulo) e 50% insuficiência (47% em Salvador e 52% em São Paulo) dessa vitamina, mesmo no verão. Em outro estudo, pesquisadores das universidades federais do Espírito Santo e do Amazonas avaliaram a variação dos níveis de vitamina D ao longo do ano em 559 crianças e adolescentes (6 a 18 anos) de Serra, no Espírito Santo, de julho de 2018 a dezembro de 2020. A metade (53,3%) dos participantes tinha deficiência ou insuficiência de vitamina D (*Journal of the Endocrinology Society*, 17 de novembro; *Revista Paulista de Pediatria*, 3 de março).



Antártida perde gelo

Ainda que possa variar ao longo dos anos, a área de gelo marinho ao redor da Antártida nunca esteve tão pequena, desde o início dos registros em 1979. Em 13 de fevereiro de 2023, a extensão do gelo caiu para 1,91 milhão de quilômetros quadrados (km²). Foi um novo recorde de baixa, ainda menor que 1,92 milhão de km² registrado em 25 de fevereiro de 2022, e o segundo ano em que a extensão da Antártida caiu para menos de 2 milhões de km². A queda pode ser ainda maior, já que o verão austral ainda não terminou. De acordo com uma equipe da Universidade do Colorado em Boulder, nos Estados Unidos, as condições climáticas levaram ar quente para a península Antártica e reduziram a extensão do gelo nos mares que a cercam. Para especialistas, as alterações nos padrões climáticos e as perdas da superfície de gelo indicam sinais observáveis das mudanças climáticas. Em entrevista ao jornal britânico *The Guardian*, Karsten Gohl, do Instituto Alfred Wegener, da Alemanha, que visitou a região pela primeira vez em 1994, comentou: "A plataforma continental, uma área do tamanho da Alemanha, está agora completamente livre de gelo. É preocupante ver a rapidez com que essa mudança ocorreu" (*Arctic Sea Ice News & Analysis*, 14 de fevereiro; *The Guardian*, 15 de fevereiro).



As linhas em laranja no mapa delimitam as áreas de gelo perdido até 2023



Estudantes da comunidade ashaninka de Pamaquiari, no Peru

Mesmo povo, origens diferentes

Os Ashaninka, povos indígenas da Amazônia peruana e brasileira, formam pelo menos dois grupos genéticos distintos, moldados pela interação com outras populações dos Andes e da costa do Pacífico. Uma inesperada diversidade genética resultou da análise do genoma de 51 indivíduos Ashaninka não aparentados da Amazônia peruana feita por geneticistas, arqueólogos, linguistas e antropólogos da Itália, Irlanda, Peru, Argentina, Estados Unidos, Estônia, Alemanha, Suíça, Áustria e Brasil. Em escala continental, os ancestrais Ashaninka provavelmente remontam a uma migração sul-norte de indígenas que se mudaram para a floresta amazônica a partir de uma área do sudeste, com contribuições genéticas de indivíduos instalados no Cone Sul. As análises também revelaram conexões entre os ancestrais dos atuais Ashaninka e grupos que se mudaram para o Caribe. O contato com os europeus, no século XVII, causou uma grande redução populacional, principalmente por causa de doenças contra as quais os indígenas não tinham imunidade (*Current Biology*, 16 de março).

Startups quânticas avançam na Europa

Logo atrás dos Estados Unidos e da China, a Europa tem pelo menos 147 startups trabalhando com tecnologias quânticas, de acordo com um levantamento da Dealroom, empresa sediada em Amsterdã, na Holanda. O Reino Unido reúne 39 delas, Alemanha 18 e França e Holanda 15. Das 147 mapeadas, 60 se dedicam especificamente ao desenvolvimento de computadores quânticos. Essas máquinas usam bits quânticos muito mais rápidos que os bits binários (0 ou 1) dos computadores clássicos para codificar informações. Desse modo, podem funcionar muito mais rapidamente. Algumas vão bem. Em janeiro, uma startup francesa chamada Pasqal arrecadou € 100 milhões (R\$ 500 milhões) para trabalhar em sua tecnologia de processamento quântico. O investimento de empresas de capital de risco nessa área mais que dobrou, de US\$ 105 milhões (R\$ 550 milhões) em 2021 para US\$ 257 milhões (R\$ 1,3 bilhão) em 2022. Em fevereiro, a Alemanha anunciou um fundo de € 1 bilhão (R\$ 5 bilhões) para empresas inovadoras, incluindo as desse campo (*Sifted Newsletter*, 22 de fevereiro).

Tinta de bactérias para obras de arte

Pesquisadores da Escola Politécnica Federal de Lausanne (EPFL), na Suíça, anunciaram um método para imprimir em 3D com uma tinta que contém bactérias produtoras de carbonato de cálcio. Resistente e leve, o composto mineralizado impresso em 3D pode ser injetado diretamente em um molde ou em uma rachadura de uma estátua. As bactérias *Sporosarcina pasteurii*, quando expostas a uma solução com ureia, desencadeiam um processo de mineralização que produz carbonato de cálcio (CaCO_3). A tinta produzida desse modo, chamada de Bactolnk, mineraliza em alguns dias, sem encolher após a secagem, como acontece com outros materiais usados em restauração de obras de arte. O composto final não contém bactérias vivas, pois é submerso em etanol no final do processo de mineralização. O fato de as propriedades mecânicas do biocompósito imitarem as dos ossos podem torná-lo interessante para futuras aplicações biomédicas (*MaterialsToday*, 18 de fevereiro; *EPFL News*, 23 de fevereiro).



Resistente e leve, composto mineralizado auxilia na restauração artística

3



Abelhas polinizadoras levam o pólen das flores masculinas, mais externas, para as femininas, mais internas

4

O relógio que regula as flores do girassol

Em 2016, pesquisadores da Universidade da Califórnia em Davis, nos Estados Unidos, mostraram que o relógio biológico do girassol o fazia acompanhar o sol, do leste ao oeste, enquanto está crescendo. Já adulta, a planta se volta apenas para o leste, porque as flores, ao receberem a primeira luz da manhã, esquentam e atraem mais insetos polinizadores. Agora, uma equipe da Davis e da Universidade de Pretoria, na África do Sul, verificou que o relógio circadiano controla o amadurecimento das centenas de minúsculas flores que formam círculos concêntricos no disco – ou cabeça – do girassol adulto. As flores mais jovens estão no cen-

tro do disco e as mais maduras nas bordas. Começando da borda em direção ao centro, em um dia a flor abre a parte masculina e expõe o pólen; no dia seguinte, abre o estigma, a estrutura feminina, que recebe o pólen. As abelhas polinizadoras que pousam nas pétalas ao redor do disco, ao caminharem em direção ao centro, levam o pólen de uma flor para o estigma de outra, assegurando a formação da semente. Nos animais, também regulados por mecanismos celulares e bioquímicos, os ritmos circadianos definem os horários de sono e fome (*Science*, 5 de agosto de 2016; *eLife*, 13 de janeiro; *newsletter* da NSF, 6 de fevereiro de 2023).

CAPA



O DIREITO À DIVERGÊNCIA

Avanço nas matrículas de pessoas com deficiência aponta para maior inclusão, mas políticas institucionais e práticas pedagógicas precisam ser aprimoradas

Christina Queiroz | ILUSTRAÇÕES Fabio Passos

Divulgados em 2022, os últimos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que pessoas com deficiência somavam 17,2 milhões em 2019, ou 8,4% da população do país. Marcadas por disparidades de escolarização, elas enfrentam mais dificuldades para acessar o mercado de trabalho e dispõem de renda mais baixa, se comparadas com pessoas sem deficiência (*ver gráfico na página 15*). Recentemente, no entanto, a situação começou a mudar, especialmente em relação ao acesso à educação básica e superior. A mudança é reflexo da aprovação, em 2006, da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da Organização das Nações Unidas (ONU) e da entrada em vigor, em 2015, da Lei Brasileira de Inclusão (LBI). Além de estimular a abertura de novas frentes de pesquisa, esse movimento tem trazido desafios para instituições de ensino, que precisam repensar suas políticas e práticas pedagógicas, elaborando estratégias de acessibilidade adequadas aos diferentes tipos de deficiência.

Na educação superior, estudantes com deficiência foram os últimos contemplados por uma lei de cotas. A reserva de vagas para alunos com esse perfil em instituições federais se tornou obrigatória com a Lei nº 13.409, seis anos depois de promulgada a Lei nº 12.711, que a partir de 2012 estabeleceu reserva de vagas para estudantes autodeclarados pretos, pardos e indígenas provenientes de escolas públicas (*ver Pesquisa FAPESP nº 308*). As cotas para jovens com deficiência têm viabilizado a expansão de sua presença no ensino superior federal. A quantidade de alunos com algum tipo de deficiência saltou de 31,2 mil, em 2014,



para 55,8 mil, em 2018, um crescimento de 78,8 pontos percentuais, conforme o último levantamento da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes), publicado em 2019. Em valores absolutos, o número de estudantes cegos, por exemplo, mais que triplicou: eram 177 em 2014 e, em 2018, passaram a ser 616.

De acordo com a LBI e a Convenção da ONU, que foi incorporada à legislação brasileira por meio de duas emendas constitucionais, pessoas com deficiência “são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas”. O jurista Emerson Damasceno, presidente da comissão de autismo da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), explica que, no país, as duas normativas são as principais fontes de diretrizes para o atendimento de pessoas com deficiência em sistemas de saúde e educação. Além delas, o Estado brasileiro conta com legislação específica para cada deficiência, caso da Lei nº 14.127, que desde 2021 trata dos direitos de pessoas com visão monocular.

“Nossa legislação tem um viés moderno e inclusivo. Hoje, o grande desafio é conseguir efetivar esses direitos”, detalha o jurista. Segundo ele, alguns artigos da LBI aguardam regulamentação, o que tem dificultado sua aplicação. Caso do artigo 2º, que prevê a possibilidade de pessoas com deficiência serem avaliadas conforme o chamado modelo biopsicossocial. “Esse modelo considera impedimentos em funções e estruturas do corpo, além de fatores socioambientais, pessoais e restrições na capacidade de participar da sociedade, para definir se uma pessoa tem deficiência e medir seu grau de comprometimento”, explica Damasceno. De acordo com ele, a regulamentação desse artigo da LBI é fundamental, entre outros motivos, para orientar instituições em tópicos como o de reconhecimento de servidores com deficiência, reserva de vagas em concursos públicos e de cotas no ensino superior. “O modelo biopsicossocial considera o laudo médico e também avalia o quanto a deficiência compromete a participação da pessoa na sociedade”, esclarece o jurista, que se tornou pessoa com deficiência física em 2014, depois de ser atropelado. Como exemplo, o jurista cita o caso de uma aluna neurodivergente – termo que se refere a quem tem um desenvolvimento ou funcionamento neurológico diferente do padrão esperado pela socie-

dade – que pleiteava uma vaga de cotas em uma instituição mineira de ensino superior. A comissão de avaliação considerou que sua neurodivergência era mínima e, por isso, ela não enfrentava barreiras que a colocassem em patamar de desigualdade com a ampla concorrência, de forma que a vaga foi concedida a outro candidato, com impedimentos mais complexos. “Uma pessoa sem um dedo da mão pode sofrer preconceito, mas as barreiras para se integrar à sociedade são maiores para quem tem lesão medular”, compara, defendendo que a regulamentação da LBI é assunto de interesse de toda a sociedade brasileira.

AVANÇO DA CIÊNCIA BALIZA LEGISLAÇÃO

A conceituação da deficiência é um campo em disputa até os dias de hoje. Até meados do século XVIII, predominavam concepções pré-científicas, com um olhar majoritariamente supersticioso ou de caridade, envolvendo culpa ou castigo divino. No século XIX, a ciência médica passou a compreendê-la como patologia. “A ciência via a deficiência como um impedimento corporal, físico e social, situando-a no sujeito e fazendo com que políticas públicas focassem na busca pela reabilitação”, explica a psicóloga Marivete Gesser, coordenadora do Núcleo de Estudos da Deficiência da UFSC. A partir da década de 1960, com os aportes das ciências humanas e sociais, emergiu outro modelo, que compreende que o

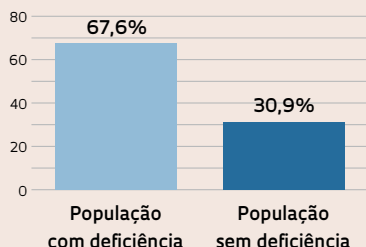


PANORAMA DA DESIGUALDADE

Pessoas com deficiência enfrentam barreiras para acessar educação e mercado de trabalho

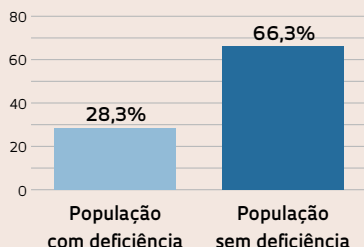
EDUCAÇÃO

Parcela da população sem instrução ou com ensino fundamental incompleto



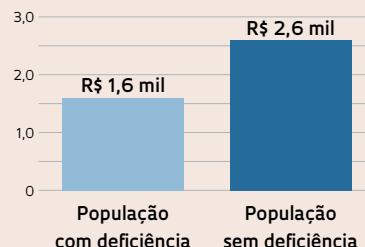
FORÇA DE TRABALHO

Pessoas com 14 anos ou mais; ocupadas ou à procura de uma vaga



RENDA

Receita média mensal recebida por pessoas com e sem deficiência



FONTE: PESQUISA NACIONAL DE SAÚDE/IBGE/2019

principal problema enfrentado pelas pessoas com deficiência são as barreiras impostas pela sociedade. “Essa vertente propiciou um salto à produção científica, ao tirar a deficiência de um enfoque individual e patológico e posicioná-la como algo que seria neutro, caso as barreiras sociais fossem suprimidas”, descreve Gesser.

Em artigo publicado em 2022, a antropóloga Anahí Guedes de Mello, também da UFSC, detalha que, na década de 1990, a crítica feminista e teorias de estudos do cuidado ajudaram a ampliar o alcance do modelo social da deficiência, o que, mais tarde, permitiu consolidar o modelo biopsicossocial. Influenciado pelas demandas de movimentos de pessoas com deficiência, esse modelo surgiu como uma proposta da Organização Mundial da Saúde (OMS) e foi incorporado pela LBI em 2015. Uma das referências nesse debate é a filósofa Eva Feder Kittay, da Universidade Stony Brook, em Nova York, nos Estados Unidos, que desenvolve trabalhos pioneiros para discutir questões de cuidado e deficiência, especialmente cognitiva, no âmbito da filosofia. Kittay é mãe de uma mulher com deficiência cognitiva. Diagnosticada com surdez na infância, Mello analisa, em seu texto, que a avaliação biopsicossocial da deficiência constitui um avanço por contemplar a interação entre a biologia e o contexto social e entre fatores individuais e ambientais. Conforme a pesquisadora, os estudos culturais e, em especial, os estudos *queer*, abriram caminho para uma nova linha de reflexão, conhecida como teoria *crip*, traduzida para o português como teoria aleijada. “A teoria aleijada questiona os processos de naturalização do corpo ‘capacitado’ e oferece um modelo cultural da deficiência, rejeitando a ideia de que não ter uma deficiência seja um estado natural de todo ser humano. O capacitismo

impede a consideração de que é possível andar sem ter pernas, ouvir com os olhos, enxergar com os ouvidos e pensar com cada centímetro de pele”, escreve a antropóloga. O termo capacitismo foi cunhado entre os anos 1960 e 1970 e se disseminou no Brasil a partir de 2011, por meio do trabalho de pesquisadores como Mello.

Em investigação fundamentada nos estudos feministas sobre deficiência, a partir dessas novas vertentes de reflexão, a psicóloga Karla Garcia Luiz pesquisa, em seu doutorado na UFSC, a vida de mulheres com dependência de alta complexidade. “Analisando a experiência dessas mulheres por meio do conceito de dependência complexa, que inclui cuidados fisiológicos, mas também outros, que permitem o acesso à cultura, ao trabalho e à educação. O conceito de alta complexidade é ligado a um sentido mais amplo de manutenção da vida”, detalha Luiz, que nasceu com artrogripose congênita múltipla e sofre com contraturas articulares. Mãe de uma bebê de 1 ano, um dos pontos da investigação científica da psicóloga envolve a forma como as mulheres com deficiência experimentam a sexualidade e acessam direitos reprodutivos. “Ancorados na sociologia do trabalho, há muitos estudos sobre os cuidadores de pessoas com deficiência, mas poucos sobre as pessoas que, como eu, são cuidadas. Nossa vida é uma eterna negociação com nossos cuidadores e familiares. Com a tese, procuro mostrar essas perspectivas invisibilizadas”, conta Luiz.

Pesquisador do movimento social da deficiência no Brasil, o enfermeiro Raul de Paiva Santos

trabalha com uma área nova, envolvendo o fenômeno de pessoas com deficiência que viraram influenciadores e ativistas em redes sociais, especialmente durante a pandemia. Santos tornou-se pessoa com deficiência física na infância, passando anos em tratamento pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Aluno da graduação na Universidade do Vale do Sapucaí entre 2009 e 2012, ele recorda que a instituição não tinha políticas afirmativas, naquela época. “A universidade questionava se eu seria capaz de fazer os estágios e me formar. Também dizia que eu não deveria cuidar, mas, sim, ser cuidado”, relembra. Depois de formado, ele percebeu que nunca tinha visto um profissional como ele, que utiliza muletas, trabalhando na enfermagem. “Nessa época, comecei a enfrentar barreiras que, anos mais tarde, pesquisadoras da área de humanidades no Brasil denominaram capacitismo”, relembra. “Quando, em 2019, ingressei no doutorado na USP, a única preocupação da universidade era garantir minha acessibilidade física ao *campus*. Eu tinha o telefone de um segurança que me levava e buscava dos lugares”, recorda. “Por outro lado, conheci referenciais teóricos da antropologia e passei a assumir minha identidade com orgulho. As leituras na universidade ampliaram meus horizontes”, afirma o enfermeiro.

O aumento da presença de pessoas com deficiência na academia tem permitido avanços no conhecimento científico e propiciado mudanças institucionais. Dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) indicam que matrículas de estudantes com deficiência em programas de mestrado e doutorado *stricto sensu* passaram de 998, em 2017 – primeiro ano em que foram coletadas informações sobre elas na pós-graduação –, para 2,8 mil, em 2021 (ver gráfico abaixo). Em relação a postos de docência, o Censo Escolar e o Censo da Educação Superior, de 2018, elaborados pelo Instituto Nacional de

Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), mostram que 6,7 mil professores do ensino básico, ou 0,30% do total, e 1,6 mil do ensino superior, ou 0,43% do total, tinham algum tipo de deficiência, naquele ano. Ainda que tímida, essa presença tem desafiado instituições de ensino e pesquisa a criar políticas de acessibilidade e acolhimento.

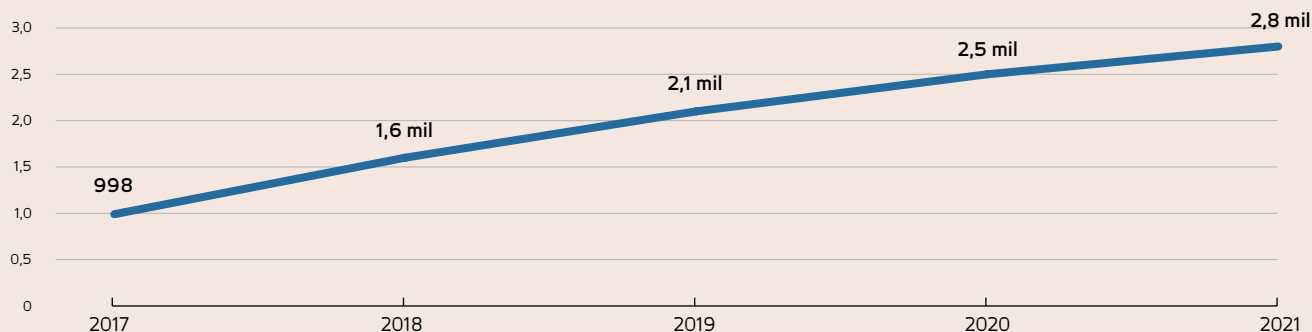
Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) desde 2017, a zootecnista Aline de Assis Lago desenvolvia pesquisa sobre melhoramento genético na criação de coelhos no *campus* de Santa Inês, cidade no interior da Bahia. Por conta de imunidade baixa, depressão e ansiedade, frequentemente precisava se afastar do trabalho. Quando a pandemia de

Covid-19 atingiu o Brasil, em março de 2020, as atividades presenciais foram suspensas e Lago passou a trabalhar remotamente. Para surpresa do psiquiatra com quem se tratava, ao se manter longe de interações, seu estado geral de saúde melhorou, na contramão do que era observado em outros pacientes. “Meu psiquiatra se deu conta de que eu devia ter alguma neurodivergência, que não tinha sido detectada até então”, conta. Depois de alguns meses de investigações, ela foi diagnosticada como autista, com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH) e altas habilidades, o que a levou a solicitar o reconhecimento como servidora com deficiência. Mas o instituto não dispunha de normas que possibilitassem a efetivação de seu pedido e o consequente acesso a direitos como redução da carga horária sem prejuízo salarial e transferência para o *campus* de Salvador, para a realização de tratamento médico.

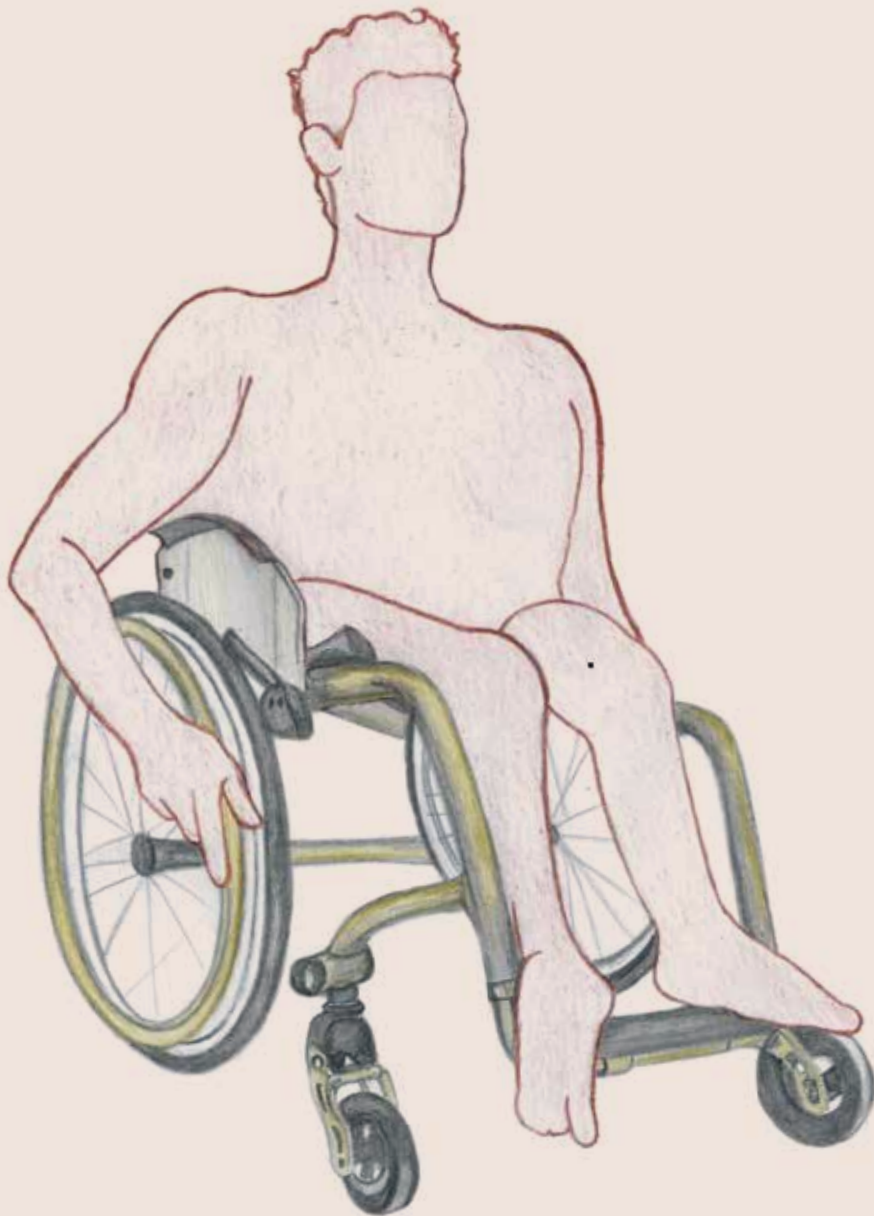
“Meu processo de autorreconhecimento como autista caminhou lado a lado com os esforços

EVOLUÇÃO DAS MATRÍCULAS

Estudantes com deficiência matriculados em cursos de pós-graduação *stricto sensu*



FONTE: CAPES



para pressionar a instituição a modificar suas políticas voltadas a alunos e servidores com deficiência”, conta Lago. De acordo com ela, foram os estudantes que, em um primeiro momento, a acolheram. “Quando souberam do meu diagnóstico, muitos se identificaram comigo e pediram ajuda”, conta a zootecnista. Depois das primeiras tentativas negadas, em 2022 o instituto adaptou suas políticas e reconheceu Lago como pessoa com deficiência, autorizando sua transferência para o *campus* da capital baiana. Lá, ela tem o apoio de psicólogo, psiquiatra, neurologista e fisioterapeuta, que tem lhe permitido “conhecer seu próprio funcionamento”. “Fui a primeira autista com diagnóstico tardio no IF Baiano a solicitar reconhecimento como servidora com deficiência. Naquele momento, ninguém sabia

como proceder”, lembra Lago, que hoje trabalha na Pró-reitoria de Pesquisa e é assistente da Coordenação Geral na Pós-graduação.

Os casos de Lago e de Alessandra Souza Silva, professora de atendimento educacional especializado no mesmo instituto e também diagnosticada tardiamente com transtorno do espectro autista, mobilizaram o IF Baiano a criar uma comissão de neurodiversidade e inclusão, que hoje tem o papel de identificar falhas e lacunas em suas políticas institucionais, propondo soluções. “Estamos tendo um alcance que não imaginávamos”, diz Lago, ao recordar que sua primeira palestra sobre o assunto, organizada em 2021 pelo Comitê Nacional de Saúde e Qualidade de Vida dos Institutos Federais, teve cerca de 500 participantes.

“Em instituições acadêmicas, as barreiras administrativas são as mais difíceis de transpor”, avalia o médico Sandro Luiz de Andrade Matas, criador do Núcleo de Acessibilidade e Inclusão da Universidade Federal de São Paulo (NAI-Unifesp) em 2006. Ele conta que até aquele ano a instituição não tinha políticas de inclusão e acessibilidade. O primeiro passo foi estabelecer um grupo multidisciplinar para elaborar um projeto de adaptação arquitetônica. “Desde 1978, quando ingressei na graduação da Unifesp, enfrentava barreiras físicas e dificuldades para me deslocar”, comenta o médico. Na infância ele teve paralisia e, em consequência de suas sequelas, precisa do auxílio de bengala ou muletas para se locomover. “Hoje a Unifesp tem elevadores, rampas e piso tátil para deficientes visuais. As dificuldades agora estão na elaboração de conteúdos programáticos e envolvem aulas acessíveis a estudantes com distintas deficiências”, diz. Como exemplo, cita a ocasião em que a universidade precisava de um professor de Libras para uma classe da graduação com um aluno com deficiência auditiva, mas, conforme seu regimento, só poderia contratar docentes com doutorado. “Há sete anos não contávamos com professores de Libras com doutorado no Brasil. Foi necessário alterar o estatuto para poder contornar o empecilho”, lembra, ao mencionar que, atualmente, a instituição conta com sete docentes de Libras. Na avaliação de Matas, a situação tende a melhorar nos próximos anos porque a universidade aprovou uma resolução que amplia o acolhimento de estudantes e docentes com distintas deficiências, por meio de investimentos em tecnologia assistiva, formação e acessibilidade pedagógica, comunicação e mobilização, serviços e infraestrutura. Ainda este ano deve entrar em vigor um sistema de cotas para docentes com deficiência, aprovado na instituição em 2022. ■

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



BARREIRAS À INCLUSÃO

Política de educação especial colabora para reduzir atraso escolar de pessoas com deficiência, mas pode fomentar segregação do ensino

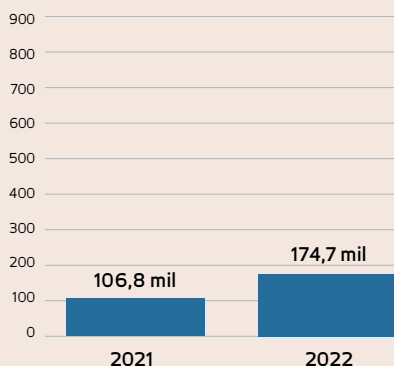
Nos níveis infantil, fundamental e médio, as matrículas da educação especial avançaram em classes comuns, conforme o Censo Escolar de 2022, divulgado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep) no começo deste ano. Entre 2021 e 2022, na educação infantil foram 67,9 mil matrículas a mais. No ensino fundamental e médio foram 74,2 mil e 30,2 mil, respectivamente (*ver gráfico na página 19*). No entanto, mesmo com o crescimento de matrículas em turmas regulares, o processo de inclusão pedagógica constitui uma barreira à formação de alunos com deficiência.

A Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva foi adotada em 2008 para garantir o acesso de estudantes com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento, altas habilidades e superdotação em escolas regulares. No mesmo ano, por meio do Decreto nº 6.571, foi estabelecido o atendimento educacional especializado para dar suporte a esses alunos e facilitar o acesso ao conteúdo. A economista Maria Micheliana da Costa Silva, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), detectou, em estudo realizado em parceria com outros pesquisadores da instituição, que essa política permite reduzir a defasagem idade-série de alunos com deficiência, com impactos mais significativos entre estudantes com surdez. Nesse grupo, a defasagem escolar pode ser reduzida em cerca de dois anos, segundo a economista. Investigando dados de censos escolares entre 2009 e 2016, o estudo comparou a situação de grupos de alunos com 13 tipos de deficiência, e contemplados por ações do programa, com a de alunos com as mesmas deficiências, mas que não eram atendidos pelo programa. “Os dados da curva histórica indicam que o

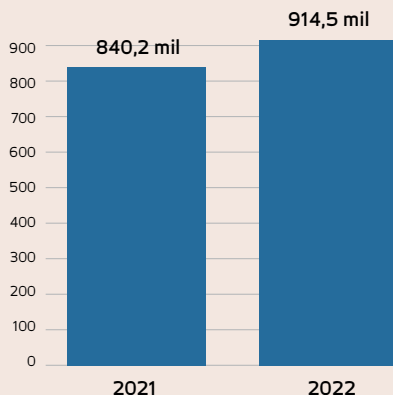
MATRÍCULAS DA EDUCAÇÃO ESPECIAL

Salas de aula regulares registraram aumento no número de estudantes com deficiência

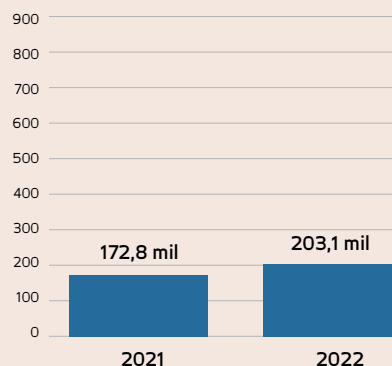
EDUCAÇÃO INFANTIL



ENSINO FUNDAMENTAL



ENSINO MÉDIO



FONTE: CENSO ESCOLAR 2022 / INSTITUTO RODRIGO MENDES

programa colabora para que alunos com cegueira, baixa visão, deficiência física e múltipla, autismo, superdotação, entre outros, façam um melhor acompanhamento das atividades das classes regulares”, sustenta a economista.

Por outro lado, em projeto financiado pela FAPESP e concluído em 2019, a psicóloga Enicéia Gonçalves Mendes, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), avaliou políticas de inclusão na rede de um município paulista. Foram aplicados questionários em 61 docentes, sete gestores escolares, 65 estudantes da educação especial e 67 familiares. A pesquisa identificou que o atendimento educacional especializado, ou seja, as aulas oferecidas a alunos com deficiência em salas apartadas do restante da turma, separa os processos pedagógicos de estudantes com e sem deficiência, tornando-os desiguais. A pesquisa detectou que metade dos estudantes da educação especial não recebia atendimento educacional especializado e muitos participavam da atividade em instituições fora da escola. Cerca de 20% dos estudantes com deficiência precisam de atendimento especializado. “Os demais conseguiriam aprender da mesma forma que os outros, em salas de aula regulares, desde que a qualidade do ensino melhora, evitando a necessidade de mediação”, observa.

A inclusão escolar foi o maior problema identificado em mapeamento realizado entre 2019 e 2020 com 3 mil famílias latino-americanas, mil delas brasileiras, de autistas com idade entre 3 e 18 anos.

Pesquisadora do Centro Mackenzie de Pesquisa sobre Infância e Adolescência e do Programa de Pós-graduação em Distúrbios do Desenvolvimento da Universidade Presbiteriana Mackenzie, a psicóloga Cristiane Silvestre de Paula foi uma das coordenadoras do estudo, concluído em 2020, que envolveu a Rede Latino-americana pelo Autismo. No levantamento, constatou-se que 37% das 3 mil famílias não recebiam nenhum tipo de auxílio-saúde ou educação. “O principal objetivo das pesquisas desenvolvidas pela rede, criada em 2015 por pesquisadores e clínicos de seis países da região, é levantar subsídios para formulação de políticas públicas, explica Silvestre de Paula, que também atua no Centro Especializado em Transtorno do Espectro Autista (TEA), do Departamento de Psiquiatria da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Segundo ela, atualmente no Brasil o acolhimento de crianças com síndrome de Down é mais eficaz em sistemas de saúde e educação, se comparado com crianças autistas. “Nesse caso, a atuação dos pais fez a diferença. Há cerca de três décadas eles foram pioneiros em organizar movimentos de inclusão em escolas”, diz, explicando que, no país, o movimento de famílias autistas se fortaleceu nos últimos 15 anos.

A médica Christina May Moran de Brito, do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), coordenou projeto, finalizado em 2021 com financiamento da FAPESP, com o objetivo de gerar re-

comendações para fortalecer a inclusão de pessoas com deficiência no SUS. Por meio de revisão da literatura sobre barreiras e facilitadores do acesso, entrevistas com 31 profissionais e 50 pessoas com distintos tipos de deficiência em Santos e São Paulo, ela identificou que a falta de comunicação é um dos grandes obstáculos à inclusão. Brito refere-se à comunicação precária ou inexistente entre usuários e prestadores de serviço, entre esses e os gestores dos serviços de saúde e entre os diferentes níveis de atenção à saúde (primária, secundária e terciária). “Essa falha impede o acesso a serviços e pode prejudicar a autonomia da pessoa com deficiência”, comenta a médica, que trabalha no Serviço de Reabilitação do Hospital Sírio-Libanês e no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo.

As universidades brasileiras, observa Silvestre de Paula, têm gerado um volume expressivo de dados sobre deficiências, como ferramentas de diagnóstico e intervenção que podem colaborar com sua inclusão em sistemas de saúde e educação. “Mas, esses dados não chegam a formuladores de políticas públicas de forma que possam ser aplicados em grande escala na prática cotidiana. Redes de saúde, mesmo quando adotam determinados protocolos de atendimento, enfrentam dificuldades para capacitar profissionais e expandi-los para todas as unidades”, finaliza a pesquisadora. ■ **Christina Queiroz**

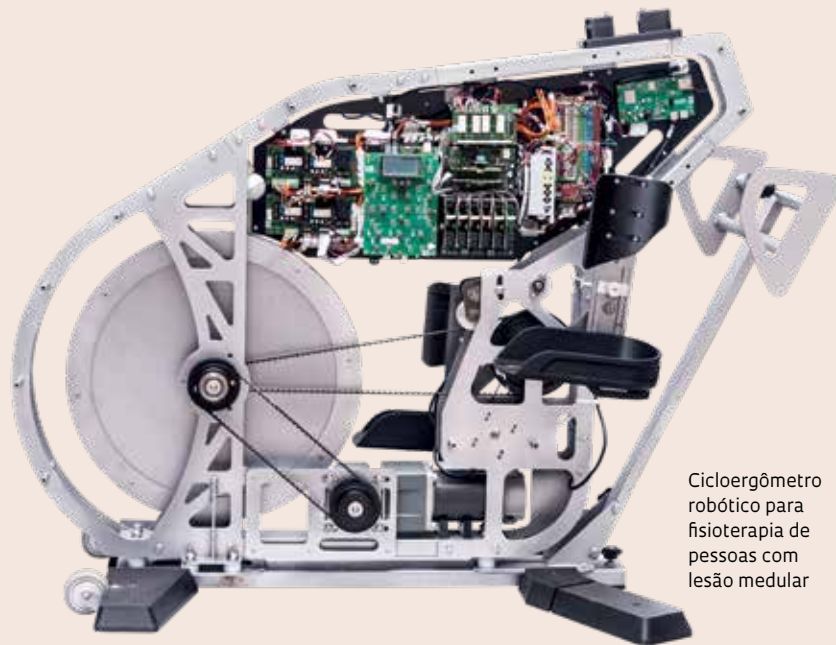
Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.



**INOVAÇÃO
AMPLIA
AUTONOMIA**

Mundo vive *boom* de patentes de equipamentos e serviços concebidos para proporcionar habilidades funcionais para pessoas com deficiência

Domingos Zaparoli



Cicloergômetro robótico para fisioterapia de pessoas com lesão medular

Os últimos anos foram marcados por forte avanço no desenvolvimento de tecnologias assistivas, os equipamentos e serviços planejados para proporcionar habilidades funcionais às pessoas com deficiência. De acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), mais de 130 mil patentes foram solicitadas entre 1998 e 2020 relacionadas a inovações capazes de minorar problemas enfrentados por indivíduos com dificuldade de mobilidade ou com restrições de visão, audição e coordenação motora. O dado integra o relatório “Tendências tecnológicas 2021: Tecnologia assistiva”, elaborado pela OMPI, agência ligada à Organização das Nações Unidas (ONU).

O principal foco inovativo recai sobre as chamadas tecnologias assistivas emergentes, que envolvem robôs, inteligência artificial, sensores e outros recursos digitais, como as ferramentas de acessibilidade em sistemas operacionais e os aplicativos de computadores e smartphones que disponibilizam teclados em braille, digitação por voz e rastreadores oculares que permitem controlar o computador com os olhos.

Desde 2013, o registro de tecnologias assistivas emergentes cresce a um ritmo de 17% ao ano, uma expansão três vezes maior do que a verificada entre as inovações convencionais, como aprimoramentos em cadeiras de rodas e aparelhos auditivos.

Em 2021, a maioria dessas novas tecnologias estava em fase de desenvolvimento, enquanto apenas 18% eram comercializadas. Para a OMPI, esse é um indicativo de que os próximos anos serão marcados por um *boom* de lançamentos de produtos e serviços assistivos robóticos e digitais. O relatório demonstra que China, Estados Unidos, Alemanha, Japão e Coreia do Sul são as cinco principais origens das inovações nessa área. O Brasil é pouco representativo na produção mundial, com uma participação de apenas 0,21% das exportações globais.

Os benefícios desse avanço tecnológico, contudo, não são acessíveis a toda a comunidade de pessoas com deficiência. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef), mais de 2,5 bilhões de indivíduos no planeta precisam de um ou mais produtos assistivos para minorar deficiências físicas ou superar limitações físicas e motoras impostas pela idade. Desse total, mais de 1 bilhão não têm acesso a esses recursos, principalmente em países de baixa e média renda.

Em São Paulo, apenas 28% dos indivíduos com deficiência dispõem de equipamentos assistivos adequados às suas necessidades. A constatação é de uma pesquisa do Instituto de Medicina Física e Reabilitação (Imrea) do Hospital das Clínicas (HC) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). “Não temos dados de todo o país, mas a experiência demonstra que a realidade nos demais estados é ainda mais pre-

cária”, diz a médica fisiatra Linamara Rizzo Battistella, diretora do Imrea (ver Pesquisa FAPESP nº 304).

“O país precisa de uma política nacional de acesso a tecnologias assistivas. Isso significa a aquisição de equipamentos atualizados e na quantidade adequada, bem como uma estratégia de democratização do acesso”, afirma a pesquisadora. “A tecnologia é fundamental para proporcionar a inclusão de pessoas com deficiência na sociedade, nos sistemas de ensino e saúde e no mercado de trabalho.”

Para Battistella, o Brasil conta com centros de inovação capacitados a desenvolver tecnologia de ponta, mas muitos produtos não encontram respaldo na administração pública e no setor produtivo. Exemplo dessa situação, diz a médica, são os modelos robóticos de exoesqueletos que complementam o caminhar de pessoas com paraplegia criados pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), pelas universidades federais do Rio Grande do Norte (UFRN) e do Espírito Santo (Ufes) e pela Universidade de Brasília (UnB) (ver Pesquisa FAPESP nº 301). “São equipamentos altamente qualificados, mas não estão disponíveis comercialmente. Com isso, não sobra outra opção aos usuários senão adquirir modelos importados”, pondera Battistella.

A seguir, apresentamos inovações brasileiras lançadas recentemente ou em fase avançada de desenvolvimento, agrupadas por áreas de interesse dos usuários.

Mouse de cabeça sem fio Colibri: para pessoas com limitações nos membros superiores

ACESSIBILIDADE DIGITAL

O uso de computadores e smartphones é um problema para quem sofre de limitações motoras severas nos membros superiores (braço e mão). No Brasil, calcula-se que o problema aflija mais de 2 milhões de indivíduos. No final de 2021, a startup mineira Tix lançou o Colibri, o primeiro mouse de cabeça brasileiro sem fio. Um dispositivo acoplado aos óculos do usuário ou a uma armação de óculos sem lente acompanha o movimento de cabeça e o click é realizado com uma piscadela de olho ou uma pausa na movimentação. Para evitar clicks indesejados, o tempo da piscada de olho ou a pausa na movimentação da cabeça é preestabelecido caso a caso. “O usuário não precisa se adaptar a uma condição predefinida; é o produto que se adapta ao usuário”, explica o engenheiro electricista Adriano Rabelo Assis, funda-



dor da Tix. O Colibri soma quase 400 usuários, entre assinantes do serviço, que pagam R\$ 120 por mês, e indivíduos que compraram o dispositivo por cerca de R\$ 3 mil.

A empresa desenvolveu também o Telepatix, um aplicativo para computadores e smartphones que disponibiliza um teclado movimentado pelo piscar de olhos, e o Tix, um teclado sensível ao toque de apenas 11 teclas, cada uma

representando mais de uma letra, que permite pessoas com dificuldade motora escrever qualquer palavra de acordo com uma sequência de toques.

Outra inovação é o aplicativo Expressia, voltado para a comunicação de pessoas com dificuldades de fala ou o ensino de indivíduos com dificuldades de aprendizagem, como em alguns casos de autismo. O programa disponibiliza fotos e imagens para a construção de frases.



Almofada projetada para evitar úlceras de pressão em usuários de cadeiras de rodas

ALMOFADA INTELIGENTE

Uma almofada dotada de sensores para cobrir o assento de cadeiras de rodas é a inovação em fase final de desenvolvimento no Imrea, da Faculdade de Medicina da USP. Os sensores programados com inteligência artificial (IA) vão regular a pressão de ar de almofadas de forma a permitir que o fluxo sanguíneo não seja interrompido, mesmo após horas de uso da cadeira de rodas, e assim evitar o surgimento de úlceras de pressão e escaras.

“Uma vítima de lesão da medula não possui a sensibilidade necessária para sentir e relatar o incômodo”, diz Battistella, diretora do Imrea. Outra funcionalidade da almofada é emitir um alerta sobre a presença de umidade, permitindo,

por exemplo, que um paraplégico ou seu cuidador saiba imediatamente que está na hora de trocar a fralda descartável.

O Imrea também desenvolve um cicloergômetro robótico, que auxilia a fisioterapia de pessoas com lesão medular. Por meio de estimulação elétrica, o aparelho reproduz artificialmente os movimentos dos membros inferiores necessários para pedalar e, assim, movimenta os músculos, reduzindo a perda de massa muscular. É uma inovação incremental, pois já existem aparelhos com esse perfil disponíveis. O cicloergômetro robótico do Imrea proporciona o monitoramento remoto com sensores para batimento cardíaco, oxigenação sanguínea, pressão arterial e temperatura.

TRADUTORES PARA SURDOS

De acordo com a OMS, mais de 80% das pessoas surdas têm dificuldade de compreender bem a língua de seus países, mesmo quando apresentada de forma escrita. No Brasil, os surdos são alfabetizados com a Língua Brasileira de Sinais (Libras), que, por sua vez, não é conhecida pela maioria da população. A startup alagoana Hand Talk criou em 2012 um aplicativo para smartphone que traduz textos e áudios em português para Libras, com o auxílio de dois avatares, os personagens Hugo e Maya, que fazem os sinais da língua. A ONU premiou a iniciativa como Melhor Aplicativo Social do Mundo em 2013. Já foram realizados 6 milhões de downloads do aplicativo, sem custos para os usuários.

Em 2014 a Hand Talk lançou o Plugin, ferramenta que traduz textos da internet para Libras, também com o auxílio dos avatares. A inovação já foi implementada em sites de mais de mil empresas — o valor da cobrança é definido caso a caso. De acordo com Ronaldo Tenório, sócio-fundador da Hand Talk, o aplicativo para smartphone está disponível para tradução do inglês para a Língua Americana de Sinais (ASL) e uma versão do Plugin será lançada nos Estados Unidos



Com ajuda de um avatar, aplicativo traduz textos e áudios em português para Libras

3

em 2023 para a tradução de sites corporativos. A startup trabalha, ainda, em nova tecnologia com base em inteligência artificial com o objetivo de reconhecer sinais e traduzir Libras para português.

O uso de IA para uma tradução bidirecional, português-Libras e Libras-português, é o foco de um projeto do pernambucano Centro de Estudos e Sistemas Avançados de Recife (Cesar) com a fabricante chinesa de computadores Lenovo. Outra iniciativa da parceria é a criação do primeiro dicionário digital Libras-Libras. “Os dicionários atuais são voltados para surdos que sabem português. Queremos oferecer um dicionário em que o tópico de pesquisa e a explicação do significado daquele tópico estejam em Libras”, descreve William de Neves Gallo, designer de interação do Cesar.

Protótipo de robô para aplicação de batom em pessoas com deficiência visual



4

GUIA PARA CADEIRANTES

Uma fonte de frustração para quem depende de cadeiras de rodas para se locomover é chegar a um restaurante, uma exposição de arte, uma reunião de trabalho ou uma repartição pública e descobrir que não há acesso disponível no local ou um banheiro capaz de recebê-lo. O aplicativo Guiaderodas, iniciativa apoiada pela FAPESP, foi pensado para oferecer informações



Guiaderodas: dados sobre acessibilidade em mais de 3 mil cidades

5

prévias sobre a acessibilidade a locais públicos e privados.

A ideia de Bruno Mahfuz, cadeirante há 21 anos, foi eleita em 2017 a melhor iniciativa digital para a inclusão pelo World Summit Award (WSA) da ONU. Colaborativo, o aplicativo fornece gratuitamente informações sobre acessibilidade em mais de 3 mil cidades em quase todos os países do mundo. Os próprios usuários ou simpatizantes do site são orientados sobre os critérios que devem ser analisados e a avaliação não dura nem um minuto. A plataforma disponibiliza informações em português, espanhol e inglês e conta com uma aba de notícias, com dicas de acessibilidade.

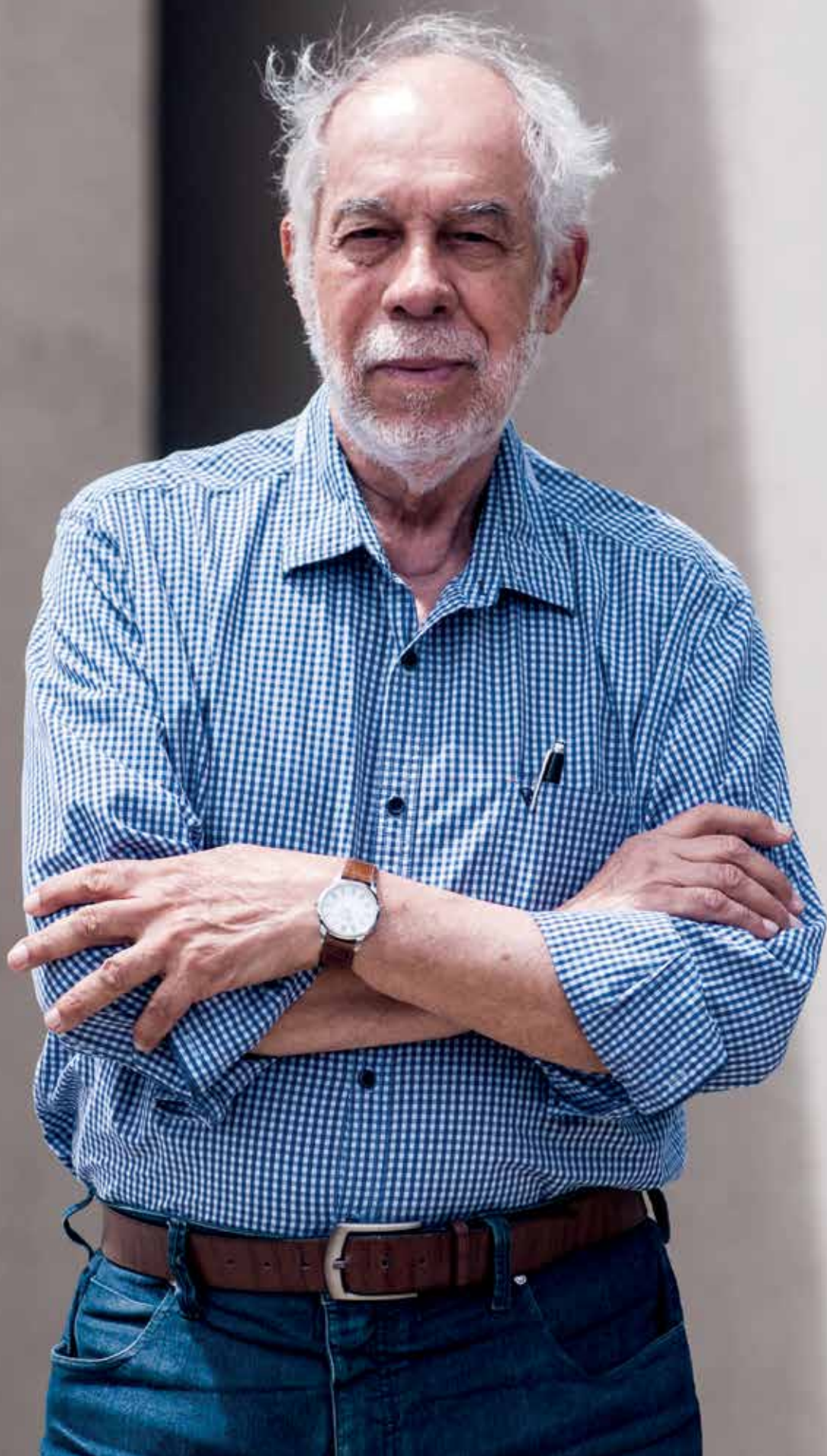
“Estamos desenvolvendo uma ferramenta de inteligência artificial que vai permitir cruzar dados disponibilizados pelos usuários com informações em nuvem sobre os locais e, assim, aperfeiçoar nossa prestação de serviços”, antecipa Mahfuz.

ROBÔ QUE APLICA BATOM

O Cesar, de Pernambuco, criou com o grupo Boticário o batom inteligente, um robô dotado de visão computacional e inteligência artificial para aplicar o cosmético nos lábios sem borrar. A ideia é beneficiar pessoas com deficiência visual ou restrições motoras. Acionado por voz ou um botão, o dispositivo, em fase de protótipo, faz uma foto do rosto da pessoa, delimita os lábios e aciona um braço robótico para realizar a aplicação.

“Ele já funciona com sucesso em manequins, mas a aplicação em humanos é mais complexa. Precisamos fazer aperfeiçoamentos”, reconhece Izabela Cavalcanti, gerente de Produto e Inovação do Cesar. Uma das tarefas é ampliar a base de dados da IA para reconhecer todos os tipos de cor de pele e eventuais cicatrizes na boca. ■

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



DA LAVOURA À QUÍMICA DE PROTEÍNAS

A inesperada trajetória do filho de camponeses que foi à escola só depois dos 10 anos e se tornou pesquisador e presidente da Capes e da Embrapii

Fabício Marques | RETRATO Léo Ramos Chaves

IDADE 84 anos

ESPECIALIDADE

Biologia molecular

INSTITUIÇÃO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

FORMAÇÃO

Graduação em medicina veterinária na UFRRJ, doutorado em biologia molecular na Escola Paulista de Medicina (Unifesp)

PRODUÇÃO

197 artigos científicos, 1 livro, 28 capítulos de livro

No currículo do bioquímico Jorge Almeida Guimarães, de 84 anos, transparece um pesquisador de perfil irrequieto. Em um país em que a mobilidade acadêmica é baixa, foi professor de cinco diferentes universidades federais – a Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a de São Paulo (Unifesp), a Fluminense (UFF), a do Rio de Janeiro (UFRJ) e a do Rio Grande do Sul (UFRGS) –, com passagens ainda pela Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (Famerp) e pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Por três décadas, atuou também como gestor em agências como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii).

Além de incomum, a trajetória de Guimarães é totalmente inesperada. Um dos nove filhos de um casal de camponeses de Campos de Goitacazes, no norte do Rio de Janeiro, ele só frequentou a escola depois dos 10 anos. Aproveitou uma oportunidade – a disputa por uma vaga em uma escola técnica agrícola próxima ao assentamento em que vivia – e transformou-a em porta de entrada para uma carreira na área de bioquímica, com destaque para a química de proteínas.

Em setembro, ele deixou a presidência da Embrapii após sete anos no comando da agência. Pouco antes incumbiu um time de pesquisadores de produzir um livro, *Ciência para prosperidade sustentável e socialmente justa* (Embrapii, 2022), que enumera desafios do país no campo da ciência, tecnologia e inovação. Aposentado na UFRGS desde 2008, seguiu orientando alunos em programas de pós-graduação da instituição e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Na entrevista a seguir, Guimarães revisita sua trajetória.

Como um filho de camponeses entrou para a carreira acadêmica em uma época em que pouca gente fazia esse caminho no Brasil?

Não havia muita expectativa para uma pessoa como eu. Meu pai nunca foi à escola. Aprendeu a ler e escrever com a minha mãe, que só fez o curso primário. Tínhamos uma vida de roça. Minha mãe teve nove filhos e só eu e uma irmã dez anos mais nova tivemos formação superior. Minha mãe teve tuberculose depois que eu nasci. A penicilina tinha acabado de ser lançada e meu pai gastou toda a reservazinha de dinheiro – que não era muita – para salvá-la. Só que ele ficou quebrado. Tinha um armazém e uma propriedade pequena e teve que se desfazer. Dois dos meus irmãos mais velhos tinham ido para o Rio de Janeiro e convenceram meus pais a segui-los. Meu pai arrumou emprego na prefeitura, mas não se adaptava. Nesse período, no final da Segunda Guerra Mundial, ele soube que o Getúlio Vargas tinha feito um grande projeto de reforma agrária na região de Itaguaí, entre o antigo Distrito Federal e o estado do Rio, para assentar famílias de imigrantes japoneses e dar de presente para ex-pracinhas que voltaram da Segunda Guerra. Meu pai foi lá e convenceu um ex-pracinha a ser meeiro da propriedade dele. Foi assim que a gente começou: meu pai, minha mãe e eu para plantar, cultivar e colher a lavoura. Só que não tinha escola perto. Depois de um ou dois anos, houve uma ampliação do loteamento e meu pai ganhou um sítio. Já tinha 10 anos quando ele decidiu que eu devia ir para a escola.

Não era ainda alfabetizado?

Meu pai me ensinou o essencial em matemática: peso das coisas, tamanho, volume. Mas não em letramento. A escola mais próxima era a “Ponte dos Jesuítas” e ficava em Santa Cruz, do lado do Distrito Federal – nós estávamos no estado do Rio. Tinha um rio que separava uma região da outra. De vez em quando, o nosso riacho, chamado rio São Francisco, enchia e derrubava a ponte precária. Para eu ir à escola, tinha que atravessar o rio a nado. Fiz ali todo o curso primário. Eu era um excelente aluno de matemática. No loteamento, tinha agrônomos do Ministério da Agricultura e um deles contou ao meu pai que o governo estava abrindo uma universidade rural perto dali que tinha uma escola técnica e ele devia me mandar para lá.

Era a Escola Agrotécnica Ildefonso Simões Lopes, a qual tinha uma competição enorme. Funcionava em modelo de escola militar, e com todo o amparo: comida, roupa, calçado, dormitório, disciplina, esporte, trabalho rural. Eu competi, passei e fiz os quatro anos do antigo ginásial em regime de internato. Logo em seguida abriu o nível técnico, equivalente ao antigo curso científico. Fiz então sete anos como estudante *full time*. A matéria que mais me interessava era química.

Por que escolheu a veterinária?

Na então Universidade Rural do Brasil, hoje UFRRJ, tinha só dois cursos superiores: agronomia e veterinária. Para fazer química, eu teria que sair da Rural e minha família não tinha como me manter. Foi aí que eu descobri um professor de bioquímica do curso de veterinária: Fernando Braga Ubatuba. Foi o meu mentor científico. Muitos anos mais tarde, levei-o para trabalhar em meu laboratório quando eu era professor na UFRJ. Ficou comigo até falecer.

Como chegou até ele?

O Ubatuba era médico e bioquímico de primeira linha, formador de recursos humanos. Também era pesquisador no Instituto Manguinhos, hoje Fiocruz. O



De vez em quando, o nosso riacho enchia e derrubava a ponte precária. Para eu ir à escola, tinha que atravessar o rio a nado

único lugar em que ele dava aula, em tempo parcial, era na Rural, na veterinária. A bioquímica era um caminho parecido com a química. Fiz o vestibular para veterinária, que, além das provas escritas, incluiu exame oral com quatro catedráticos na banca. Ele estava lá e me perguntou: “Por que você vai fazer veterinária?”. Respondi: “Porque quero trabalhar com o senhor”. Passei e, quando terminou o primeiro semestre, ele abriu uma oportunidade para todos os estudantes, nas férias. “Só que tem que ir trabalhar lá em Manguinhos, no meu laboratório”. Íamos eu e um colega. No segundo semestre me tornei monitor.

E seu primeiro contato com a prática científica, como foi?

Defronte à área da Universidade Rural tinha o que na época se chamava Instituto de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura, hoje Embrapa. Dois veterinários alemães trabalhavam ali com plantas tóxicas e deficiências minerais em animais. Eles convenciam o fazendeiro a sacrificar o animal doente e obter um pedaço do fígado para analisar se havia deficiência mineral, mas, para a análise, mandavam o material para a Alemanha. Pediram ajuda ao Ubatuba, que disse: “O Jorge vai fazer isso, vou treiná-lo”. Passei três anos trabalhando com o tema das deficiências de microelementos minerais em bovinos e ovinos. No final do curso, em 1963, fui fazer especialização em fisiologia de microrganismos, no então Instituto de Bioquímica, dirigido pelo professor Metry Bacila [1922-2012] na Universidade do Paraná [atual UFPR]. Voltei para a Rural em 30 de março de 1964. E dia 1º de abril estourou a ditadura.

De que forma isso o afetou?

Eu tinha sido presidente do diretório acadêmico e o Ubatuba era considerado um esquerdista. Tinha um quartel ali perto e os soldados chegavam ao refeitório da universidade, subiam na mesa e liam o nome dos estudantes e outras pessoas que deviam ir presos, o meu entre eles. Mas não me achavam, porque eu tinha mudado para o lado do *campus* do Ministério da Agricultura. Acabei dando uma sorte tremenda, o que possibilitou me afastar do ambiente da Rural. Encontrei um ex-professor de química da Escola Agrotécnica que me ofereceu



Guimarães (à dir.), nos tempos de estudante de veterinária no campus da UFRRJ

emprego em uma multinacional onde ele trabalhava, em Resende. Era a Lederle, divisão da Cyanamid Química do Brasil. Fiquei na indústria um bom tempo. Estava noivo e ganhava bem, mas tinha mesmo interesse pela vida acadêmica. Fiquei até as coisas amenizarem na Rural. Abriram um concurso para auxiliar de ensino. Passei e retomei o trabalho com o Ubatuba e com os pesquisadores alemães. Em 1968, o Ubatuba foi preso. Ele vinha dar aula de bioquímica escotado por soldados, uma coisa terrível. No final de 1968, me disse: “Vamos ter que ir embora daqui, mas antes você precisa fazer pós-graduação”. Ele e seus colegas da Fiocruz resolveram que eu tinha de mudar para a área de proteínas e precisava ir para a recém-criada Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP trabalhar com o qualificado professor José Moura Gonçalves [1914-1996].

Seguiu a orientação?

Não, porque ela mudou. O Moura Gonçalves que ia me receber se tornou diretor da Faculdade de Medicina e o Ubatuba disse: “Ele não vai ter tempo de te orientar”. Então, fui fazer a pós-graduação na Escola Paulista de Medicina [EPM], com o casal José Leal Prado [1918-1987] e Eline Prado [1921-2007], que me receberam de braços abertos para fazer o mestrado. Eu quebrava um pouco a endogenia então predominante. Fui no finalzinho de

1969. No dia 1º de abril de 1970, Ubatuba foi cassado com outros nove pesquisadores da Fiocruz, um episódio conhecido como o Massacre de Manguinhos. O grupo que a gente tinha criado na Rural debandou. Quando deu seis meses que eu estava na Paulista, o Leal Prado e a Eline Prado decidiram que eu devia passar direto para o doutorado, o que era raro na época. As coisas se complicaram porque a Rural, quando terminou o meu período de dois anos para o mestrado, exigiu que eu voltasse. Aí foi um transtorno.

Como conciliou?

O diretor da EPM tentou minha transferência, mas a Rural negou. Consegui um arranjo com o diretor do Instituto de Química da Rural. Por conta da reforma universitária, a Rural já tinha cursos de outras carreiras, inclusive química. Ele propôs que eu desse aula de bioquímica na sexta e no sábado na Rural e, no resto da semana, tocasse o doutorado em São Paulo. Aí abriram um concurso na Escola Paulista e eu fui aprovado como professor assistente de bioquímica. A vaga era de tempo parcial. Eu tinha família e o salário parcial de 20 horas não era suficiente. Colegas da Paulista e da bioquímica da USP convenceram a FAPESP a me dar uma bolsa de complementação salarial. Assim, fui bolsista da FAPESP, de maio até dezembro de 1972, quando defendi o doutorado na EPM.

Queria falar sobre a sua contribuição científica. O senhor trabalhava com química de proteínas. O que fez exatamente no doutorado?

Na Paulista de Medicina, comecei a trabalhar com proteínas, com enzimologia de peptídeos biologicamente ativos, envolvidos em processos fisiológicos. A contribuição maior que eu fiz nessa área foi a própria tese de doutorado, que tratou de uma enzima, a aminopeptidase cinino-conversora do soro humano. Tinha muito a ver com a descoberta da bradicinina, anti-hipertensivo presente no veneno da jararaca, feita pelo Maurício Rocha e Silva [1910-1983]. A sequência de nove aminoácidos da bradicinina está no meio de uma molécula maior que se chama cininogênio, uma proteína do nosso organismo. Esse é o sistema chamado calicreína-cininas, que se contrapõe a uma outra cascata de processos bioquímicos que faz a constrição de vasos e gera o aumento da pressão arterial, o sistema renina-angiotensina, já conhecido bem antes. O sistema renina-angiotensina tem uma etapa de conversão de um peptídeo maior em um peptídeo menor, que é o biologicamente ativo. Então, nós pensamos: “Bom, deve ter algo parecido também no sistema das cininas”. Descobrimos que o que as enzimas fazem é liberar um peptídeo maior, chamado lisil-bradicinina, que tem 10 aminoácidos em vez de nove. E há um peptídeo um pouco maior, que se chama metionil-lisil-bradicinina, com 11 aminoácidos. Eu estudei a enzima que faz a conversão das cininas maiores em bradicinina.

Seu pós-doutorado nos Institutos Nacionais de Saúde, os NIH, nos Estados Unidos, também abordou esse tema?

O Leal Prado e a Eline tinham voltado dos Estados Unidos no começo de 1972 e arranjaram para eu fazer o pós-doc nos NIH, na cidade de Bethesda. Comecei a trabalhar com fenômenos ligados à coagulação sanguínea. Pude aprofundar o estudo sobre o precursor das cininas, o cininogênio, com o grupo do National Heart, Lung and Blood Institute [NH-BI], trabalhando com o pesquisador Jack Pierce. Uma descoberta importante que fizemos foi que pessoas com deficiência de um tipo de cininogênio podiam ter defeitos na coagulação sanguínea. Esse trabalho, de 1975, é um dos que têm o maior número de citações.

Além da Federal Rural e da Escola Paulista de Medicina, hoje Unifesp, o senhor foi professor da Federal Fluminense, da Federal do Rio de Janeiro até se fixar na do Rio Grande do Sul. Essa mobilidade é incomum entre pesquisadores aqui no Brasil. A que atribui isso?

Trabalhei em outras instituições também. Um diretor da Escola Paulista tinha um irmão que era diretor da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. Ele reclamava da dificuldade de ter professores de bioquímica. O Leal Prado e o diretor da EPM na época decidiram que eu e um outro colega da bioquímica, o Cláudio Sampaio, devíamos ajudar a Famerp. Passamos a ir lá para dar aula. Também passei pela Unicamp. O professor José Francisco Lara, da bioquímica da USP, foi convidado pelo Zeferino Vaz [1908-1981], então reitor da Unicamp, para montar o que seria o primeiro centro de biotecnologia da América Latina. O Lara levantou recursos substanciais e convidou alguns pesquisadores. Éramos uns oito. O Zeferino acabou saindo da reitoria e a primeira coisa que o novo reitor Plínio de Moraes fez foi acabar com o projeto. Sempre me perguntam por que mudei tanto de universidade. De brincadeira, costumo responder: por dois motivos. O primeiro é, quando descobrem os meus defeitos, sinto que é hora de ir embora. O segundo, quando alguém acha que eu posso ser candidato a reitor, aí eu vou embora mesmo. Brincadeiras à parte, ao mudar, você começa do zero, um ensinamento que aprendi com o professor

Ubatuba treinando os estudantes desde o início da formação científica, e eu sempre achei estimulante esse tipo de desafio.

Da Escola Paulista o senhor se tornou professor titular da UFF, mas ficou muito pouco tempo lá. Por quê?

Parte do nosso grupo da Rural foi para a UFF. Eu tinha me separado do primeiro casamento, queria sair do ambiente da Escola Paulista e fiz o concurso na UFF. Contra a vontade do Leal e da Eline Prado. No dia 2 de janeiro de 1980 assumi o cargo de professor titular de bioquímica na UFF. Foi um período horroroso, difícil. O Departamento de Ciências Fisiológicas tinha 70 docentes e a grande maioria tinha vários empregos e não se dedicava à ciência. Nosso pequeno grupo conseguiu desenvolver uma forte atividade de ensino e pesquisa na disciplina de bioquímica. Por conta disso, em maio de 1980 um pequeno grupo de cinco docentes-pesquisadores foi para o congresso da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq) em Caxambu e lá eu fui eleito o futuro presidente da SBBq para o período 1981-1983. Era um prestígio enorme. Mas, quando voltamos para Niterói, fomos punidos por falta de ponto por um chefe que tinha cinco empregos diferentes. Foi um ano e meio de pancadaria. Quando estava para terminar meu período de licença na EPM, pensei em voltar para São Paulo. O Leopoldo de Meis [1938-2014], amigo e meu vice-presidente na SBBq, me falou: “Vem trabalhar no nosso novo grupo aqui

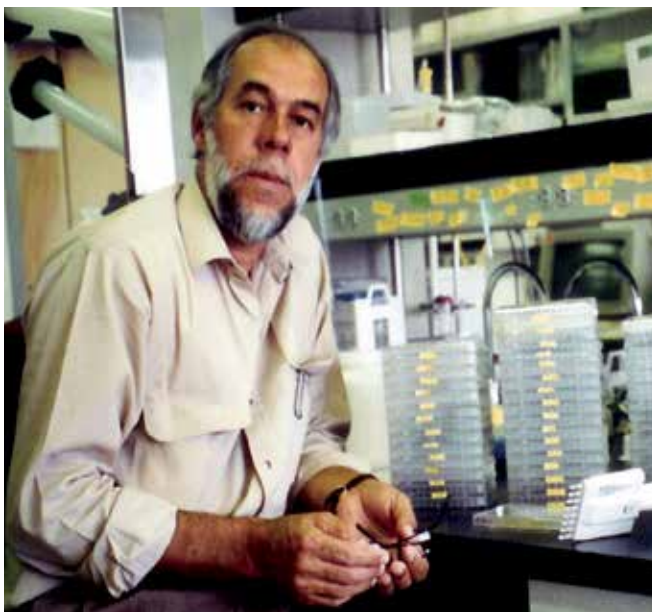
no Departamento de Bioquímica Médica [DBM] na UFRJ”. Pedi demissão da UFF, reassumi o cargo na Paulista e de lá me transferei para a UFRJ. Logo que saiu a transferência formal, o Leopoldo disse: “Você vai ser chefe do departamento no meu lugar”. Assumi e tive que pôr para fora um bando de gente que não fazia pesquisa, não se afinava com o ensino moderno da disciplina e atrapalhava o plano de construir um forte departamento de bioquímica. Chefeei o departamento de 1982 a 1985. Ganhei muitos inimigos, mas também muito reconhecimento pela defesa da ciência e dos princípios superiores da universidade. Depois aceitei dirigir o Instituto de Ciências Biomédicas [ICB], no período de 1986 a 1990.

Nos anos 1990, o senhor se tornou diretor científico do CNPq. Como foi parar em Brasília?

Em 1990, o governo Collor escolheu o José Goldemberg para assumir a então Secretaria de Ciência e Tecnologia, que antecedeu o hoje equivalente ministério. Ele foi à UFRJ e disse que gostaria de alguém dali na equipe do CNPq. Assumi a diretoria do CNPq, primeiro na área de programas, depois na científica. Foi um desafio enorme. O Collor não deixava ter dinheiro no CNPq, mas consegui criar alguns bons projetos, como o projeto integrado, o plano de apoio às engenharias e o Pibic, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. Já existia uma iniciativa preliminar no CNPq, com pouquíssimas bolsas disponibilizadas. O Pibic instituído tinha como plano chegar em 30 mil alunos bolsistas, com bolsas concedidas na forma de quotas em função do número de vagas oferecidas pelos cursos de mestrado. O objetivo era permitir que a universidade ou instituição fizesse a seleção dos bolsistas e passasse a contar com um modelo capaz de turbinar a formação de cientistas no Brasil. Na primeira rodada do Pibic em 1991 foram concedidas 11 mil bolsas.

O senhor foi um dos mais longevos presidentes da Capes, ficou 11 anos e 3 meses, entre 2004 e 2015. O que considera mais relevante nesse período?

Foram muitas iniciativas e programas implementados. Pode-se incluir aí a extraordinária expansão do Portal de Periódicos, a incorporação da Educação Básica e a Universidade Aberta, a reformulação estrutural passando de três para sete di-



Em 1995, como pesquisador visitante da Universidade do Arizona, nos Estados Unidos

retorias, entre elas a de Cooperação Internacional, a expansão dos mestrados profissionais. Criei na Capes o equivalente ao Pibic para a área de formação de professor: o Pibid – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. O Pibid chegou em pouco tempo a 100 mil bolsistas. Quando assumi, em fevereiro de 2004, percebi a necessidade de retomar o Plano Nacional de Pós-graduação [PNPG]. Os três planos que haviam sido feitos desde os anos 1970 foram muito importantes. Nomeei uma comissão presidida pelo professor Cesar Sá Barreto, ex-reitor da UFMG, e fizemos o PNPG 2005-2010. No começo de 2010, montei nova comissão tendo o professor Sá Barreto à frente. Esse plano cobriu o período de 2011 a 2020. Quando assumi, confirmei minha convicção de que era preciso dar mais autonomia para os cursos, principalmente para os de maior peso e experiência, que têm notas 6 e 7. Criamos o Proex [Programa de Excelência Acadêmica], por meio do qual os recursos são repassados ao coordenador do Programa de Pós-graduação [PPG] e a coordenação é quem cuida da política do programa. Se cair o conceito, sai fora do programa. Com apoio dos ministros Tarso Genro, Fernando Haddad e Henrique Paim conseguimos elevar o orçamento da Capes de R\$ 500 milhões em 2004 para R\$ 7,1 bilhões em 2015, quando sai.

Seu trabalho mais recente foi no comando da Embrapii, que criou uma forma diferente de fomentar inovação em empresas. Que impacto o trabalho teve?

A Embrapii tem uma concepção diferenciada por ser uma organização social e, portanto, uma instituição privada, livre de entraves que afetam o funcionamento das agências de fomento. Ela não vai salvar sozinha a indústria brasileira, mas tem obtido resultados que considero extraordinários. O modelo dela é o da tríplice hélice, que é a ação conjunta de empresas, governo e universidades/instituições de ciência e tecnologia em inovação. Aqui no Brasil, nós criamos o CNPq, a Capes, o BNDES, a Finep, a FAPESP, antes dos anos 1970, e ninguém ficou encarregado de cultivar a interação universidade-empresa. Para o BNDES e a Finep, isso seria uma obrigação. Mas optaram por emprestar dinheiro às empresas. Empresa não pega dinheiro emprestado para fazer inovação, que é uma atividade de risco. A tríplice hélice resol-



Sempre me perguntam por que mudei tanto de universidade. Você começa do zero e eu sempre achei estimulante esse tipo de desafio

ve isso, porque o governo entra com uma parte do investimento, a “cenoura” do incentivo. A Embrapii põe um terço dos recursos em cada projeto. As unidades de pesquisa da Embrapii, que funcionam em universidades e instituições de pesquisa, computam, na média, 17% – não em dinheiro, mas em equipamentos, máquinas, pessoal e na infraestrutura já existente. Somando, isso dá 50%. A empresa põe os outros 50%, sabendo que os grupos são altamente qualificados, rigorosamente selecionados e credenciados. A gestão não tem burocracia, não tem regras de uso de dinheiro público. O papel da Embrapii poderá ser muito melhor se o governo perceber sua importância, o que não ocorreu no período recente por culpa de um governo que desqualificou a educação e a ciência. A previsão era ter três vezes mais dinheiro. Ainda assim, operou muito bem e demonstrou que o modelo está certo. E deve ser mantido. Foram mais de 2 mil projetos contratados por 1,4 mil empresas. No setor mineral, a ArcelorMittal, a Vale, a CBMN, todas têm mais de 10 projetos cada uma. A Embrapier tem 18, mesmo com quatro centros

de excelência próprios. Tem muita coisa que ela prefere fazer com a Embrapii a sobrecarregar os seus PhD com problemas que as unidades Embrapii podem resolver. É um ganha-ganha tremendo.

Em 1997, o senhor se fixou na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde se aposentou em 2008. O que tem feito?

Chegamos aqui em Porto Alegre eu e minha esposa Celia – ela veio por concurso para o Departamento de Biofísica e eu por transferência da UFRJ para o Centro de Biotecnologia da UFRGS. Eu tinha o background na área de venenos e encontrei aqui um assunto interessantíssimo: uma lagarta, *Lonomia obliqua*, conhecida como lagarta de fogo, que se desenvolve nas matas e pode causar hemorragia fatal. Por conta do desmatamento, passou a proliferar no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina em plantações de frutas de clima temperado, como pêssego, ameixa, maçã. Esse assunto atraiu vários estudantes de graduação e pós-graduação. Um dos trabalhos foi com uma estudante, a Ana Beatriz Gorini da Veiga, que agora é professora na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). Esse trabalho desvendou o segredo dessas espículas. Um tecido subepitelial, uma espécie de glândula, alimenta as espículas e a pessoa que trabalha na colheita de frutas, por exemplo, ao encostar-se nelas se autoinjeta sem perceber. Mais recentemente temos nos dedicado a temas como o vírus zika e o da Covid-19 e feito várias contribuições.

Por exemplo...

Com o zika vírus, publicamos um trabalho que considero da maior importância, que permitiu perceber que as mulheres que se infectaram, mesmo tendo se recuperado da doença, quando engravidam ficam mais expostas ao quadro grave de pré-eclâmpsia. Tenho feito também muita coisa de ciëntometria, como um trabalho publicado recentemente na revista *Scientometrics*, que trata das dificuldades dos países que fazem pouca cooperação internacional ou, contrariamente, que vivem exclusivamente desse tipo de cooperação. Eles não atentam para o fato de que um país não se desenvolve se não fizer o mínimo de ciência e formação própria de seus recursos humanos. Essas atividades têm me distraído bastante. ■

COLABORAÇÕES



MAIS DIÁLOGO NA PESQUISA MÉDICA

Iniciativas promovem maior envolvimento de pacientes em estudos clínicos e na busca por tratamentos

Rodrigo de Oliveira Andrade | ILUSTRAÇÕES Jônatas Moreira

A participação de pessoas com doenças graves ou sem tratamento específico em pesquisas na área médica se restringiu por muito tempo à presença em ensaios clínicos ou ao fornecimento de amostras de material biológico, como sangue e tecidos, para análise. Isso tem mudado nos últimos anos. Muitas iniciativas no mundo estão tentando promover colaborações mais abertas e inclusivas, nas quais os pacientes são reconhecidos como profundos conhecedores de suas próprias condições e trabalham com médicos e pesquisadores na busca por terapias eficazes.

“Os pacientes também possuem conhecimentos válidos, adquiridos a partir de suas experiências pessoais com a doença, o que lhes permite identificar perguntas a serem feitas e questões a serem investigadas e ajudar a projetar soluções eficazes para seus problemas de saúde”, destaca a epidemiologista Isabela Bensenor, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), que coordena uma pesquisa em colaboração com pessoas com fibrilação atrial, um tipo de arritmia em que as fibras cardíacas se contraem de forma desordenada, impedindo

que o sangue seja bombeado adequadamente pelo coração.

O estudo investiga as necessidades e experiências de pessoas com a doença atendidas em unidades básicas de saúde do bairro do Butantã, em São Paulo, de modo a refinar seu diagnóstico e tratamento, por meio de adaptação de métodos conhecidos ou novos. “Promovemos encontros com os pacientes para discutir perguntas de pesquisa a partir de suas experiências e estratégias para detecção dos sintomas da fibrilação atrial e redução do risco de coágulos e acidentes vasculares”, conta Bensenor. “Muitos ressaltaram a importância de ensinar a população a reconhecer a doença pelo monitoramento do pulso e que as equipes de saúde fizessem o mesmo para que o problema seja detectado precocemente.”

O esforço tem relação com um modelo conhecido como ciência cidadã, que procura envolver indivíduos sem experiência científica na produção de conhecimento (*ver Pesquisa FAPESP nº 323*). No caso específico da pesquisa médica, ele é resultado de um longo amadurecimento. Um marco remonta à década de 1980, quando indivíduos com HIV/Aids nos Estados Unidos se engajaram em pesquisas sobre a própria enfermidade, até mesmo experimentando por sua conta e risco drogas ainda não aprovadas. Como

a doença na época se disseminava sem controle e evoluía rapidamente para a morte, as vítimas assumiram um protagonismo na busca por algum tipo de tratamento e exigiram que a urgência de suas demandas fosse incorporada às estratégias e à agenda formuladas pelos pesquisadores.

Anos antes, ativistas com outros tipos de problemas de saúde já reivindicavam o direito de participar da regulamentação de ensaios clínicos e de determinar o grau de risco que estavam dispostos a correr ao participar de testes com drogas experimentais. Isso fez com que passassem a integrar comitês de ética em pesquisa de hospitais e universidades, e comitês consultivos governamentais, auxiliando na tomada de decisão sobre a incorporação de medicamentos, equipamentos e protocolos nos sistemas de saúde.

Universidades e agências de fomento têm estimulado uma participação mais efetiva de portadores de doenças em estudos clínicos, caso do Centro de Pesquisa Clínica e Translacional da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, que tem um programa de apoio com treinamentos, linhas de financiamento para projetos colaborativos e assessoria de especialistas que ajudam a aproximar cientistas de grupos de pacientes. Em 2019, o Instituto Nacional para Pesquisa em Saúde (NIHR), do Reino Unido, lançou serviço semelhante para empresas farmacêuticas, de biotecnologia e tecnologia médica. Por sua vez, o Cambridge Patient Led Research Hub, criado em 2015, trabalha para aproximar cientistas e vítimas de doenças raras.

O envolvimento na produção de conhecimento clínico pode ir além da pesquisa em si. Há algum tempo periódicos como a *The BMJ* convidam pacientes, seus familiares e cuidadores para participar da análise de *papers* sobre os problemas de saúde que enfrentam, de modo a complementar o escrutínio feito por especialistas (ver Pesquisa FAPESP nº 270). Em 2016, o Patient-Centered Outcomes Research Institute, organização pública norte-americana que financia estudos voltados às necessidades dos pacientes, lançou iniciativa semelhante, buscando envolvê-los na análise dos relatórios finais de estudos que apoia – até agora, pelo menos 175 portadores de enfermidades contribuíram com a avaliação de mais de 280 relatórios de pesquisa. Ao comentar um relatório sobre prescrição de opioides para o tratamento da dor, um deles destacou que ele não mencionava terapias alternativas que poderiam substituir o uso da substância, em vez de apenas auxiliar

no controle da dor. Os autores do estudo re-fizeram o documento, apresentando um histórico mais equilibrado, descrevendo os prós e contras do tratamento com opioides a longo prazo e possíveis alternativas ao seu uso.

O interesse de instituições por esse modelo de colaboração se baseia no entendimento de que as pessoas enfermas, sobretudo com doenças congênitas ou crônicas, podem compreender a realidade de suas condições tanto ou mais do que médicos e pesquisadores, e essa experiência pode ajudar a gerar resultados mais rápidos e eficazes. “Tais colaborações também podem inspirar novas abordagens ou mesmo melhorar a qualidade dos estudos, permitindo que os cientistas aprimorem seus protocolos e identifiquem questões e problemas a serem resolvidos antes do início das pesquisas”, diz a fisioterapeuta Egmar Longo, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que trabalha com pesquisadores da Universidade de Utrecht, nos Países Baixos, na criação de ferramentas que estimulem e viabilizem parcerias entre pacientes e cientistas.

Já há casos de estudos que tiveram como ponto de partida investigações feitas pelos próprios pacientes e depois foram incorporadas por pesquisadores. Em 2002, nos Estados Unidos, um movimento liderado por pacientes chamado Clusterbusters usou a internet para recrutar indivíduos que sofrem de cefaleia em salvas, doença neurológica rara e grave sobre a qual havia pouca pesquisa, caracterizada por crises extenuantes de dores em um lado da cabeça, acompanhadas de olhos vermelhos, inchados e lacrimejantes. A ideia era que eles participassem de autoexperimentos e desenvolvessem protocolos para o uso da psilocibina, princípio ativo de cogumelos alucinógenos, como forma de tratamento.

As atividades do grupo atraíram a atenção da neurologista Emmanuelle Schindler, da Universidade Yale, que passou a colaborar com o movimento em um protocolo de tratamento baseado em pequenas doses da psilocibina – atualmente em testes clínicos. O esforço também abriu caminho para que, em 2019, a FDA, organismo que controla medicamentos e alimentos nos Estados Unidos, aprovasse o uso do anticorpo monoclonal

COLABORAÇÕES ENTRE PACIENTES E MÉDICOS PODEM INSPIRAR NOVAS ABORDAGENS OU MESMO MELHORAR A QUALIDADE DOS ESTUDOS, DIZ BENSENOR, DA FM-USP

Emgality na prevenção de crises desencadeadas pela doença. A farmacêutica Eli Lilly projetara o fármaco originalmente para o tratamento de enxaquecas, mas propôs uma dose mais alta para dores causadas pela cefaleia em salvas após entrevistar membros do Clusterbusters, alguns dos quais participaram de seu ensaio clínico.

Outro exemplo recente se deu na pandemia. Em 13 de abril de 2020, a jornalista Fiona Lowenstein publicou um artigo no jornal *The New York Times* relatando sua experiência pessoal com sintomas prolongados da Covid-19. O texto atraiu milhares de pessoas para o grupo de apoio que ela havia criado no programa de mensagens instantâneas Slack para orientar pacientes com o mesmo problema, entre elas a brasileira Leticia Soares, que à época fazia estágio de pós-doutorado sobre malária aviária na Universidade de Western, no Canadá.

Soares tivera Covid-19 havia pouco tempo. Não chegou a ser internada, mas ficou bastante debilitada, sofrendo de fadiga e dores musculares e nas articulações. Passada a fase aguda da doença, essas manifestações persistiram e outras novas surgiram, como perda de memória e problemas de concentração. “Percebemos no nosso grupo de apoio que muitas outras pessoas que haviam superado a fase aguda continuavam com os sintomas ou desenvolviam outros novos que perduravam”, ela conta. “Alguns pacientes do grupo criado por Lowenstein decidiram registrar esses casos, pois estava claro que os

efeitos deletérios do vírus no organismo humano poderiam ser maiores e mais duradouros do que se pensava.” A iniciativa deu origem ao Patient-Led Research Collaborative.

A primeira pesquisa do grupo envolveu 3.700 indivíduos de 56 países e identificou sintomas inicialmente negligenciados pela comunidade médica, mas que hoje são reconhecidos como característicos da síndrome pós-Covid-19, a chamada Covid longa. “O relatório, publicado na forma de artigo em julho de 2021, foi um dos primeiros a tratar desse assunto, em uma época em que havia pouca discussão sobre essa condição”, diz Soares. “Várias pessoas encontraram validação ao ver sua experiência refletida em um estudo com outros pacientes.” Algumas usaram o artigo para mostrar aos médicos que seus sintomas eram frequentes. Desde então, a iniciativa já publicou diversos outros artigos científicos em revistas especializadas e conseguiu quase US\$ 5 milhões em financiamento para novos projetos, todos desenhados de acordo com as prioridades de seus membros.

A iniciativa se transformou em uma rede global, na qual cientistas e pacientes com síndrome pós-Covid-19 podem se conectar para fazer novos estudos. Um deles, realizado no Brasil por cientistas da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, da Escola de Saúde Pública da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, e da Escola de Economia e Ciência Política de Londres (LSE), no Reino Unido, busca compreender experiências e necessidades de saúde de pessoas com Covid longa. “As que integram nossa equipe estão envolvidas desde o início do projeto, contribuindo para a definição de seus objetivos e protocolos de coleta de dados”, disse a *Pesquisa*



FAPESP Emma-Louise Aveling, pesquisadora de Harvard, uma das coordenadoras da pesquisa.

Casos como esses indicam que comunidades de pacientes estruturadas em torno de dados obtidos a partir de autoexperimentações ou de sua experiência com a doença podem resultar em pesquisas inovadoras. Em 2011, um estudo observacional iniciado por pessoas com esclerose lateral amiotrófica que usavam o PatientsLikeMe, plataforma em que os usuários compartilham dados sobre suas enfermidades, sintomas e possíveis estratégias de tratamentos, ajudou a refutar um trabalho de 2008 que afirmava que o carbonato de lítio poderia retardar a progressão da doença.

O avanço dessa categoria de pesquisa, porém, esbarra em alguns limites éticos. Muitos críticos argumentam que ela não segue o padrão mais rigoroso de investigação clínica, destinado a garantir a segurança dos voluntários e a reduzir interferências nos resultados: os ensaios clínicos duplo-cego, randomizados e controlados com placebo. Como consequência, além de não prover evidências científicas robustas, poderia expor os participantes a riscos inesperados.

Muitas vezes são os familiares dos pacientes que mergulham na literatura científica e adquirem uma compreensão mais avançada da doença. Um dos casos mais conhecidos no Brasil é o da advogada Margarete Santos de Brito e de seu marido, o designer Marcos Lins Langenbach. Ainda pequena, a filha do casal, Sofia, foi diagnosticada com síndrome de Rett, doença neurológica rara que causa convulsões frequentes. Em 2013, após várias tentativas frustradas de tratamento e cirurgias, o casal descobriu um caso nos Estados Unidos de uma criança com a mesma doença que se tratava com extrato de *cannabis*.

Decidiram tentar a mesma terapia e importaram o produto, ilegalmente. Deu certo. A frequência das convulsões de Sofia diminuiu 60%. A família informou o neurologista que acompanhava a garota sobre o novo recurso e ele também constatou a melhora de sua qualidade de vida, além de não identificar efeitos colaterais. Margarete e Marcos passaram a cultivar a planta em casa e aprenderam a extrair o óleo de *cannabis* por conta própria. Articularam-se com outras famílias para tentar conseguir o produto de forma lícita. O esforço deu origem à organização Apoio à Pesquisa e Pacientes de Cannabis Medicinal (Apepi), que ajuda pacientes brasileiros com

doenças raras e neurológicas a terem acesso ao óleo de *cannabis*.

A Apepi atende hoje mais de 5 mil pessoas. Ela financia estudos e colabora com pesquisadores de mais de 10 instituições, entre elas a Fiocruz, o Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em São Paulo, em trabalhos relacionados ao uso medicinal da *cannabis*. “Um dos que fizemos com a Unicamp indicou que os canabinoides podem ser eficazes no tratamento de doenças neurológicas. Outros apresentaram bons resultados envolvendo o uso de canabinoides contra náuseas causadas pela quimioterapia, fibromialgia e distúrbios do sono, além de aumentar o apetite e diminuir a perda de peso em pacientes com HIV”, destaca o farmacêutico João Gabriel da Silva, responsável pela área de pesquisa da Apepi.

Apesar dos benefícios, esse modelo de colaboração enfrenta algumas dificuldades para se consolidar. Nem sempre é fácil e viável incluir os pacientes nas pesquisas, sobretudo porque alguns temas exigem conhecimento e treinamento específicos. “Muitos simplesmente não querem participar”, comenta Egmar Longo, da UFPB.

Ao mesmo tempo, a participação de pacientes em estudos clínicos enfrenta resistência de parte da comunidade médica e acadêmica. O argumento é o de que eles não possuem formação científica ou treinamento em pesquisa para empreender estudos complexos. Um dos fatores que comprometem a utilidade dos comentários de pacientes que avaliam o conteúdo de *papers*, por exemplo, é a qualidade da própria revisão. Poucos voluntários são capazes de entender e comentar aspectos científicos e técnicos de manuscritos ou propostas de pesquisa. Para Aveling, da Universidade Harvard, tais objeções refletem questões mais profundas, “associadas a um ceticismo sobre o valor da experiência dos pacientes”.

Mas ela reconhece que a dinâmica pode não ser fácil. “Reunir pessoas com diferentes experiências, perspectivas, formas de pensar e prioridades em determinados contextos de pesquisa pode criar desafios colaborativos”, alerta. “No entanto”, completa, “a ideia não é substituir o conhecimento médico ou científico, mas criar uma cultura de colaboração que também aceite visões e observações de pacientes e seus familiares”. Para que isso funcione, segundo Aveling, é preciso que médicos e cientistas estejam abertos ao diálogo e dispostos a compartilhar informações e renegociar a distribuição de poder na tomada de decisão nas pesquisas. ■

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

GÊNERO EM NÚMEROS

Análise de mais de 30 mil artigos sobre mulheres e gênero publicados ao longo de seis décadas evidencia a evolução desse campo do conhecimento no Brasil

Fabrício Marques

ILUSTRAÇÃO **Suzana Lefèvre**

Um artigo publicado em novembro na revista científica *Scientometrics* trouxe dados inéditos sobre a evolução de um campo de pesquisa interdisciplinar que tem produção crescente no Brasil: os estudos sobre a condição feminina e as desigualdades de gênero. O *paper*, fruto do doutorado da bibliotecária Natascha Hoppen e também assinado por sua orientadora, Samile Vanz, do Departamento de Ciências da Informação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), analisou 31.609 artigos de autores brasileiros publicados entre 1959 e 2019, coletados da literatura acadêmica a partir de um conjunto de palavras-chave frequentes nesses trabalhos.



O resultado revela uma trajetória vigorosa. Se nas décadas de 1960 e 1970 o número de *papers* publicados sobre mulheres e gênero não passava de uma dezena por ano, em 2018 atingiu um total de 3.864 artigos. A análise permitiu observar que tais estudos ganharam fôlego inicialmente nas ciências da saúde, mas, no início da década de 1990, tornaram-se alvo de interesse das ciências humanas e sociais e alcançaram um caráter multidisciplinar com o surgimento de dois periódicos acadêmicos, a *Revista Estudos Feministas*, vinculada ao Instituto de Estudos de Gênero da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e os *Cadernos Pagu*, periódico ligado ao Núcleo de Estudos de Gênero da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

As instituições brasileiras com performance mais expressiva, de acordo com o levantamento, são a Universidade de São Paulo (USP), a UFSC, a UFRGS, a Unicamp e a Federal de Minas Gerais (UFMG). No setor privado, o destaque é a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Fora do ensino superior, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) se distingue em quantidade de artigos. Embora bastante disseminada pelo país, essa produção tem lacunas no território nacional: não se registrou nenhuma contribuição de autores dos estados do Amapá, Rondônia e Roraima. São Paulo é a unidade da federação com produção mais antiga e consistente, e a que mais colabora com outros estados. O Rio Grande do Sul aparece na segunda posição no ranking dos estados mais prolíficos – e é o que exibiu maior crescimento na década passada.

No cômputo geral, as ciências humanas e as ciências da saúde dividem a liderança no volume de *papers* identificado no estudo, respectivamente com 43,97% e 43,44% do total. Mas há trabalhos até mesmo em áreas como as engenharias (0,1% do total), ciências agrárias (0,09%) e ciências exatas e da Terra (0,05%). O surgimento no país desse campo multidisciplinar esteve atrelado à emergência, nas décadas de 1960 e 1970, dos movimentos de direitos civis que combatem as desigualdades de gênero. Apesar de sua origem no feminismo acadêmico, a área se desdobrou em uma multiplicidade de temas, do direito ao aborto à violência contra a mulher, das desigualdades no mercado de trabalho a estudos sobre sexualidade, da amamentação à psicologia familiar. “Muitos desses assuntos foram trazidos para a academia pelos movimentos feministas. Mas uma das alavancas para o crescimento do campo de conhecimento foi o financiamento obtido na década de 1990, que se destinava a temas específicos”, explica Natascha

Hoppen, referindo-se a recursos oferecidos, por exemplo, pela Fundação Ford para pesquisas sobre saúde reprodutiva e gênero.

A

ebulição de novos temas é percebida nos periódicos dedicados a estudos de gênero. “Temos recebido artigos de autores vinculados a disciplinas que raramente apareciam, como economia e direito, e de áreas novas, como design e computação”, afirma a historiadora Cristina Wolff, docente da UFSC e editora da *Revista Estudos Feministas*. “Há assuntos que sempre estiveram

na agenda dos pesquisadores, como a violência contra a mulher, a história do movimento feminista ou as relações de gênero na literatura e no cinema”, afirma. Outros temas já foram mais populares, como a desigualdade no mercado de trabalho. “Eles vêm sendo substituídos por investigações sobre o papel de homens e mulheres na chamada economia do cuidado”, diz, a propósito da ampliação da demanda na sociedade por cuidadores em decorrência do aumento da longevidade da população – e o ônus que recai sobre as mulheres nesse contexto.

Nos trabalhos sobre sexualidade, ela aponta a emergência de estudos lésbicos. “Também vêm surgindo pesquisas sobre pessoas trans, mas ainda são poucos os trabalhos sobre a não binaridade, que, acredito, devem crescer nos próximos anos.” A questão do acesso ao aborto é um tema recorrente, o que seria um reflexo da dificuldade de o debate sobre o assunto evoluir na sociedade brasileira. “Se em países como a Argentina a geração do conhecimento conseguiu ajudar a orientar as políticas públicas, com a recente descriminalização do aborto, no Brasil ergueu-se um muro que bloqueia a discussão e tem impacto também na produção acadêmica.”

Dagmar Estermann Meyer, professora aposentada da Faculdade de Educação da UFRGS e uma das fundadoras do Grupo de Estudos de Educação e Relações de Gênero da instituição, afirma que alguns temas demandaram mudanças de enfoque e deslocamentos na área. “Felizmente, os índices de escolaridade de mulheres, por exemplo, se modificaram para melhor nesse período. As mulheres, genericamente falando, avançaram bastante em

1 1
1959 1961

3
1971

12
1980

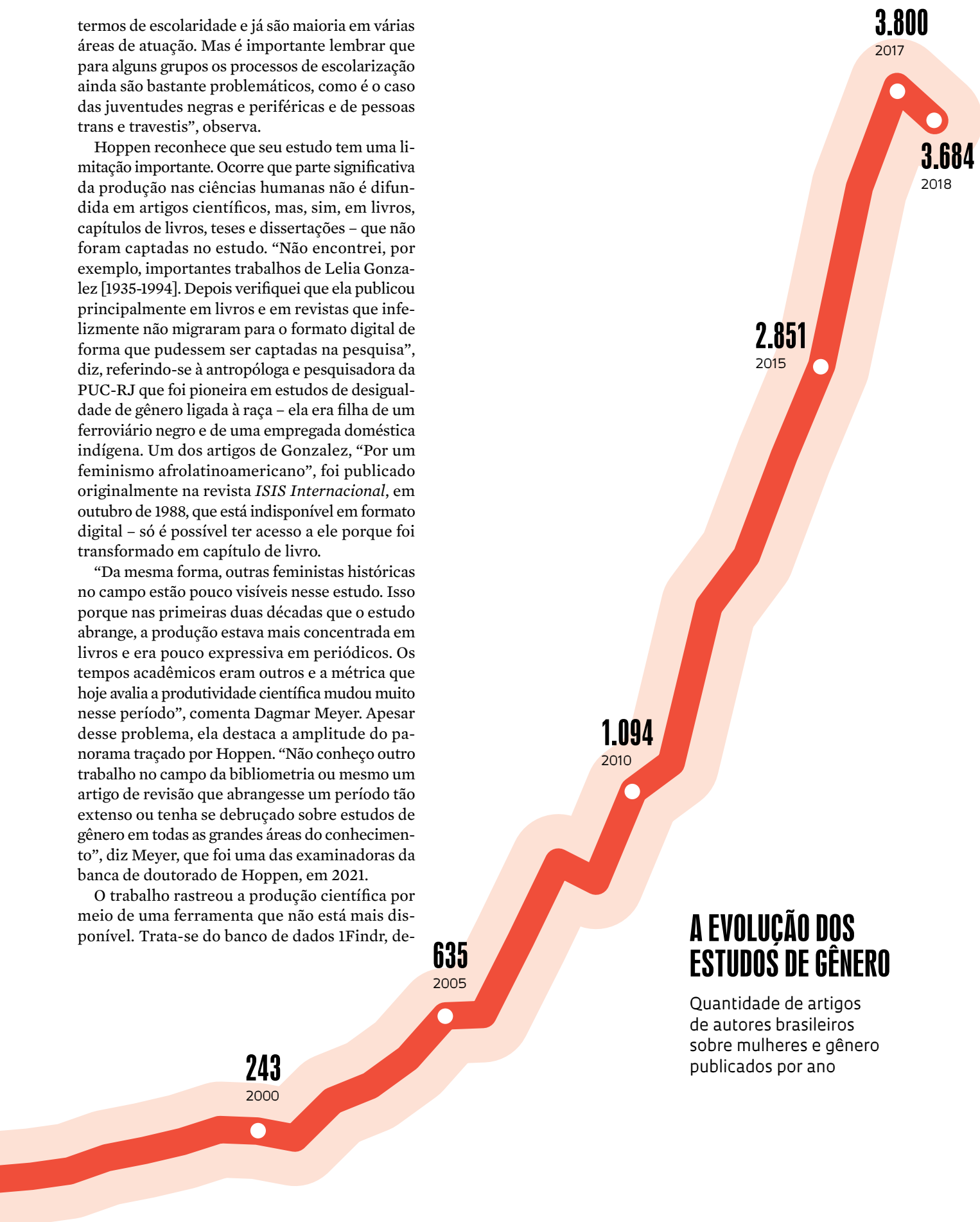
34
1990

termos de escolaridade e já são maioria em várias áreas de atuação. Mas é importante lembrar que para alguns grupos os processos de escolarização ainda são bastante problemáticos, como é o caso das juventudes negras e periféricas e de pessoas trans e travestis”, observa.

Hoppen reconhece que seu estudo tem uma limitação importante. Ocorre que parte significativa da produção nas ciências humanas não é difundida em artigos científicos, mas, sim, em livros, capítulos de livros, teses e dissertações – que não foram captadas no estudo. “Não encontrei, por exemplo, importantes trabalhos de Lelia Gonzalez [1935-1994]. Depois verifiquei que ela publicou principalmente em livros e em revistas que infelizmente não migraram para o formato digital de forma que pudessem ser captadas na pesquisa”, diz, referindo-se à antropóloga e pesquisadora da PUC-RJ que foi pioneira em estudos de desigualdade de gênero ligada à raça – ela era filha de um ferroviário negro e de uma empregada doméstica indígena. Um dos artigos de Gonzalez, “Por um feminismo afrolatinoamericano”, foi publicado originalmente na revista *ISIS Internacional*, em outubro de 1988, que está indisponível em formato digital – só é possível ter acesso a ele porque foi transformado em capítulo de livro.

“Da mesma forma, outras feministas históricas no campo estão pouco visíveis nesse estudo. Isso porque nas primeiras duas décadas que o estudo abrange, a produção estava mais concentrada em livros e era pouco expressiva em periódicos. Os tempos acadêmicos eram outros e a métrica que hoje avalia a produtividade científica mudou muito nesse período”, comenta Dagmar Meyer. Apesar desse problema, ela destaca a amplitude do panorama traçado por Hoppen. “Não conheço outro trabalho no campo da bibliometria ou mesmo um artigo de revisão que abrangesse um período tão extenso ou tenha se debruçado sobre estudos de gênero em todas as grandes áreas do conhecimento”, diz Meyer, que foi uma das examinadoras da banca de doutorado de Hoppen, em 2021.

O trabalho rastreou a produção científica por meio de uma ferramenta que não está mais disponível. Trata-se do banco de dados IFindr, de-

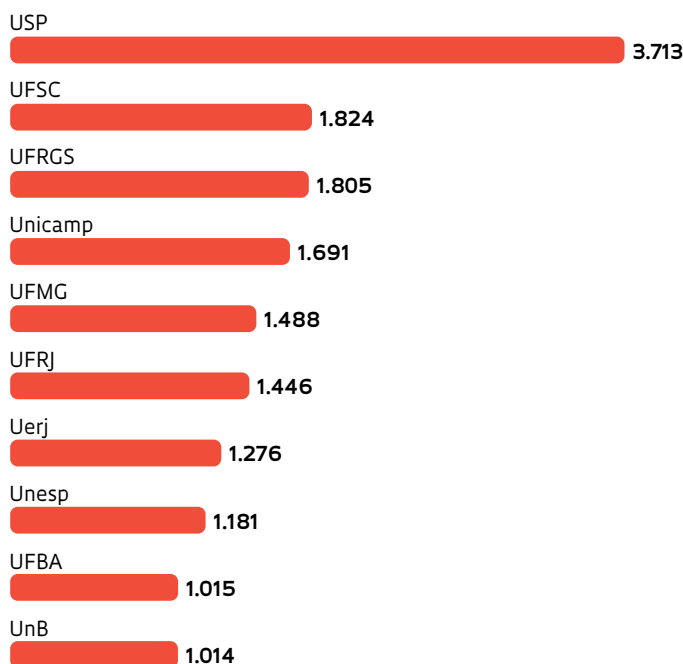


A EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS DE GÊNERO

Quantidade de artigos de autores brasileiros sobre mulheres e gênero publicados por ano

AS UNIVERSIDADES MAIS PRODUTIVAS

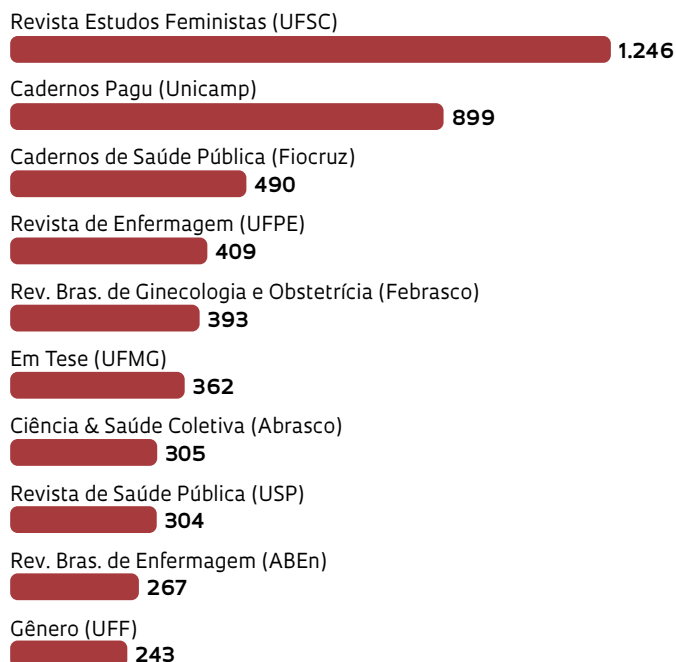
As 10 instituições que mais publicaram estudos de gênero – por número de artigos (1959-2019)



FONTE: RETRATOS DA PESQUISA BRASILEIRA EM ESTUDOS DE GÊNERO / NATASCHA HOPPEN (2021)

OS PRINCIPAIS PERIÓDICOS

As 10 revistas que mais publicaram estudos de gênero – por número de artigos (1959-2019)



FONTE: RETRATOS DA PESQUISA BRASILEIRA EM ESTUDOS DE GÊNERO / NATASCHA HOPPEN (2021)

envolvido para indexar artigos de revistas revisadas por pares de todos os países e idiomas, que foi adquirido pela editora Elsevier em 2020 e não está mais acessível para o público. “Essa plataforma recuperava publicações de múltiplas fontes, como a biblioteca SciELO e diretórios de revistas de acesso aberto do mundo todo, e foi fundamental para rastrear a produção brasileira publicada no passado e escrita em português, que não está presente na maioria das bases internacionais”, explica Hoppen. A pesquisadora disponibilizou os dados brutos de sua pesquisa em acesso aberto para quem se interessar em estudar a produção brasileira sobre gênero. “Infelizmente, não há como atualizá-los. Seria muito interessante comparar os dados coletados com os relativos a estudos de gênero nos últimos quatro anos e ver de que forma as pesquisadoras se mobilizaram durante o último governo, que tinha uma agenda hostil a esse campo do conhecimento”, diz.

É possível que artigos muito antigos não tenham sido captados pela ferramenta. Os dois primeiros trabalhos associados a estudos de gênero só puderam ser rastreados porque suas versões impressas foram digitalizadas em formato OCR, que permite fazer buscas em seu conteúdo na web. São um *paper* do psicanalista Darcy de Mendonça Uchoa (1907-2003), da Escola Paulista de Medicina, publicado em 1959 na *Revista de Neuro-Psiquiatria*, que foi recuperado por ter a palavra “homossexual” no resumo, e um artigo de 1961 do antropólogo e professor da USP Ruy Coelho (1920-1990), que continha a expressão “estudos de gênero” entre as palavras-chave. “Podem existir outras publicações impressas além dessas, mas que não são visíveis pelos instrumentos de busca existentes hoje”, explica Hoppen.

Os trabalhos de Uchoa e Coelho são exemplos desgarrados do que se tornaria esse campo dos estudos no Brasil. O primeiro utiliza o conceito de gênero ligado à identidade sexual para dar uma conotação patológica ao que considera um “comportamento desviante”. “Essa abordagem hoje é considerada totalmente ultrapassada”, diz a pesquisadora. Já o segundo artigo é um estudo antropológico, em que o gênero é usado para diferenciar comportamentos sociais de dois xamãs, sem se aprofundar no tema.

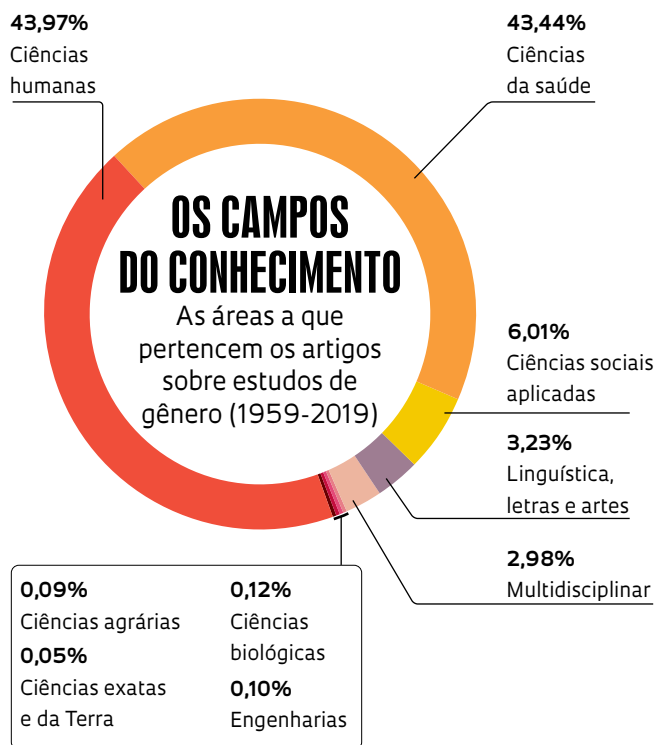
A despeito dessas publicações pioneiras, o marco inaugural da produção científica é a tese de livre-docência da socióloga marxista Heleieth Safiotti (1934-2010), defendida em 1967 na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, hoje pertencente à Universidade Estadual Paulista (Unesp). Intitulada “A mulher na sociedade de classe: mito e realidade”, foi orientada pelo sociólogo Florestan Fernandes (1920-1995). A obra foi publicada em livro em 1976 e aparece nas referências bibliográficas de uma grande quantidade de

artigos coletados. Safiotti, militante feminista, teve uma contribuição marcante em temas como violência de gênero e mulheres no mercado de trabalho.

O artigo da *Scientometrics* fez outros achados curiosos. Um deles foi a baixa disposição das pesquisadoras de estudos de gênero de participarem de colaborações. Um terço das publicações na década de 2010 tinha um único autor, reproduzindo o padrão de algumas disciplinas das ciências humanas. A formação de parcerias é marcada pela proximidade geográfica. Dos artigos dos anos 2010, 77% são de coautores de uma mesma instituição.

Na lista dos autores mais prolíficos – aqueles que publicaram mais de 20 artigos sobre tópicos ligados a desigualdades de gênero e saúde da mulher –, os cinco primeiros nomes são de... homens. O campeão é o psicólogo Cesar Augusto Piccinini, pesquisador da UFRGS com 108 trabalhos em temas como psicologia infantil e parental. Os dois seguintes vêm da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp: os obstetras José Guilherme Cecatti (97 artigos) e Aníbal Faúndes (74), ambos especialistas em saúde reprodutiva, com pesquisas sobre gravidez, mortalidade materna e aborto. Depois aparecem o epidemiologista Cesar Victora (69 artigos), da Universidade Federal de Pelotas, estudioso da nutrição infantil e da amamentação, e o obstetra Marcelo Zugaib, da USP (56), com trabalhos sobre gravidez e saúde materna. A primeira mulher desponta na sexta posição: é a geógrafa Joseli Maria Silva, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, autora de estudos decoloniais sobre gênero, seguida pela médica Lília Schraiber, da USP, com produção sobre violência contra a mulher, respectivamente com 55 e 54 artigos. “Uma grande marca do sexismo na ciência é que a saúde da mulher virou um campo de estudos considerados científicos quando passou a ser pesquisado por homens. A cultura e a sabedoria femininas sobre sua própria saúde eram desconsideradas”, afirma Hoppen. Segundo ela, as desigualdades de gênero ficam evidentes na ciétiometria, campo que analisa aspectos quantitativos da ciência. “Na maior parte das áreas do conhecimento, os homens conseguem publicar mais do que as mulheres e parecem encontrar mais facilidades para disseminar seus resultados de pesquisa e fazer mais colaborações. Isso também aparece nesse ranking dos pesquisadores que mais publicaram – o que corrobora com a necessidade de ações afirmativas para as mulheres nas ciências”, afirma.

O trabalho não se debruçou sobre o conteúdo dos artigos, mas apenas sobre palavras-chave. É possível que uma verificação mais aprofundada não caracterizasse alguns dos artigos como estu-



dos genuínos de gênero. “É comum ver trabalhos sobre amamentação feitos por pesquisadores do sexo masculino não situarem os desafios impostos à vida pessoal e profissional das mães, que constituem uma preocupação fundamental de estudos feministas”, diz a pesquisadora.

Esse tipo de divergência não é incomum nas pesquisas de gênero. “Eles são marcados por uma estreita e necessária articulação entre produção do conhecimento e ativismo e se situam em um campo de disputas. No início dos anos 2000, por exemplo, se discutiu bastante se estudos sobre masculinidades deveriam ser considerados parte do escopo temático do campo. Por outro lado, a meu ver, a produção de autoras pesquisadoras negras, e sobretudo trans, continua, ainda hoje, a estar sub-representada na área. Por isso, e como o guarda-chuva temático é amplo, sempre pode e deve ser contestado, alargado e atualizado”, afirma Dagmar Meyer.

Outra dificuldade está atrelada ao caráter interdisciplinar do campo. “Embora a diversidade ajude a fortalecer a área, os pesquisadores pertencem a disciplinas tradicionais e são avaliados segundo as métricas dessas disciplinas, o que não os favorece”, diz Cristina Wolff, que é vinculada ao Departamento de História da UFSC e atua no Instituto de Estudos de Gênero da instituição. “Nossos cursos de pós-graduação são requisitados por estudantes de diversas áreas, mas precisamos sempre brigar para manter o nosso espaço. Quando uma de nós se aposenta, não há garantia de que o substituto vá se dedicar a pesquisas de gênero”, afirma. ■

BOAS PRÁTICAS



Imagem produzida pelo software de inteligência artificial DALL-E com o comando "plágio escondido, estilo cinema mudo"

O plágio encoberto em textos do ChatGPT

Estudos mostram como modelos de linguagem natural podem ser fonte de má conduta acadêmica e indicam formas de prevenir o problema

Pesquisadores da Universidade do Estado da Pensilvânia (Penn State), nos Estados Unidos, investigaram até que ponto modelos de linguagem natural como o ChatGPT, que usam inteligência artificial para formular uma prosa realista e articulada em resposta a perguntas de usuários, conseguem gerar conteúdo que não se caracterize como plágio. Isso porque esses sistemas processam, memorizam e reproduzem informações preexistentes, baseadas em gigantescos volumes de dados disponíveis na internet, tais como livros, artigos científicos, páginas da Wikipédia e notícias.

O grupo analisou 210 mil textos gerados pelo programa GPT-2, da startup OpenAI, criadora do ChatGPT, em busca de indícios de três diferentes tipos de plágio: a transcrição literal, obtida copiando e colando

trechos; a paráfrase, que troca palavras por sinônimos a fim de obter resultados ligeiramente diferentes; e o uso de uma ideia elaborada por outra pessoa sem mencionar sua autoria, mesmo que formulada de maneira diferente.

A conclusão do estudo foi de que todos os três tipos de plágio estão presentes. E, quanto maior é o conjunto de parâmetros usados para treinar os modelos, mais frequentemente a má conduta foi registrada. A análise utilizou dois tipos de modelos – os pré-treinados, baseados em um amplo espectro de dados, e os de ajuste fino, aprimorados pela equipe da Penn State a fim de refinar o treinamento em um conjunto menor de documentos científicos e jurídicos, artigos acadêmicos relacionados à Covid-19 e solicitações de patentes. A escolha desse tipo de conteúdo não foi ocasional – nesses textos, a prática de plágio é considerada muito problemática e não costuma ser tolerada.

No material gerado pelos pré-treinados, a ocorrência mais prevalente foi de transcrições literais, enquanto nos de ajuste fino eram mais comuns paráfrases e apropriação de ideias sem referência à fonte. “Constatamos que o plágio aparece com diferentes sabores”, disse um dos autores do trabalho, Dongwon Lee, cientista da computação da Faculdade de Tecnologia e Ciências da Informação da Penn State, de acordo com o serviço de notícias *EurekaAlert*. Os achados serão divulgados com mais detalhes na Web Science Conference, um evento da Association for Computing Machinery (ACM) que acontece entre 30 de abril e 4 de maio na cidade de Austin, nos Estados Unidos.

O ChatGPT é um entre vários sistemas baseados em inteligência artificial e ganhou grande notoriedade porque foi disponibilizado para uso público. Desde novembro, já foi testado por mais de 100 milhões de pessoas e impressionou por sua capacidade de gerar textos coerentes que mimetizam a escrita dos seres humanos (ver Pesquisa FAPESP nº 325). Uma das polêmicas que levantou envolveu justamente a originalidade de suas respostas e o receio de que se transforme em uma fonte de má conduta acadêmica.

“As pessoas perseguem grandes modelos de linguagem porque, quanto maior um modelo fica, mais suas habilidades aumentam”, disse o autor principal do trabalho, Jooyoung Lee, estudante de doutorado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Informação da Penn State. Ferramentas de escrita de inteligência artificial conseguem criar respostas únicas e individualizadas a perguntas apresentadas por usuários, mesmo extraíndo as informações de um banco de dados. Essa habilidade, contudo, não livra a ferramenta de ser uma fonte de plágio, mesmo em formatos mais difíceis de detectar. “Ensinamos os modelos a imitar a escrita humana, mas não os ensinamos a não plagiar”, afirmou Lee.

Várias ferramentas estão sendo desenvolvidas para detectar conteúdo gerado por softwares de inteli-

gência artificial. A própria OpenAI desenvolveu um programa capaz de apontar textos feitos por robôs, (disponível em [openai-openai-detector.hf.space/](https://openai.com/openai-detector)). Há outros do gênero na internet, como o Writer AI Content Detector (writer.com/ai-content-detector/) e o Content at Scale (contentatscale.ai/ai-content-detector/). Como os sistemas de linguagem natural estão em desenvolvimento, também será necessário atualizar continuamente a tecnologia para rastrear sua produção.

Uma equipe da Escola de Engenharias e Ciências Aplicadas da mesma Penn State mostrou que é possível treinar as pessoas para identificar esses textos, sem precisar depender exclusivamente de programas detectores. Apresentado em fevereiro em um congresso da Associação para o Avanço da Inteligência Artificial (AAAI) realizado em Washington, Estados Unidos, o estudo liderado pelo cientista da computação Chris Callison-Burch mostrou que essas ferramentas já são muito eficientes em produzir prosa fluente e seguir as regras gramaticais. “Mas eles cometem tipos distintos de erros que podemos aprender a identificar”, disse ao blog Penn Engineering Today o cientista da computação Liam Dugan, aluno de doutorado da Penn State e um dos autores do artigo.

O experimento utilizou um jogo disponível na internet, chamado Real or Fake Text (Texto Real ou Falso). O grupo apresentou aos participantes do estudo, todos eles alunos de graduação ou pós-graduação de um curso de inteligência artificial da Penn State, sentenças cujo início foi escrito por seres humanos, mas que, a partir de certo ponto, reproduziam respostas formuladas por modelos de linguagem. Os textos selecionados provinham de notícias publicadas na imprensa, discursos presidenciais, histórias de ficção e receitas culinárias. Os jogadores eram convidados a apontar em que momento começava o trecho escrito por inteligência artificial e explicar por que apostavam naquela localização. Quando acertavam, eles recebiam pontos. As principais razões destacadas eram o surgimento de conteúdo irrelevante, de erros lógicos, de sentenças contraditórias, de frases muito genéricas e de problemas com a gramática. Foi mais fácil acertar nas receitas culinárias do que nas outras narrativas.

A pontuação dos participantes foi significativamente maior do que se as respostas fossem feitas ao acaso, mostrando que os textos gerados por robôs são detectáveis. Embora as habilidades dos jogadores variassem bastante, o desempenho deles melhorava com o uso do jogo – em um sinal de aprendizado. “Cinco anos atrás, os modelos não conseguiam se concentrar no assunto ou produzir uma frase fluente”, afirmou Dugan. “Agora, eles raramente cometem erros gramaticais. Nosso estudo identifica tipos de erros cometidos por chatbots, mas é importante ter em mente que eles continuarão a evoluir. As pessoas deverão seguir treinando para reconhecer a diferença e trabalhar com o software de detecção como um complemento.” ■

Fabrcio Marques

Como prevenir disputas pela autoria de artigos científicos


O cardiologista Mike Lauer, vice-diretor da principal agência de fomento à pesquisa biomédica dos Estados Unidos – os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) –, divulgou no site da instituição um roteiro de recomendações para prevenir um tipo de conflito muito frequente em laboratórios e universidades: as disputas sobre a definição dos nomes dos autores de um artigo científico. Essas desavenças envolvem diferentes problemas. É muito comum, observou Lauer, que jovens pesquisadores se queixem de ter sido preteridos da lista de assinaturas por considerarem que sua contribuição foi importante e mereceria ser destacada – ou reclamem da inclusão de pessoas que colaboraram pouco.

A ordem das assinaturas é outro foco de insatisfação. O primeiro nome e o último, em geral, são os responsáveis

pela concepção do trabalho, a produção dos dados e a elaboração do texto, mas as demais posições da lista frequentemente provocam competições e busca de reconhecimento. Também ocorre de pesquisadores que figuram como autores pedirem para remover seus nomes após a publicação do *paper*, mesmo tendo participado ativamente do estudo. Isso acontece por não concordarem com as conclusões ou não terem sido consultados sobre seu conteúdo. “Às vezes, as discordâncias não podem ser evitadas”, escreveu o vice-diretor. “Elas devem ser tratadas de forma cuidadosa e apropriada. Quando não o são, podem levar a sérias consequências para as pessoas e para as pesquisas envolvidas.”

Entre as recomendações, Lauer propõe que todo laboratório, departamento ou grupo de pesquisa tenha seu próprio comitê de publicação, encarregado de defi-

nir e negociar com antecedência as regras sobre assuntos relacionados à autoria. “Os comitês também podem abordar questões que surgem quando as circunstâncias de um projeto em andamento mudam. Por exemplo, quando um dos membros do projeto desiste de participar”, afirma. Outra sugestão é colocar no papel quais são as políticas e procedimentos para definir quem serão os autores. “Essas políticas podem ser revisadas ao longo do tempo, à medida que o pessoal e as circunstâncias mudem”, afirmou. Uma terceira frente é garantir que todos os pesquisadores envolvidos confirmem estar de acordo com o que está sendo publicado – e com a lista dos autores. “Um manuscrito só deve ser submetido se todos concordarem. As instituições podem estabelecer políticas e procedimentos para garantir que todos os pesquisadores entendam e cumpram esse requisito.”



Revista nega pedido de retratação e diz que artigo de ecóloga é válido

A revista científica *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* anunciou que não irá retratar um artigo publicado em 2016 sobre o comportamento de peixes-palhaço (anemonefish), apesar de uma investigação independente feita pela Universidade de Delaware (UD) ter apontado discrepâncias em dados do trabalho e indícios de que eles foram fabricados – e sugerido que fosse invalidado. Em uma nota editorial, os responsáveis pelo periódico informaram terem feito sua própria investigação sobre o caso e não encontraram comprovação de fraude. Isso porque a discrepância dos dados havia sido objeto de uma correção apresentada pelos autores em 2022.

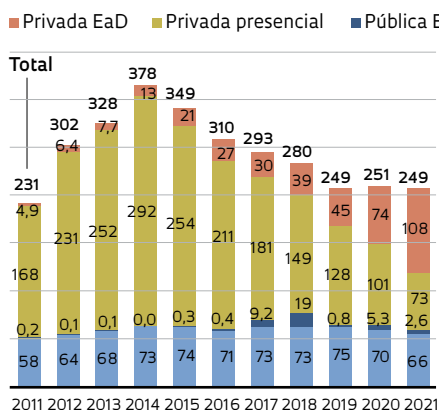
O artigo é um dos 22 trabalhos problemáticos que envolvem estudos da ecóloga marinha Danielle Dixson, da UD, alguns dos quais não puderam ser reproduzidos em novos experimentos feitos por um grupo internacional de pesquisadores. Em agosto passado, um *paper* do grupo da ecóloga foi retratado pela revista *Science* (ver Pesquisa FAPESP nº 319). Foi uma resposta à investigação independente da universidade, para a qual Dixson não teve tempo suficiente para realizar os experimentos descritos no artigo e o arquivo com dados brutos do estudo continha duplicações inexplicáveis.

No *paper* da *Proceedings B*, as suspeitas eram parecidas. O trabalho sustenta que os peixes-palhaço são capazes de perceber se recifes de corais estão branqueados ou saudáveis, com base em experimentos nos quais os animais são colocados em um aparelho chamado canal de escolha que os força a decidir em que direção nadar. Ela informou que os dados foram coletados em 13 dias, mas precisaria de 22 para concluir a tarefa. A correção que Dixson submeteu à revista tornou a informação plausível: ela informou ter usado duas calhas simultaneamente, dobrando sua capacidade de observação. “Alguns problemas com os dados são provavelmente o resultado de erros ou má curadoria de dados, e sua correção não mudaria as conclusões”, informaram os editores.

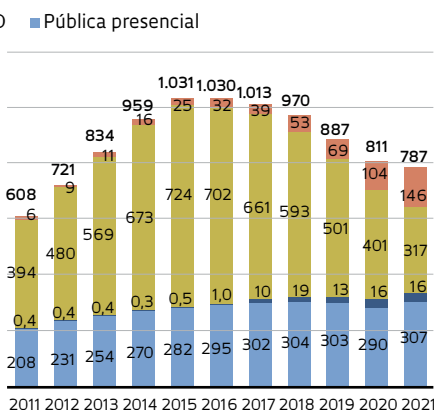
INGRESSOS, MATRÍCULAS E CONCLUSÕES: APÓS CRESCIMENTO, NÚMEROS DIMINUEM

- ▶ Em 2014, ingressaram nos cursos de engenharia¹ do país 378 mil novos estudantes, o maior valor anual já registrado. Nos anos subsequentes, esse número recuou continuamente, até chegar ao nível de 250 mil ingressos em 2019, que se mantém até agora
- ▶ A queda entre 2014 e 2019 se deu integralmente no setor privado (passou de 305 mil para 173 mil ingressos). No setor público² ocorreu pequeno aumento (de 73 mil para 76 mil)
- ▶ Nas instituições privadas³, a queda foi arrefecida pelo maior ingresso em cursos a distância. Nelas, a participação da modalidade Educação a Distância (EaD) aumentou continuamente e atingiu seu máximo em 2021, quando 108 mil dos 249 mil ingressantes (44%) optaram por essa modalidade
- ▶ As matrículas seguem o mesmo padrão, com alguma defasagem, pois agregam vários anos de ingressantes. A migração para EaD no setor privado também é evidente: as matrículas em programas presenciais diminuíram de 724 mil para 317 mil (-56%), entre 2015 e 2021, enquanto em EaD se elevaram de 25 mil para 146 mil

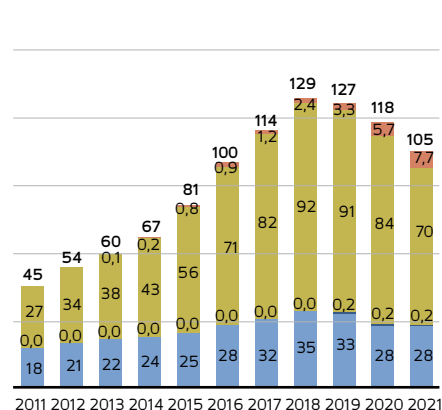
Engenharias: ingressos (milhares)



Engenharias: matrículas (milhares)



Engenharias: conclusões (milhares)



- ▶ A trajetória das conclusões apresenta uma defasagem esperada de cinco/seis anos sobre os ingressos, como se observa nos gráficos. Em 2021, houve 105 mil concluintes, 18% abaixo do máximo de 129 mil, registrado em 2018. Essa retração foi semelhante nos segmentos público e privado (-20% e -18%, respectivamente), no mesmo período

EVASÃO: 39% DOS ESTUDANTES CONCLUEM O CURSO

- ▶ Uma estimativa do índice de conclusão é a razão entre o número de conclusões de um certo ano e o número de ingressos seis anos antes⁴. Seu complementar corresponde ao índice de evasão
- ▶ Relacionando os números acumulados de ingressos, entre 2010 e 2014 (1,42 milhão), com o de conclusões, entre 2015 e 2019⁴ (552 mil), obtém-se um índice de conclusão de 39%, ou evasão estimada de 61% dos ingressantes no período
- ▶ Separando os setores público e privado, os respectivos índices de evasão seriam de 52% e 64%, no mesmo período
- ▶ Uma primeira aproximação dos impactos da pandemia nesses índices pode ser obtida ao se considerarem as conclusões em 2020-2021 e os ingressos em 2015-2016: nesse corte, os índices de evasão se elevariam em relação ao anterior: 66% para o total, 62% para o setor público e 67% para o setor privado
- ▶ Ainda é cedo para avaliar os efeitos de médio prazo da pandemia sobre esses números e os índices de conclusão e evasão do sistema

NOTAS ⁽¹⁾ FORAM CONSIDERADOS TODOS OS CURSOS CLASSIFICADOS COMO DE ENGENHARIA PLENA, QUE INCLUEM OS DAS ÁREAS DE ENGENHARIA, PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO, DE COMPUTAÇÃO E AFINS E DE AGRICULTURA E AFINS. ⁽²⁾ INCLUEM INSTITUIÇÕES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS. ⁽³⁾ INCLUEM INSTITUIÇÕES PRIVADAS COM OU SEM FINS LUCRATIVOS. ⁽⁴⁾ A DEFASAGEM ENTRE INGRESSOS NO ANO N E CONCLUSÕES NO ANO N+5 INDICARIAM QUE O INGRESSANTE NO ANO N TERIA SE FORMADO, EM MÉDIA, AO LONGO DO SEXTO ANO APÓS O INGRESSO.
 FONTE: MICRODADOS ATUALIZADOS – CURSOS, CENSO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR, BAIXADOS EM JANEIRO/2023
 ELABORAÇÃO: FAPESP, DPCTA/GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES

SEMENTES DA MODERNIDADE

Ao completar 50 anos, Embrapa procura conciliar diferentes paradigmas de produção no campo, que valorizam a preservação ambiental

Carlos Fioravanti





Diversidade agrícola: (acima) tomate em estufa na região serrana do Rio de Janeiro e criação de boi em floresta em São Carlos, SP; (ao lado, da esquerda para a direita) cultivo de maçãs Gala em Bento Gonçalves, RS; abelha com chip de rastreamento em Belém, PA; araruta cultivada na região de Santa Luzia do Pará, PA; *Vanilla pompona*, espécie nativa de baunilha, em Brasília, DF

A engenheira-agrônoma Tatiana de Sá, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, encara quase todo mês uma viagem de quatro horas, geralmente de ônibus ou de lotação, para trabalhar com agricultores de Santa Luzia do Pará, a leste do estado. Em conjunto, selecionam as melhores formas de cultivo e de aproveitamento de três raízes – araruta, cará-roxo e branco – e de três frutas – banana, tucumã e pupunha –, com o propósito de eliminar um problema antigo: as perdas de raízes e frutas por causa da dificuldade de venda e armazenamento.

Os agricultores da região de Santa Luzia também foram à unidade da Embrapa de Belém e conversaram com a equipe do Laboratório de Agroindústria sobre formas de preparar farinhas, massas, pães e biscoitos com as raízes e frutas que plantavam. “As técnicas de cultivo e uso da araruta estavam sendo esquecidas por causa da hegemonia do trigo, o principal inimigo da soberania alimentar da Amazônia”, comenta Sá, contratada em 1972 pelo Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (Ipean), depois incorporado pela Embrapa, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. “Os moradores da região de Santa Luzia se mostraram interessados em plantar raízes nativas, que estavam se perdendo.”

O reconhecimento do saber local e a produção organizada em associações e sindicatos de pequenos produtores são preceitos da agroecologia, abordagem que preconiza a diversificação agrícola e a preservação dos recursos naturais. Valorizado em resposta a pressões internacionais sobre o país e os produtores rurais, cada vez mais cobrados para que evitem os danos ambientais causados pela prática da monocultura e do uso intensivo de agrotóxicos, esse enfoque avança gradativamente na Embrapa, instituição em operação há exatos 50 anos, completados em 26 de abril.

“A agricultura orgânica, uma das áreas da agroecologia, era vista como uma utopia há 30 anos, mas hoje é reconhecida mundialmente e ensinada em cursos universitários”, relata o engenheiro-agrônomo Jose Antonio Azevedo Espindola, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, no Rio de Janeiro, e presidente

do comitê gestor do portfólio de Sistemas de produção de base ecológica.

A agricultura ambientalmente amigável proposta pela agroecologia segue princípios bastante diferentes do modelo que tem norteado a Embrapa e outras instituições de pesquisa agropecuária do Brasil. Trata-se do paradigma produtivista, fundamentado na mecanização, no uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos, em cultivos extensivos e em grandes propriedades, que ampliou a produção agropecuária nacional.

“A soja, que não passava do Paraná, hoje chega na Amazônia Legal. Os espumantes brasileiros ganham prêmios internacionais. A maçã só vinha da Argentina, porque não havia variedades nacionais. Passamos de importadores para exportadores de alimentos e hoje o Brasil é o terceiro maior exportador mundial de alimentos”, observa o físico Silvio Crestana, ex-diretor e pesquisador da Embrapa Instrumentação, uma das cinco unidades do estado de São Paulo apoiadas pela FAPESP por meio de 927 projetos de pesquisa e bolsas, com dispêndio de R\$ 97,9 milhões desde 1991.

Para Crestana, que presidiu a Embrapa de 2005 a 2009, as conquistas não deveriam ofuscar o futuro: “Temos agora de pensar nos impactos sociais e ambientais da agropecuária, porque o mundo e a maioria dos produtores e consumidores querem assim. É fundamental refundar a Embrapa, para que possa responder à altura aos novos desafios”.

A agrônoma Irene Cardoso, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, ressalta: “As instituições de pesquisa agropecuária, não só a Embrapa, precisam dar mais atenção a outras formas de agricultura, como a familiar e a tradicional, sem adubos químicos e sem agrotóxicos”. Ex-presidente da Associação Brasileira de Agroecologia (Aba), ela acrescenta que o agronegócio, ao qual a história da Embrapa está bastante ligada, “não é ambientalmente sustentável, pois causa uma redução da biodiversidade e uma intensa emissão de gases de efeito estufa com o desmatamento e as queimadas”. Sá reforça: “A Embrapa não pode ser homogênea, porque seu público não é”.

O atual presidente da empresa, o agrônomo Celso Moretti, no cargo desde 2019, afirmou a *Pesquisa FAPESP* que a maior instituição de pes-

quisa agropecuária do país já é eclética. “Nossas pesquisas são desenvolvidas para atender a todos os agricultores, de qualquer perfil, sem distinção, com foco no aumento da produtividade, na agregação de valor ao produto e na sustentabilidade”, diz. “Temos pesquisas tanto para a melhoria dos produtos voltados para a exportação, as *commodities*, quanto para o consumo interno, em que se insere a maioria dos pequenos agricultores e a agricultura orgânica e agroecológica.”

A Embrapa, segundo Moretti, tem um problema de ordem prática, a falta de renovação dos funcionários que saíram ou se aposentaram recentemente: “Nossos últimos pesquisadores foram contratados em 2014, por meio de um concurso de 2010”. O agrônomo Heitor Cantarella, diretor do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), tem queixa semelhante. “Para renovar as linhas de pesquisa e planejar a agricultura dos próximos 20 anos precisamos rejuvenescer o quadro de pesquisadores. Nos últimos 15 anos, perdemos 40% dos funcionários, que não foram repostos porque não há concursos”, diz.

Cantarella reconhece a pressão social por formas de produção de alimentos com menor impacto ambiental e menor emissão de gases de efeito estufa. Ele argumenta que as pesquisas mais recentes, ainda que sob o enfoque tradicional, buscam a redução do uso de agrotóxicos, por exemplo, ao selecionar variedades de plantas naturalmente mais resistentes a pragas e doenças e promover a chamada intensificação agrícola, com a produção de mais alimentos na mesma área.

Mas serão esses sinais efetivos de renovação? “As trajetórias tecnológicas do paradigma tradicional, que chamo de mecânico-químico, estão reagindo aos problemas da crise ecológica por meio de uma saída por dentro do paradigma: procura-se um ‘esverdeamento’ das trajetórias, com soluções biológicas que, em geral, estão a serviço da mecânica e da química”, interpreta o economista Francisco de Assis Costa, da Universidade Federal do Pará (*ver Pesquisa FAPESP nº 277*). Cantarella observa: “A agricultura ecológica continuará crescendo, mas haverá de conviver com alguma versão da ‘mecânico-química’, por causa da pressão pela produção de alimentos e matérias-primas abundantes e a baixo custo”.

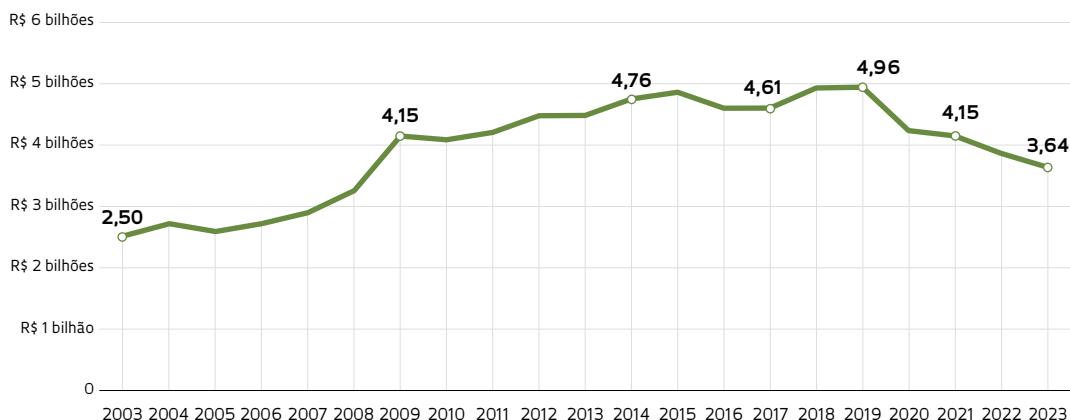
A desproporção entre as equipes alocadas aos dois enfoques de pesquisa e produção agropecuária é outro desafio. “Na Embrapa”, diz Espindola, “a porcentagem de pesquisadores envolvidos na geração de soluções tecnológicas adaptadas para a agricultura convencional ainda é muito maior que a dos dedicados à agroecologia e produção orgânica, mas estamos avançando”. Para Moretti, o número de pesquisadores não é um bom indicador da relevância de uma área: “Com foco e capacidade de trabalho, é possível fazer as entregas necessárias para atender as diferentes demandas”. Após um trabalho intenso em grãos, como soja, milho e algodão, a maioria dos pesquisadores se dedica a outros cultivos, também com viés produtivista.

Segundo o presidente da Embrapa, as equipes dedicadas às cadeias produtivas de cenoura e tomate, ainda que pequenas, chegaram a resultados importantes. Em 2020, a instituição lançou uma cultivar (variedade) de cenoura para



ORÇAMENTO OSCILANTE

Os últimos cinco anos revertem a tendência de alta iniciada duas décadas atrás (valores em R\$ bilhões, corrigidos pelo IPCA)



FONTE EMBRAPA



Sorgo produzido em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta no Cerrado do Maranhão

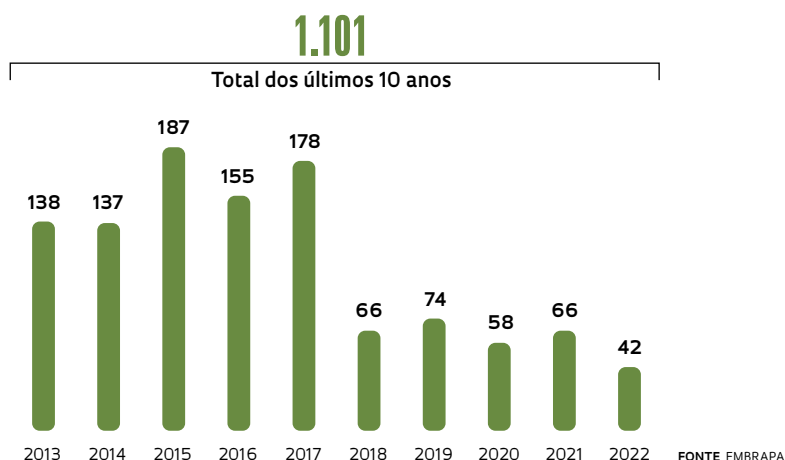
produção orgânica, recomendada para plantio na entressafra das cultivares convencionais. Já o Tomatec, lançado em 2005, é um sistema de cultivo com irrigação por gotejamento e manejo integrado de pragas.

O engenheiro florestal Édson Luis Bolfe, ex-coordenador do Agropensa, grupo de apoio à formulação de estratégias de pesquisa da Embrapa e de instituições parceiras, observa o gradativo aprimoramento dos sistemas de produção agropecuária: “Do mesmo modo que o plantio direto era uma novidade na década de 1970, os sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta vão evoluir e se consolidar nos próximos anos com maior produção de alimentos e menor pressão sobre os recursos naturais”.

Como pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, em Campinas, Bolfe, com colegas de outras instituições, desenvolveu métodos para mapear com precisão os limites, a diversificação, a expansão, a retração ou a conversão de diferentes cultivos agrícolas por meio de uma combinação de imagens de satélites. Testado em municípios de Goiás, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo, a nova abordagem mapeia a vegetação nativa e diferencia plantios como os de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, como detalhado em artigos publicados em 2022 nas revistas *Remote Sensing* e neste ano na *Land*.

INOVAÇÃO EM CAMPO

A partir de 2018, a contagem inclui apenas as tecnologias prontas para o mercado

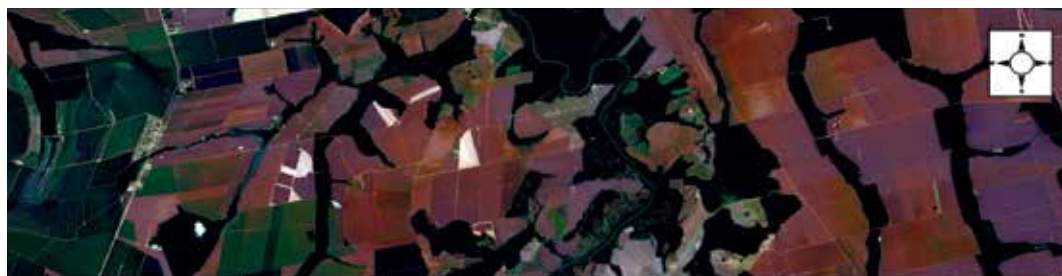


Atualmente com 2.201 pesquisadores (eram 2.437 em 2013) e um orçamento de R\$ 3,6 bilhões para este ano (em valores atualizados, eram R\$ 2,5 bilhões em 2003), a Embrapa é uma participante relativamente jovem do grupo das mais antigas instituições nacionais de pesquisa agropecuária: o IAC foi criado em 1887 em Campinas; a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) iniciou suas atividades em 1901 e depois foi incorporada à Universidade de São Paulo (USP); a Escola Agrícola de Lavras, em Minas Gerais, começou em 1908; e a Escola Superior de Agricultura e Veterinária de Viçosa, depois integrada à UFV, é de 1920. Mas nenhuma outra é tão ramificada – são sete unidades centrais, localizadas no Distrito Federal, e 43 espalhadas por todos os estados da federação.

“A Embrapa é uma das grandes obras do governo militar, com uma forte influência dos Estados Unidos”, sustenta o historiador Jefferson Sanches, professor do ensino básico e curso pré-

PLANTAÇÕES COM LIMITES PRECISOS

Método de análise de imagens de satélite facilita o mapeamento de áreas rurais



Imagens do Landsat e mapas do MapBiomass e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) indicam a distribuição de vegetação nativa, cultivos agrícolas e pecuária em Sorriso, MT



- Rodovias
- Áreas urbanas
- Corpos hídricos
- Vegetação nativa
- Algodão
- Feijão
- Milho
- Outros cultivos de sequeiro
- Pastagens cultivadas
- Cana-de-açúcar
- Cultivos agrícolas irrigados

-vestibular na rede pública e privada de Vinhedo e de Jundiaí, no interior paulista. Segundo ele, para o governo militar, o modelo de produção baseado na monocultura, grandes propriedades e empréstimos bancários com juros abaixo da inflação era uma forma de ocupar o Centro-Oeste e de enfraquecer a ideia de que a concentração agrária era um obstáculo para o desenvolvimento econômico e de adiar a reforma agrária.

Em um artigo de novembro de 2022 na *Revista de História*, ele descreve como a Embrapa se formou a partir da articulação entre o governo brasileiro e fundações filantrópicas norte-americanas, entre elas a Rockefeller e a Ford, que se voltavam para o aumento da produção de alimentos depois de contribuírem com financiamento de pesquisas sobre problemas globais de saúde. Segundo ele, a criação da Embrapa se inspirou em experiências anteriores, apoiadas por instituições norte-americanas, de ampliação da produção de arroz nas Filipinas, de trigo no México e de batata no Peru. Desse modo, a Revolução Verde, uma estratégia de aumento da produtividade no campo iniciada nos Estados Unidos na década de 1960, tornava-se global, incentivando o consumo de sementes, fertilizantes e equipamentos produzidos por empresas norte-americanas.

A Embrapa assumiu as funções do Departamento de Pesquisa Agropecuária do Mapa, com a missão de centralizar as investigações científicas e coordenar as empresas estaduais, muitas delas desativadas ao longo dos últimos

anos. Uma das prioridades iniciais foi a implementação da agropecuária na região central do Brasil, coberta pelo Cerrado. Segundo Sanches, o desenvolvimento de novas técnicas reforçou com conhecimento científico a ocupação liderada por experientes agricultores gaúchos e catarinenses que compravam terras a preço baixo. Tornaram-se comuns a correção da acidez do solo com calcário, o plantio direto sobre o solo (sem revolvê-lo, para evitar a perda de nutrientes) e a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio. Sanches indica o ponto inicial das pesquisas que ampliaram a produção agrícola dessa região: a tese de doutorado do sérvio Nikolai Pulchritudoff, apresentada em 1971 na Universidade da Califórnia em Davis, Estados Unidos, descrevendo as carências de minerais no Cerrado e as formas como poderiam ser sanadas.

Sanches define a criação da Embrapa como um sinal do que chama de modernização da permanência, expressão apoiada no conceito de modernização conservadora, criado pelo sociólogo



ESTÍMULO A TECNOLOGIAS DIGITAIS NO CAMPO

Projeto promove o uso de aplicativos entre pequenos e médios produtores rurais

A FAPESP deve anunciar publicamente este mês o projeto multidisciplinar de pesquisa e inovação chamado Centro de Ciência para o Desenvolvimento em Agricultura Digital (CCD/AR)/SemeAR, sediado na Embrapa Agricultura Digital, em Campinas. Seu propósito será ampliar o uso de tecnologias digitais e a conectividade por meio da internet entre pequenos e médios produtores rurais do país.

“Projetos complexos como o SemeAR frequentemente requerem ajustes nos modelos de financiamento”, afirmou Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP. “Nesse caso, solicitamos que o projeto contemplasse algo semelhante a um PMO (project management officer) e dedicamos vários meses ao planejamento e à estruturação do projeto de maneira a aumentar sua chance de sucesso”, explicou.

“Uma das metas é colocar os produtores rurais em contato direto com o mercado, sem intermediários”, comenta Carlos

Américo Pacheco, diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo da FAPESP. “Esse projeto deve ter um impacto grande na melhoria da renda no campo.”

Serão acompanhadas cinco áreas-piloto no estado de São Paulo, uma em Minas Gerais e uma em cada uma das outras quatro regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul). O trabalho já começou em duas, em interação com a associação de produtores, prefeituras e empresas.

A primeira é Caconde, município paulista de quase 20 mil moradores e polo produtor de café, a leste do estado; a outra é São Miguel Arcanjo, ao sul, com cerca de 33 mil habitantes, grande fornecedor de hortifrúteis.

“A tecnologia digital já está na mente de muitos produtores”, observa Sílvia Massruhá, coordenadora do CCD-AR/ SemeAR. Segundo ela, os pesquisadores vão procurar empresas ou desenvolver aplicativos para resolver as demandas dos agricultores e ampliar a conectividade dos pequenos e médios



Sistema de monitoramento climático da Embrapa Agricultura Digital, de Campinas

produtores rurais. Um levantamento de 2021 do Ministério da Agricultura e da Esalq/USP indicou que somente 23% da área rural do país tem acesso à internet. “Todas as cadeias produtivas demandam ferramentas de tecnologia digital”, diz ela. O projeto conta com a participação de cerca de 40 pesquisadores, incluindo outras unidades da Embrapa, o centro de inovação CPQD, o IAC, o Instituto de Economia Agrícola, o Instituto Nacional de Telecomunicações, a Esalq e a UFV.

norte-americano Barrington Moore Jr. (1913-2005). “Foi uma reorganização da produção agrícola sem alterar a base fundiária, valendo-se de uma narrativa fundamentada em ciência e tecnologia, segundo a qual a modernização seria o caminho único e naturalmente benéfico”, comenta. No livro *A modernização dolorosa* (Zahar, 1982), o agrônomo José Graziano da Silva acentua que esse processo ampliou a concentração e as disparidades de renda, o êxodo rural e a exploração da força de trabalho no campo.

O Cerrado tornou-se um dos principais celeiros agrícolas do país, atualmente responsável por 86% da produção de algodão, 50% de soja, 43% de feijão e 34% de carne. A agropecuária se fortaleceu, mas, como resultado ruim da aplicação do paradigma produtivista, avalia-se que 45% da área antes coberta por vegetação nativa tenha sido ocupada pela agropecuária, com perdas da biodiversidade e, ainda, o risco de secarem os rios que nascem no Centro-Oeste e correm para outras regiões do país (*ver entrevista com Mercedes Bustamante em Pesquisa FAPESP nº 324*).

Em 1996, a Embrapa lançou o suíno light, com menos gordura, já na terceira geração; levou a uva e outras frutas para crescer às margens do rio São Francisco; participou do desenvolvimento de boa parte das 140 cultivares de café, em conjunto com outras instituições de pesquisa, e criou métodos de cultivo em meio à floresta, em Rondônia. O portfólio do site institucional da empresa compreende 1.106 produtos ou tecnologias, incluindo a produção de carne com baixos níveis de emissão de dióxido de carbono e metano, gases responsáveis pelo aquecimento global.

Em 50 anos, a Embrapa desenvolveu 72 cultivares de laranja, 53 de pêssego, 44 de videira, 24 de cupuaçu, 22 de banana e de maracujá e 10 de abacaxi e melão – incluindo outras frutas, são 419. Uma das mais recentes, anunciada em outubro, é uma variedade de um fruto típico do Cerrado, o pequi, sem os inconvenientes espinhos.

Base de pesquisas futuras, seus bancos genéticos reúnem cerca de 300 mil amostras de 1.096 espécies de cereais, frutas, raízes, palmeiras e outras, além de 115 mil de sêmen de animais e 70 mil microrganismos. ■

Mudas de cana-de-açúcar geneticamente modificadas com tolerância a herbicida

O dossiê de Pesquisa FAPESP sobre a Embrapa, os projetos e os artigos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

CLIMA



PERIGO NO CÉU E NA TERRA

Chuvas extremas com potencial de gerar grandes desastres, como os do litoral norte paulista, são cada vez mais frequentes em partes do país

Marcos Pivetta

Dados históricos e projeções futuras indicam que chuvas extremas, como as que assolaram o litoral norte de São Paulo durante o Carnaval deste ano e provocaram 65 mortes, não são um fenômeno passageiro ou localizado. São uma variável do novo clima em movimento do século XXI, embalado pelo aquecimento global, que fez a temperatura média do planeta aumentar quase 1,2 grau Celsius (°C) desde os anos 1850. Mas o risco de desastres associados a tempestades não é o mesmo para todos ou em toda parte do país. Ele é maior nas áreas em que se concentra a maior parcela da população, como nas grandes cidades do vasto litoral nacional e nas regiões Sudeste e Sul, e entre as pessoas mais pobres que moram em lugares mais expostos a inundações e deslizamentos de terra.

É um cenário complexo, em consonância com as informações e previsões de uma vasta literatura científica sobre o tema, resumida nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), inclusive no último deles, lançado em 20 de março deste ano. À medida que a temperatura média global for aumentando durante este século, o IPCC projeta elevações na quantidade total de chuvas em grandes parcelas do território brasileiro, como nas regiões Sudeste e Sul, e diminuição no Centro-Oeste, em grande parte do Nordeste e no leste da Amazônia.

Às vezes, uma mesma localidade pode ser alvo, em diferentes meses de um mesmo ano ou em anos distintos, tanto de chuvas extremas como de secas severas. “A maioria dos desastres no Brasil é do tipo hidrológico e geológico e está ligada ao excesso ou falta de chuvas”, comenta o climatologista José Marengo, especialista em mudanças e riscos climáticos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). “São deslocamentos de terra ou enxurradas, ou grandes secas em períodos de estiagem prolongada que aumentam o risco de incêndios e de escassez hídrica.”

O comportamento da pluviosidade no Brasil ao longo das últimas seis décadas retrata essa realidade cheia de nuances. Dados históricos compilados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) indicam que o valor médio da chuva anual acumulada nas áreas situadas abaixo da metade sul dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul aumentou nos últimos 30 anos entre 50 e 250 milímetros (mm). Nessa parte do território nacional foi registrada redução de pluviosidade apenas em uma pontinha do oeste do Rio Grande do Sul, perto da fronteira com o Uruguai e a Argentina. Também houve aumento na média do total anual de chuva acumulada no Espírito Santo, sul de Minas Gerais, sudoeste de Mato Grosso e alguns pontos da Amazônia, sobretudo em sua porção ocidental. Em todo o Nordeste, no centro do Brasil e na parte oriental da Amazônia, houve diminuição no valor da pluviosidade média anual acumulada (*ver mapa na página 53*). Esses valores saltam à vista quando se compara a média das chuvas anuais registradas entre 1991 e 2020 com o período anterior de 30 anos, entre 1961 e 1990.

Desde 1935, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) preconiza a adoção das chamadas normais climatológicas como valores de referência para um determinado parâmetro do clima, como a quantidade mensal ou anual de chuvas ou os valores das temperaturas médias, mínimas ou máximas em uma região. A partir da sucessão de valores registrados em períodos de 30 anos, calcula-se a normal climatológica de um parâmetro para uma localidade. A fórmula tem como objetivo chegar a um valor que sirva de base, como ponto de comparação, para saber se o clima atual está mudando em um certo local ou tem se comportado da forma esperada, ou seja, dentro dos valores da última normal.

Um aumento de 50 ou 100 mm no total de chuva acumulada em uma cidade como São Paulo, onde chove em média, segundo as normais climatológicas, cerca de 1.600 mm por ano, pode não parecer muito. Mas é preciso colocar esse

Grandes cidades litorâneas, como o Rio de Janeiro, estão nas áreas com tendência a ser alvo de mais chuvas extremas

dado em perspectiva. Um mm de chuva registrado equivale a 1 litro de água sobre uma área de 1 metro quadrado. Portanto, um aumento de 50 mm na pluviosidade média anual significa que caíram 50 litros de água a mais do que o esperado sobre uma superfície equivalente a um quadrado com 1 metro de lado. É preciso ainda levar em conta de que forma uma elevação (ou diminuição) de chuvas se distribui ao longo do tempo. Em alguns lugares, a precipitação anual acumulada pode diminuir, mas aumentarem as chuvas extremas. “Um episódio de chuva concentrada de 50 mm pode gerar mais problemas e preocupações do que cinco chuvas de 10 mm distribuídas em dias diferentes”, comenta a meteorologista Danielle Barros Ferreira, do Inmet.

No ano passado, o Inmet divulgou um levantamento que mostra um aumento na ocorrência de dias de chuva forte e concentrada em três capitais brasileiras analisadas. Desde os anos 1990, a cidade de São Paulo, a mais populosa do país, é um caso ilustrativo dessa tendência. A partir de dados coletados sempre em uma mesma estação meteorológica da capital paulista, localizada no Mirante de Santana, na zona norte da metrópole, uma equipe do Inmet contou o número de dias com precipitação elevada, com grande potencial de gerar problemas e eventualmente mortes. Foram contabilizados dias com chuva extrema de três níveis: acima de 50, 80 e 100 mm.

Na década de 1960, houve 40 dias com pluviosidade extrema, 37 acima de 50 mm e três com chuva superior a 80 mm. Mas nenhuma ocorrência de chuva diária ultrapassou os 100 mm. A partir dos anos 1990, sempre foram registrados ao menos 60 dias com chuvas extremas a cada década. Entre 2011 e 2020, apareceu um índi-

cio ainda mais preocupante. Ocorreu uma pequena redução no número de dias com chuvas superiores a 50 mm, mas um aumento expressivo na quantidade de episódios de pluviosidade concentrada dos outros dois níveis. Comparando os resultados da década passada com a anterior (2001 a 2010), houve uma redução discreta na incidência de dias com chuva acima de 50 mm (de 53 para 47), mas um aumento significativo de dias com chuva acima de 80 mm (de 9 para 16 ocorrências) e 100 mm (de 2 para 7).

“Na capital paulista, as chuvas volumosas tendem a ficar mais frequentes”, comenta Ferreira. Um padrão similar de intensificação dos dias de chuva extrema também foi observado em duas capitais situadas em pontos opostos do país, Belém, no Pará, e Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.

A intensidade das chuvas torrenciais no litoral norte paulista em fevereiro passado parece ser um ponto fora da curva mesmo quando se leva em conta o cenário atual de incertezas e extremos climáticos. Na virada de 18 para 19 de fevereiro, várias cidades da região receberam em menos de 24 horas níveis de chuva sem precedentes ou que, segundo as normais climatológicas, só deveriam ocorrer uma vez a cada 100 anos. Os dois casos mais eloquentes se deram nos municípios vizinhos de Bertioga e São Sebastião, onde a precipitação em 24 horas foi equivalente, de acordo com a média histórica, ao que deveria chover ao longo dos meses de janeiro e fevereiro. Em Bertioga, caíram 683 mm de chuva, a maior pluviosidade registrada no país em um intervalo de tempo

Na década passada, em sete dias choveu mais de 100 mm na capital paulista, segundo dados do Inmet



Alagamento no centro da cidade de São Paulo

tão curto. Em São Sebastião, choveu um pouco menos, 627 mm, segundo dados do Cemaden.

Apesar de ter causado grandes estragos materiais e ter desabrigado cerca de 2 mil moradores locais em vários pontos do litoral norte, 64 das 65 mortes verificadas na região ocorreram em São Sebastião. Nesse município, mais pessoas se encontravam em áreas de risco, sujeitas aos efeitos de deslizamentos de terra provocados pelas águas que desceram as encostas da serra do Mar. Em Bertioga, houve muitas áreas alagadas, mas a ocupação humana, marcada pela presença de condomínios de médio e alto padrão, está mais longe das escarpas montanhosas e não houve óbitos.

“Foi uma situação assustadora”, lembra o meteorologista Pedro Leite da Silva Dias, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP). “Até perdermos a eletricidade e o acesso à internet por volta de 1 hora da manhã do dia 19, acompanhei a formação e a disseminação da chuva no site do centro europeu de meteorologia [ECMWF] e pelos dados do Cemaden.” Ao lado da mulher Maria Assunção Faus da Silva Dias, também meteorologista e hoje professora aposentada do IAG-USP, Dias estava hospedado na casa de amigos em uma praia de São Sebastião afetada pelas chuvas e pelo deslizamento de terra, mas onde não houve mortes.

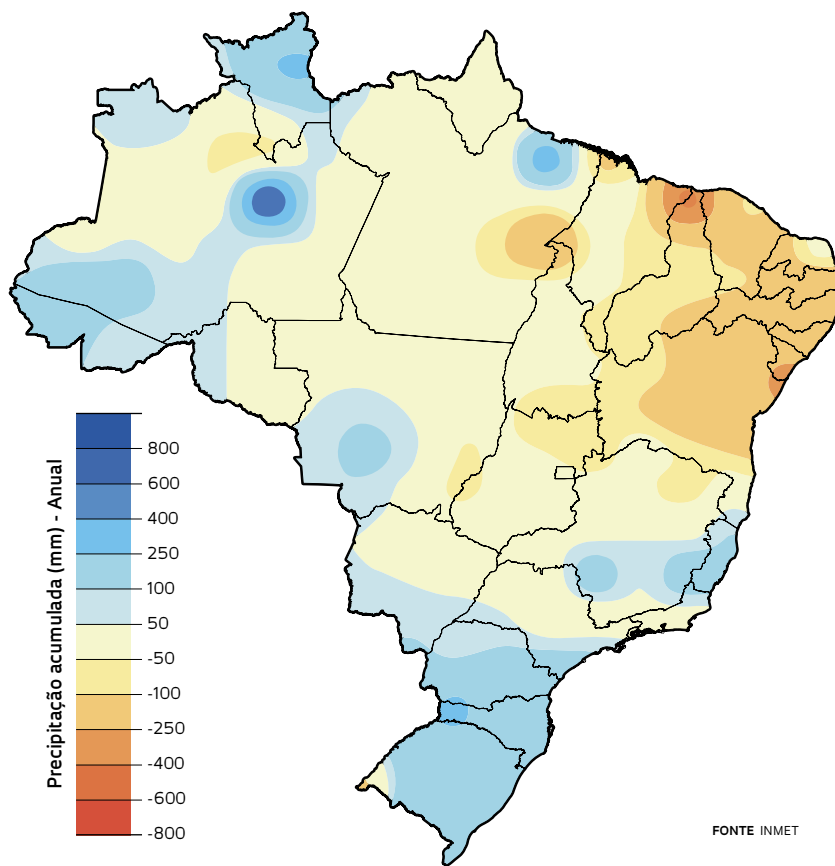
Simultaneamente à chegada de uma intensa frente fria da região Sul, a formação de um pequeno ciclone na costa do litoral, entre a cidade paulista de Ubatuba e a fluminense Paraty, elevou de maneira substancial a intensidade das chuvas entre 18 e 19 de fevereiro. Esse ciclone, pequeno, mas desastroso, relata Dias, apareceu claramente nas imagens do radar do Cemaden e de satélites dos Estados Unidos.

Chuvas intensas são frequentes e esperadas na região de São Sebastião no verão, estação com o maior índice de pluviosidade em boa parte do país. No entanto, os especialistas apontam que houve uma sincronia perfeita, e perversa, que levou ao aprisionamento – ancoramento, no jargão da área – de nuvens carregadas de água sobre um trecho do litoral norte por um período de muitas horas. “Parte dessa chuva poderia ter caído sobre o mar ou se deslocado para outros pontos, mas uma série de fatores conhecidos atuou para que ela tenha ficado parada ali por muito tempo”, diz o pesquisador Pedro Camarinha, especialista em mudanças climáticas e desastres, que trabalha na sala de situação do Cemaden.

Outra parcela da umidade direcionada para o litoral norte veio da maior evaporação de água no oceano Atlântico, que estava ao menos 1 °C mais quente do que o normal. Para completar o

A dança da chuva

Quanto aumentou (*em azul*) ou diminuiu (*em amarelo e laranja*) a pluviosidade anual acumulada durante o período de 1991 a 2020 em relação à média dos 30 anos anteriores



quadro, os ventos de superfície sopraram em uma direção que interagiu com o relevo da serra do Mar. Isso intensificou o chamado efeito orográfico e retroalimentou a formação de chuvas por horas. “Não posso afirmar, com certeza absoluta, que uma chuva dessa magnitude é decorrente do aquecimento global, mas ela é compatível com esse cenário”, pondera Dias.

No caso do litoral norte paulista, as particularidades do município de São Sebastião potencializaram o quadro climático que resultou na tragédia. Lá, boa parte da população pobre está estabelecida em áreas de risco, perto ou nas encostas da serra, há grande desigualdade social e escassez de planos de ação para mitigar os efeitos de chuvas extremas. “Fiz um ranking dos municípios paulistas mais vulneráveis a desastres relacionados a deslizamentos de terra na minha tese de doutorado, que defendi em 2016 no Inpe [Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais]”, diz Camarinha. “Levando em conta múltiplos fatores climáticos e não climáticos, São Sebastião foi classificado como o município em situação mais crítica tanto no tempo presente como nas próximas décadas.” ■



DESASTRES DO FUTURO

Para além de séries históricas, agravamento da crise climática demanda ações que considerem cenário de eventos extremos

Christina Queiroz

Em 1993, o número de desastres geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e geofísicos registrados no estado de São Paulo foi de 297, saltando para 2,8 mil, em 2020. A quantidade de municípios afetados por eventos desse tipo também aumentou, de 25 registros em 1993 para 283, em 2020, conforme dados da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (Semil). Instrumento essencial para combater os efeitos cada vez mais intensos da crise climática, segundo a organização Governos Locais pela Sustentabilidade (Iclei), menos de 50 cidades brasileiras têm planos de adaptação – documento que reúne estratégias governamentais para enfrentar mudanças dessa natureza. Além disso, em São Paulo, os planos diretores dos municípios são elaborados levando em consideração apenas as séries históricas, sem incluir as projeções de mudanças intensas nas características de eventos climáticos previstas para os próximos anos.

O conceito de desastre abarca a ocorrência de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema, custando vidas e causando danos materiais e ambientais, assim como prejuízos econômicos e sociais. No estado de São Paulo, o registro de mortes associadas a desastres começou a ser medido em 1991, ano em que não houve óbitos, segundo dados oficiais do governo. Em 2020, foram registradas 52 mortes e 2009 e 2011 são os anos com a maior quantidade de vítimas fatais, segundo a Semil. Já o total de afetados por essas ocorrências – pessoas feridas, desalojadas ou desaparecidas – chegou a 6,5 mil em 2020 (ver gráfico na página 56). Por sua vez, levantamento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) indica que 2,2 mil cidades brasileiras, com 70% da população concentrada, são vulneráveis a desastres climáticos relacionados a chuvas extremas. Ubatuba e São Sebastião, no litoral de São Paulo, fazem parte dessa lista.

Ao considerar que, até 2050, 68% da população mundial viverá em cidades, conforme projeção do relatório de 2002 da Organização das Nações Unidas (ONU), a engenheira química Jussara de Lima Carvalho, da Semil, afirma que mu-

nicipios que mais tendem a crescer são os de médio porte de países em desenvolvimento, caso do Brasil. “A mudança climática seguirá causando impactos no ambiente e traz um cenário futuro de eventos cada vez mais extremos. É preciso enxergar o momento atual como oportunidade e repensar o desenvolvimento de ambientes urbanos”, sustenta Carvalho.

Apesar de poucas ações terem saído do papel, o Brasil conta com instrumentos para apoiar gestores estaduais e municipais na criação de estratégias. Um deles é o Plano Nacional de Adaptação (PNA), instituído em 2016 com a proposta de reduzir a vulnerabilidade nacional à mudança do clima. O documento nacional oferece orientação a governos para realizar a gestão de risco em 11 setores diferentes, entre eles agricultura, zonas costeiras, biodiversidade. “Porém o PNA não tem força de lei. Com isso, o desenvolvimento de ações fica a critério de estados e municípios”, explica o engenheiro civil Ivan Carlos Maglio, do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP). Ele informa que as primeiras iniciativas brasileiras para combater os efeitos da crise climática envolveram ações de controle das emissões de gases de efeito estufa, tendência que mudou, sobretudo, a partir de 2015, quando estudos científicos evidenciaram a necessidade da adoção de medidas de adaptação a esses efeitos. Um marco dessa mudança foi a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP) realizada naquele ano, segundo Gabriela Marques Di Giulio, docente da Faculdade de Saúde Pública da USP. “A partir do momento em que os efeitos se materia-

lizaram com mais força no cotidiano das cidades, os debates internacionais passaram a buscar estratégias para reduzir perdas e danos associados à crise do clima”, detalha.

No estado paulista, o marco inicial das políticas para gestão de riscos e desastres foi um plano preventivo elaborado pela Defesa Civil em 1989, para controlar deslizamentos na serra do Mar em Santos, Cubatão, Guarujá e São Vicente. Em 2009, a Lei nº 13.798 instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Em 2022, o estado aprovou e publicou o *Plano de ação climática 2050*, que contou com contribuições de pesquisadores associados ao programa Biota Síntese, financiado pela FAPESP e que também envolve integrantes do governo estadual. “Propusemos estratégias para promover a restauração ecológica no estado em áreas urbanas e nas chamadas áreas periurbanas”, diz a pesquisadora.

De acordo com Di Giulio, essas zonas periurbanas, que respondem por 3% da área total do estado, são muito vulneráveis a impactos climáticos devido ao desmatamento, à pressão imobiliária e às ocupações irregulares. “Ao mesmo tempo, elas apresentam grande potencial para prestar serviços ecossistêmicos”, afirma. Serviços ecossistêmicos são benefícios que o ser humano pode obter da natureza a partir do funcionamento de ecossistemas.

De acordo com o geólogo Claudio José Ferreira, da Semil, atualmente, cerca de 100 municípios fizeram o mapeamento de riscos em seus territórios e todo o estado tem pelo menos uma avaliação regional. “O desafio, agora, é incorporar as projeções climáticas nesses mapeamen-



Vítimas em São Sebastião próximas a casas afetadas por enchentes e deslizamentos de terra

tos. Estamos apoiando algumas cidades na elaboração de planos de adaptação com esse novo enfoque”, informa.

Como parte das iniciativas, em 2020 foi criado o programa Municípios Paulistas Resilientes, que, em 2022, ofereceu treinamentos para a criação de planos de adaptação a 12 cidades, entre elas Americana, Embu das Artes e Ubatuba. “Um dos pontos centrais dessas oficinas foi evidenciar a importância de os gestores incorporarem, em suas políticas públicas, cenários futuros às mudanças climáticas, que incluem o aumento da temperatura da Terra e a maior incidência de chuvas até 2050. As séries históricas não são mais suficientes para o desenho de ações efetivas”, ressalta

Carvalho. Oito das cidades participantes e a Região Metropolitana da Baixada Santista finalizaram o desenvolvimento de planos de adaptação incorporando essas diretrizes.

Por outro lado, Ferreira menciona os planos diretores instituídos pela Constituição Federal de 1988 e regulamentados pela Lei nº 10.257, de 2001. De acordo com ele, hoje, diversos municípios incluem a gestão de riscos em seus planos diretores, como é o caso de Mogi Mirim, que acaba de reformular o seu. “No entanto, as cidades têm incorporado a análise de risco considerando medi-

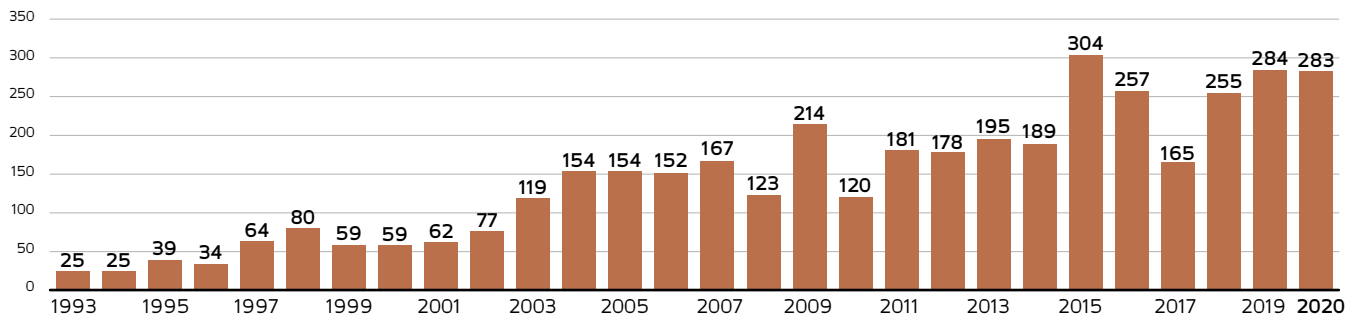
das climatológicas até 2020, o que não é suficiente para lidar com os eventos extremos previstos em projeções”, alerta. Ao destacar a urgência do investimento em políticas públicas que considerem cenários futuros, o geólogo diz que, na década de 1990, os desastres ambientais afetavam principalmente a região da serra do Mar. Nos últimos dois anos seus efeitos foram sentidos em mais de 500 cidades em todo o estado, que passaram a enfrentar erosão, inundação, deslizamento e alagamento.

Maglio, da USP, afirma que São Sebastião não conta com um plano de adaptação, mas seu novo plano diretor, aprovado em 2021, prevê a transformação de 101 núcleos de ocupação irregular

Crise climática atinge as cidades

Municípios do estado de São Paulo com desastres geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos e geofísicos

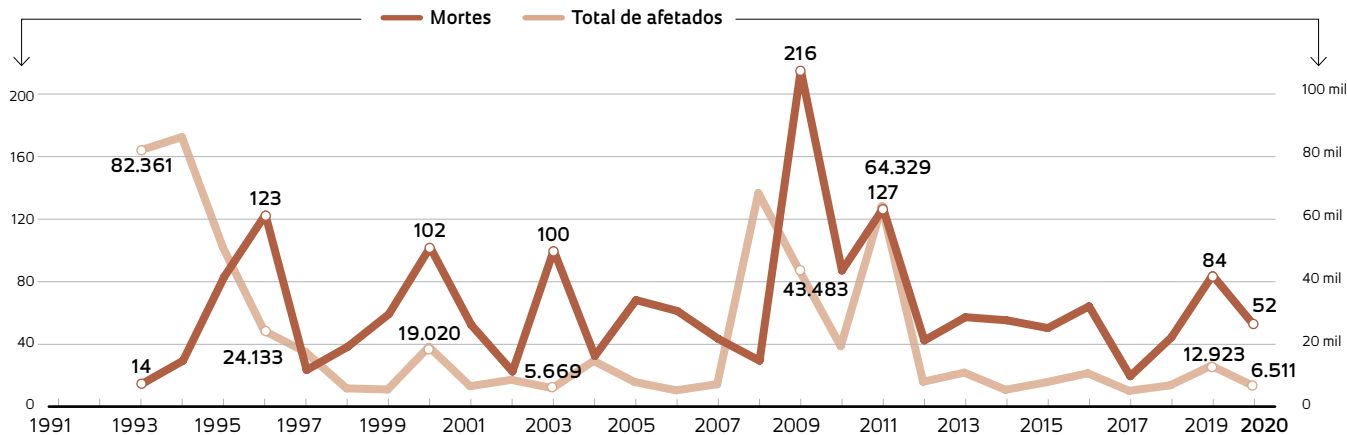
NÚMERO DE CIDADES AFETADAS



FONTE SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SEMIL)

As vítimas da crise climática

Desaparecidos, feridos, desabrigados, desalojados e mortos em desastres



FONTE SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SEMIL)

em Zonas Especiais de Interesse Social (Zeis). O engenheiro, que atuou como consultor na elaboração do documento, explica que o plano diretor utilizou dados de 2017 para aferir riscos geotécnicos, prevendo que as Zeis, com uma população de cerca de 25 mil pessoas, devem ser palco de ações emergenciais para evitar a ocorrência de desastres. “O documento não foi desenvolvido considerando prognósticos. As vulnerabilidades dessas áreas a escorregamentos e inundações são mais intensas quando analisamos cenários futuros”, alerta, citando os planos de adaptação de Santos, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador como exemplares no sentido de incorporar projeções.

LIÇÕES DE BANGLADESH

Apesar de reconhecer que o atraso em agendas de adaptação é comum em cidades de todo o mundo, o economista e sociólogo Pedro Roberto Jacobi, da USP, avalia que falta no Brasil a disseminação de uma cultura de prevenção. “Municípios brasileiros em regiões de vulnerabilidade deveriam investir, por exemplo, em sistemas de alerta, como forma de se antecipar à ocorrência de eventos extremos”, defende Jacobi, também presidente do Iclei para a América do Sul. Tomando como referência outras cidades do Sul Global que lidam com efeitos da crise climática, Jacobi menciona o caso de Bangladesh, cujas tempestades periodicamente “fazem metade do país desaparecer embaixo das águas”. Nesse sentido, o sociólogo Pedro Henrique Campello Torres, que desenvolve pesquisa de pós-doutorado no IEA-USP, com financiamento da FAPESP, explica que a passagem de ciclones e tempestades pelo país, localizado no sul da Ásia, costumava causar um elevado número de óbitos, como no caso do ciclone Bhola, que, em 1970, resultou em mais de 300 mil mortes. Desde então, a nação tem investido em ações de prevenção e redução de riscos e desastres e a quantidade de mortes foi reduzida 100 vezes.

Nos últimos dois anos, cerca de 7% do orçamento de Bangladesh foi destinado para combater os efeitos das mudanças climáticas. O país dispõe hoje de 14 mil abrigos, que permitem alojar emergencialmente cerca de 2,4 milhões de pessoas, 50 estações meteorológicas e um sistema de alertas que dissemina avisos



Vendedor de bananas em rua inundada depois de fortes chuvas registradas em 2022 na cidade de Sylhet, em Bangladesh

em mesquitas, pelo rádio, televisão e por mensagens de texto e que conta com uma rede de voluntários, que faz a comunicação de casa em casa. Além disso, as discussões sobre riscos climáticos estão nos currículos escolares. Apesar dos avanços, Torres enfatiza que o país segue enfrentando dificuldades para recompor sua infraestrutura depois de tempestades.

Voltada à análise dos efeitos de longo prazo de acontecimentos funestos, assim como seus impactos na configuração social de territórios, a sociologia do desastre é um campo de estudos que se configurou na década de 1970 em países da Europa e nos Estados Unidos, ganhando espaço no Brasil a partir dos anos 1990. Uma das precursoras, a economista Norma Valencio, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), destaca que os aportes dessa vertente de análise são essenciais no contexto atual de agravamento da crise climática. “Nos últimos 15 anos, as políticas públicas de gestão de desastres se pautaram no conhecimento produzido por campos como o da geologia, geografia física, meteorologia e climatologia, que não colocam em primeiro plano o entendimento, num largo espectro temporal, da estrutura e dinâmica social das localidades suscetíveis a riscos ou afetadas”, avalia.

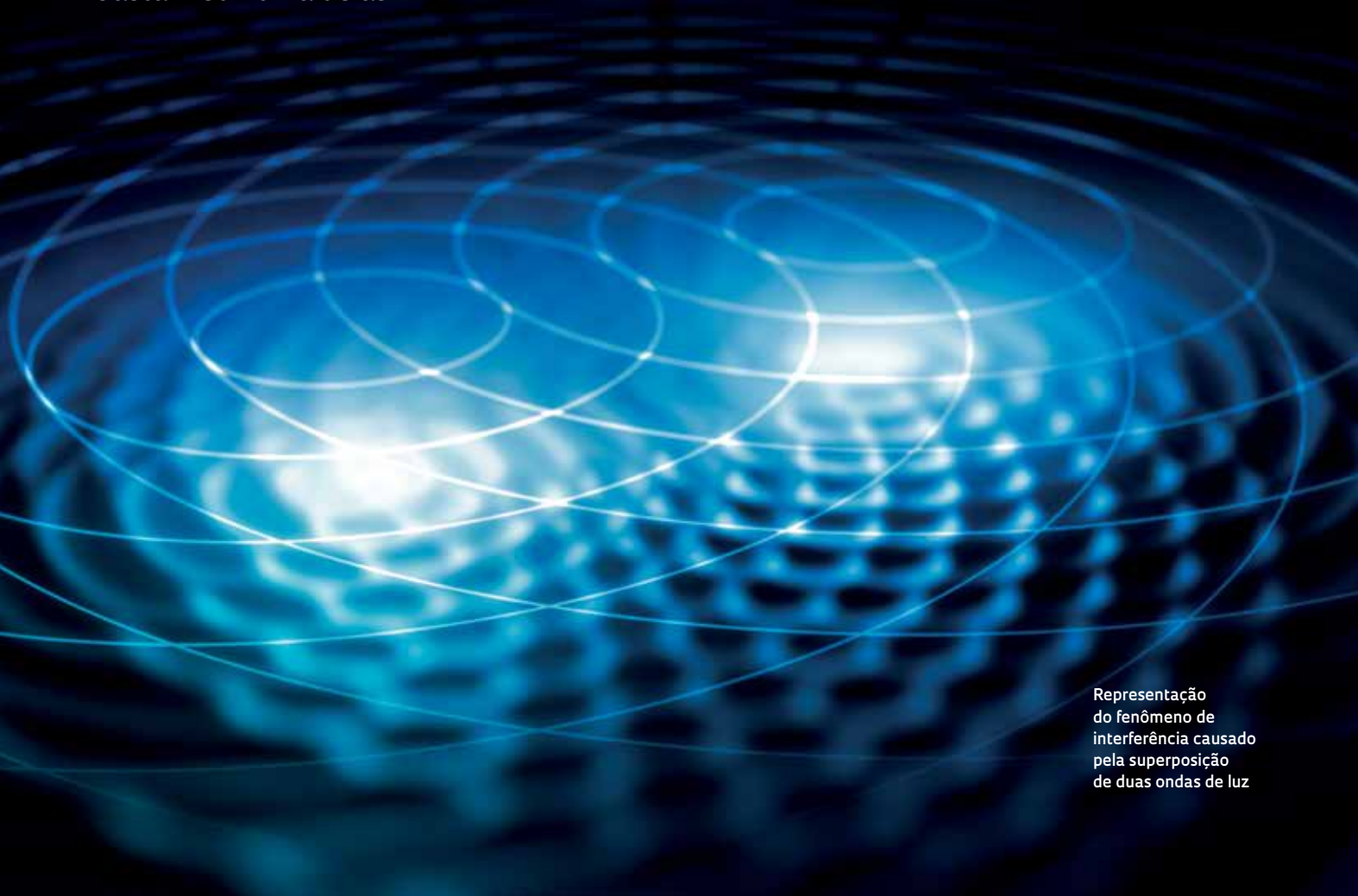
Segundo Valencio, a sociologia do desastre também tem se dedicado a analisar a influência que a racionalidade militar exerce sobre a forma como a principal instituição envolvida em eventos

dessa ordem lida com eles: as defesas civis brasileiras. Desde que foi criado, na década de 1990, o sistema de defesas civis do país delega postos de comando a policiais, bombeiros ou agentes da reserva das Forças Armadas. “As relações hierárquicas de mando e obediência, que balizam o universo militar, tensionam o repertório cultural local bem como os modos de sociabilidade de comunidades atendidas”, diz. Ao investigar a situação de abrigos na região serrana do Rio de Janeiro depois dos temporais de 2011, que deixaram mais de 900 pessoas mortas, o sociólogo Victor Marchezini, do Cemaden, observou como o toque de recolher e a presença de policiais armados geraram insegurança entre os desabrigados, especialmente entre as mulheres, que tinham medo de sofrer assédio sexual. Marchezini coordenou pesquisa sobre defesas civis em 1.993 municípios brasileiros, identificando a precariedade de recursos financeiros e humanos que caracteriza essas instituições (ver “*As causas pouco lembradas das inundações*”, disponível no site da revista). “Nesse estudo, constatamos que menos de 10% das defesas civis contavam com núcleos comunitários e que 80% de seus agentes eram do sexo masculino”, informa o sociólogo. Marchezini sustenta que a proximidade com comunidades é fundamental para a interpretação de dados meteorológicos, que precisam ser contextualizados conforme diferentes realidades. ■

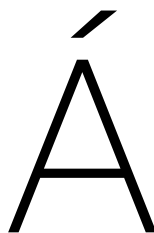
Os projetos e os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.

QUANDO UM SÃO DOIS

Para confirmar que um par de partículas de luz está conectado por uma ligação quântica denominada emaranhamento, basta medir uma delas



Representação do fenômeno de interferência causado pela superposição de duas ondas de luz



Área contraintuitiva e desafiadora da lógica que rege as interações no mundo macroscópico da física clássica, a mecânica quântica descreve o comportamento da matéria e da luz na escala do átomo e das partículas subatômicas.

Uma de suas propriedades mais estranhas e, ao mesmo tempo, definidoras é o emaranhamento quântico. Nesse estado, duas (ou mais) partículas se comportam como se fossem uma entidade única, entrelaçada, ainda que estejam separadas por qualquer distância. O resultado de medições feitas em uma partícula está correlacionado com o valor obtido para a outra.

Um artigo publicado no início de março na revista científica *Physical Review Letters* indica que é possível determinar se um sistema composto por duas partículas de luz (fótons) está emaranhado, mesmo quando se realiza medições em apenas uma dessas partículas. No trabalho, são apresentados um método experimental e os conceitos teóricos que permitem realizar esse tipo de aferição.

O estudo foi coordenado pelo austríaco Anton Zeilinger, da Universidade de Viena, um dos três ganhadores do Prêmio Nobel de Física de 2022 por suas pesquisas na área de emaranhamento quântico. A física Gabriela Barreto Lemos, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que fez um estágio de pós-doutorado no grupo de Zeilinger na década passada, é a primeira autora do estudo. “Nosso método é útil para ser usado em situações em que, por algum motivo, não há um detector disponível ou eficiente para medir o estado de uma das partículas emaranhadas”, comenta Lemos.

O entrelaçamento é um fenômeno tão espetacular quanto frágil. A conexão misteriosa que mantém duas partículas, como fótons ou elétrons, correlacionadas pode se desfazer devido a interações com as mais diversas variáveis do ambiente, como flutuações de temperatura, ações de outras partículas ou perturbações mecânicas. Por isso, é importante ter certeza se há realmente emaranhamento em sistemas criados pelo homem no mundo real, fora das condições idealizadas pela teoria. “Os resultados desse novo estudo podem ser úteis, por exemplo, para o desenvolvimento de protocolos de certificação de sistemas de criptografia quântica”, diz o físico Roberto Serra, da Universidade Federal do ABC (UFABC), que não participou do estudo.

O primeiro passo do trabalho experimental conduzido pelo físico austríaco e pela brasileira consiste no uso de duas fontes idênticas, compostas de um laser e de um cristal, para produzir fótons. Cada fonte gera, em momentos distintos, um par de fótons, alfa e beta, que exibe uma propriedade fundamental da mecânica quântica conhecida como superposição de estados. Ou seja, cada partícula se encontra, a um só tempo, em dois estados diferentes até que seja realizada uma medição nela. Quando isso é feito, a partícula assume um dos estados possíveis.

No experimento, essa superposição significa que cada par de fótons, independentemente de ter sido produzi-

do pela fonte um ou dois, comporta-se como se tivesse nascido de ambos os cristais. O fóton alfa proveniente da segunda fonte tem propriedades quânticas idênticas e se propaga pelo mesmo trajeto percorrido pelo alfa emitido pelo primeiro cristal. A situação do fóton beta é ligeiramente diferente. Dependendo de onde foi gerado, se na primeira ou na segunda fonte, cada partícula beta, a despeito de sua enorme similaridade, percorre um caminho de propagação distinto. Esses dois trajetos díspares podem ser combinados com um aparato óptico e, assim, gerar um padrão característico de ondas que pode ser observado em um detector.

Esse padrão é o registro da chamada interferência quântica e, no experimento, decorre da combinação dos possíveis caminhos que podem ser percorridos pelos fótons beta se gerados na primeira ou na segunda fonte. Ele serve para confirmar se há emaranhamento no sistema e qual é o grau dessa correlação, se forte, média ou fraca. A resposta é obtida sem nenhum fóton alfa ter sido detectado. “Usar o padrão de interferência quântica para verificar se há emaranhamento no sistema é uma sacada genial”, diz o físico Marcelo Martinelli, da Universidade de São Paulo (USP), que não tem participação no estudo.

A abordagem só é possível devido à natureza dual da luz, que é, ao mesmo tempo, uma partícula e uma onda. No experimento de Lemos e Zeilinger, a combinação de dois caminhos possíveis para o fóton beta resulta em um novo padrão de onda. De acordo com as propriedades da onda original do fóton beta, essa interação, ou interferência para usar o jargão dos físicos, pode produzir uma onda final maior, amplificada, ou menor, reduzida ou até mesmo inexistente. Esse fenômeno quântico é similar às oscilações criadas por pedras atiradas contra a superfície de um lago, que, ao interagir, podem amplificar ou cancelar as ondas iniciais.

“Nesse novo trabalho, usamos uma abordagem similar à que empregamos em um estudo de 2014 que gerou a imagem de um objeto sem usar as partículas de luz que tinham entrado em contato com ele”, conta Lemos. No estudo de nove anos atrás, também feito com a equipe de Zeilinger e publicado na revista *Nature*, os físicos criaram um par de fótons emaranhados, um com comprimento de onda infravermelho e outro correspondente à cor vermelha (ver Pesquisa FAPESP nº 224). Apenas os fótons infravermelhos interagiram com a silhueta recortada de um gato em um pedaço de cartolina. No entanto, foram os fótons de cor vermelha que foram detectados e produziram a imagem do felino. Por estarem entrelaçados, os fótons infravermelhos, que nunca foram detectados, “transmitiram” as informações sobre a imagem para seus irmãos de cor vermelha. ■

Marcos Pivetta

Artigos científicos

LEMOS, G. B. *et al.* One-photon measurement of two-photon entanglement. *Physical Review Letters*. v. 130, n. 9. 3 mar. 2023.

LEMOS, G. B. *et al.* Quantum imaging with undetected photons. *Nature*. v. 512, n. 7515. 28 ago. 2014.

SAÚDE



ACESSO DESIGUAL

Pessoas LGBT+ tendem
a realizar menos exames
preventivos do que indivíduos
cisgênero heterossexuais

Giselle Soares | ILUSTRAÇÃO Efe Godoy

Um estudo publicado em janeiro de 2023 na revista científica *Clinics* aponta que pessoas LGBTQ+ tendem a realizar menos exames preventivos do que indivíduos cisgênero heterossexuais. O trabalho analisou dados fornecidos por 6.693 brasileiros com 50 anos ou mais de todas as macrorregiões do país, dos quais 1.332 eram LGBTQ+. As pessoas responderam a um questionário confidencial on-line entre agosto de 2019 e janeiro de 2020. Pouco mais de dois terços dos participantes eram mulheres. Enquanto 74% das mulheres heterossexuais que participaram da pesquisa relataram ter realizado pelo menos uma mamografia na vida, apenas 40% das lésbicas e bissexuais disseram ter feito o exame. A proporção de mulheres LGBTQ+ que se submeteram a exames preventivos contra o câncer de colo do útero, como o Papanicolau, também foi menor do que entre o público não LGBTQ+, respectivamente de 39% e 75%. Essa mesma tendência se verificou na realização de exames para detectar o câncer colorretal: 50% dos participantes LGBTQ+ e 57% dos respondentes não pertencentes a esse grupo tinham passado por esse rastreio.

Para o geriatra Milton Crenitte, coordenador do Ambulatório de Sexualidade da Pessoa Idosa do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (USP), os profissionais dos serviços de saúde desconhecem as particularidades da saúde da população LGBTQ+. “A população idosa demanda mais cuidados na área da saúde, como exames preventivos. Mas muitas pessoas LGBTQ+ evitam procurar os serviços de saúde, seja porque tiveram alguma experiência prévia negativa ou por terem medo de discriminação”, explica o médico, principal autor do estudo.

Um trabalho publicado em 2018 na revista *Epidemiologia e Serviços de Saúde* aponta que mulheres que fazem sexo com mulheres eram menos propensas a realizar consulta anual com um ginecologista. Por meio de um questionário on-line, 582 mulheres com esse perfil participaram do estudo, coordenado pela ginecologista Andréa Cronemberger Rufino, da Universidade Estadual do Piauí (Uespi). Segundo Rufino, as participantes da pesquisa que se consultavam periodicamente com um médico recebiam menos orientações sobre infecções sexualmente transmissíveis desses profissionais da saúde do que seria o recomendado.

A ginecologista destaca que, ao não procurarem os serviços de saúde, as mulheres LGBTQ+ perdem uma janela de oportunidade para o diagnóstico de várias doenças evitáveis, como câncer de colo do útero, endométrio, de mama e ovários. “Além disso, elas deixam de controlar fatores de risco importantes para o aparecimento de doenças

cardiovasculares, como tabagismo, obesidade e consumo de álcool, e não têm acesso a cuidados na área da saúde mental”, comenta Rufino.

Ainda em relação à abordagem profissional para pessoas LGBTQ+, o psicólogo Breno de Oliveira Ferreira, da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), cita diversos obstáculos no acesso e na assistência ofertada pelos serviços de saúde. Ele coordenou uma pesquisa qualitativa que registrou o relato oral de 32 profissionais que atuam em Unidades Básicas de Saúde (UBS) de Teresina, no Piauí. De acordo com Ferreira, que publicou o estudo em 2021 na revista *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*, os profissionais da saúde demonstraram despreparo para lidar com especificidades da população LGBTQ+, apesar de alguns terem longa experiência.

“Alguns profissionais baixavam a cabeça, mudavam de assunto ou fingiam que não tinham ouvido quando um paciente falava de práticas sexuais não normativas. Outros nem anotavam esse tema no prontuário”, afirma o psicólogo. “Essas questões, que são tão importantes, acabam sendo negligenciadas e o atendimento não é humanizado.”

Com o objetivo de garantir maior equidade no Sistema Único de Saúde (SUS), o Ministério da Saúde instituiu, em dezembro de 2011, a Política Nacional de Saúde Integral de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis e Transexuais. Crenitte, porém, argumenta que, passados quase 12 anos, ainda existem muitas dificuldades de implementação dessa iniciativa em vários níveis. Uma das poucas instituições dedicadas à atenção de idosos LGBTQ+ no país é a organização não governamental EternamenteSOU, fundada em 2017, em São Paulo, que oferta serviços e projetos voltados ao atendimento psicossocial desse público.

De acordo com dados da Pesquisa do Orgulho, divulgada em 2022 pelo Instituto Datafolha em parceria com a empresa Havaianas e a organização não governamental All Out, mais de 15,5 milhões de pessoas no Brasil pertencem à comunidade LGBTQ+, equivalente a 9,3% da população com mais de 16 anos. Desse contingente, 12% têm 60 anos ou mais. Apesar das conquistas obtidas nos últimos anos, esse grupo tende a sofrer um preconceito duplo no atendimento à saúde, em razão da idade e da sexualidade. ■

Artigos científicos

CRENITTE, M. R. F. *et al.* Transforming the invisible into the visible: Disparities in the access to health in LGBTQ+ older people. *Clinics*. v. 78. jan. 2023.

FERREIRA, B. O e BONAN, C. Vários tons de “não”: Relatos de profissionais da Atenção Básica na assistência de lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais (LGBT). *Interface – Comunicação, Saúde, Educação*. n. 25. 2021.

RUFINO, A. C. *et al.* Práticas sexuais e cuidados em saúde de mulheres que fazem sexo com mulheres: 2013-2014. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. v. 27, n. 4. nov. 2018.

CONTRA O CÂNCER CAUSADO PELO HPV

Candidata a vacina eliminou tumores de camundongos e manteve os animais livres da doença

Ricardo Zorzetto

Uma vacina que, em vez de impedir a infecção por vírus, seja capaz de tratar certas formas de câncer provocadas por eles pode estar a caminho. Um estudo publicado em março na revista *Science Translational Medicine* apresenta resultados animadores dos testes em animais de um candidato a imunizante para combater tumores causados pela infecção crônica por HPV, o vírus do papiloma humano, transmitido por contato sexual e responsável por formas de câncer muito comuns, como o de colo do útero.

Elaborada em uma parceria entre pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos, a potencial vacina usa a mesma tecnologia à base de RNA mensageiro (mRNA) empregada pela Pfizer/BioNTech na produção do imunizante contra a Covid-19 e integra a categoria dos chamados imunizantes terapêuticos. Eles são produzidos com o objetivo de estimular o sistema de defesa a eliminar as células

já doentes, e não de evitar a infecção pelo HPV, como as vacinas preventivas disponíveis hoje em vários países.

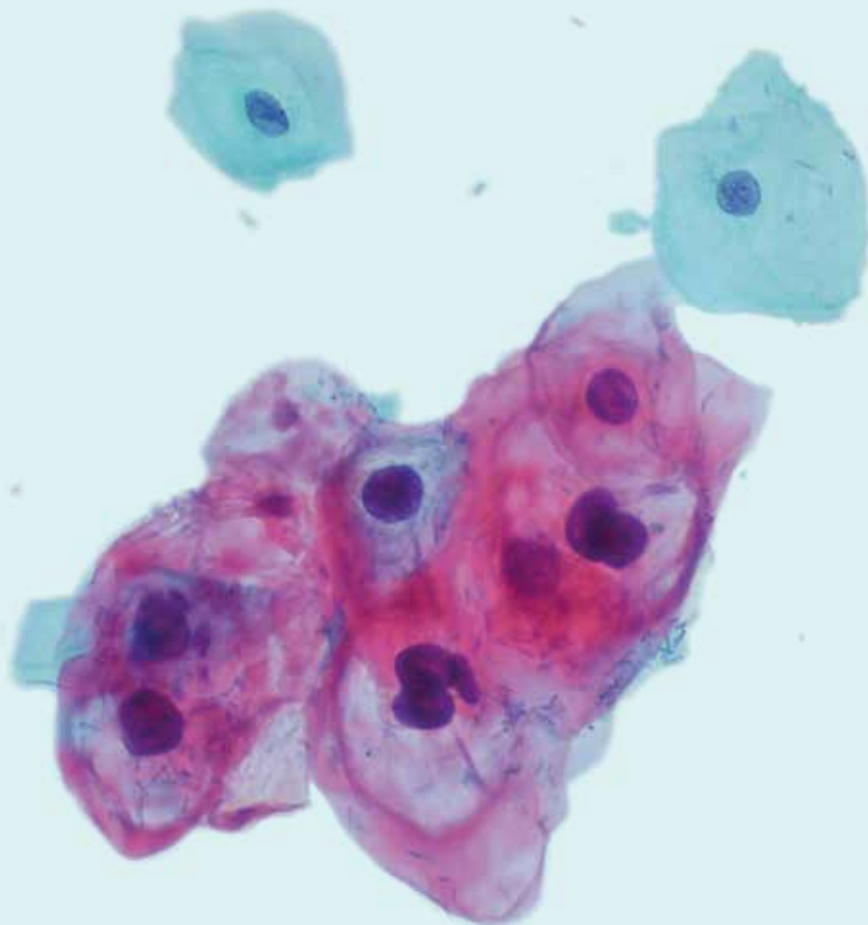
Nos experimentos com camundongos, a nova candidata a vacina terapêutica, com uma única dose, livrou os animais de tumores localizados em diferentes regiões do corpo e até em estágios avançados de desenvolvimento. Os resultados são animadores, mas ainda deve levar algum tempo até que a formulação se torne disponível para uso em humanos.

Durante o doutorado orientado pelo microbiologista Luís Carlos de Souza Ferreira, da USP, a biotecnóloga Jamile Ramos da Silva realizou um estágio de pesquisa no grupo liderado pelo bioquímico húngaro Norbert Pardi, na Pensilvânia, e participou do desenvolvimento de três formulações que usam a molécula de mRNA para ensinar o sistema de defesa a reconhecer e atacar as células infectadas pelo HPV.

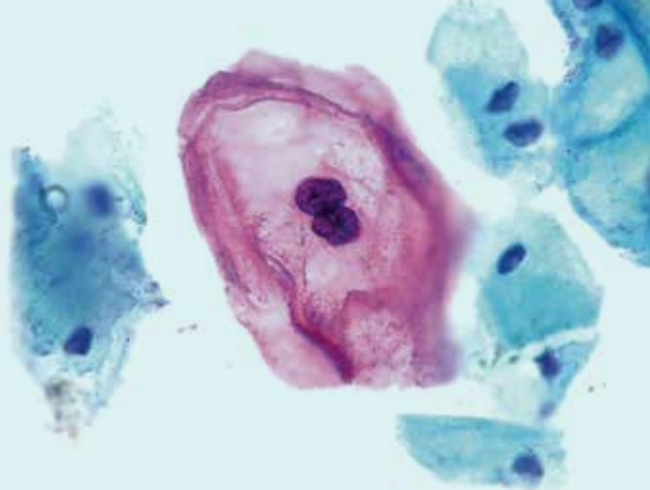
Uma das formulações aplicada aos roedores usava a molécula de RNA como é naturalmente encontrada nos seres vivos – formada por sequência das bases

nitrogenadas adenina (A), citosina (C), guanina (G) e uracila (U) – e incapaz de se multiplicar espontaneamente no interior das células. Chamada de RNA não modificado e não replicante, essa versão da molécula costuma causar uma inflamação mais intensa, desejável para combater células tumorais, mas potencialmente fatal se for excessiva, porque atinge também o restante do organismo. A segunda versão do candidato a imunizante empregou uma molécula de RNA modificado e não replicante, a mesma estratégia adotada em algumas vacinas contra a Covid-19. Nela, a uracila é substituída por uma molécula sintética, o que ajuda a reduzir a inflamação. A terceira formulação era à base de RNA contendo um trecho especial que o torna autorreplicante, capaz de produzir cópias de si próprio no interior das células. Esse mecanismo permite aumentar a síntese de proteínas que ativam as células de defesa contra o tumor usando concentrações mais baixas do material genético.

Em todas as formulações, a molécula de RNA continha a receita para a fabri-



Células do colo do útero
sadias (azuis) e com
alterações desencadeadas
pela infecção por HPV (rosa)



cação de duas proteínas: a E7 do HPV, que permanece exposta na superfície das células tumorais infectadas pelo vírus; e a glicoproteína D, que compõe a camada externa do vírus do herpes. “A primeira sinaliza para o sistema de defesa as células a serem destruídas, enquanto a segunda intensifica a resposta imunológica”, explica Ferreira, um dos coordenadores da pesquisa.

Protegidas por uma camada de lipídios, que impedem a destruição antes da entrada nas células, as moléculas de RNA contendo as informações das duas proteínas foram testadas em quatro dosagens – cada uma delas administrada em uma única aplicação intramuscular – contra tumores de diferentes tamanhos e localização.

Em um dos experimentos realizados no Laboratório de Desenvolvimento de Vacinas do Instituto de Biociências da USP, Ramos da Silva implantou células tumorais sob a pele de camundongos e os separou em três grupos: um recebeu uma injeção da formulação contendo RNA não modificado e não replicante, outro a de RNA modificado não replicante e um terceiro a de RNA autorreplicante.

As três versões evitaram o desenvolvimento do câncer, mas as duas últimas foram mais eficientes. Todos os animais tratados com o imunizante à base de RNA modificado ou de RNA autorreplicante ficaram totalmente livres do tumor e assim permaneceram pelos 70 dias em que foram acompanhados (um camundongo vive cerca de mil dias). Entre os que receberam o RNA não modificado, a taxa de sobrevivência foi de 80%. No grupo de controle, que recebeu um composto inócuo (placebo), todos desenvolveram câncer e tiveram de ser sacrificados em um mês. Análises mostraram que essas formulações à base de RNA ativam os linfócitos T do tipo CD8, que identificam as células tumorais con-

tendo o HPV e as destroem causando perfurações em sua membrana.

Em um teste que simula a recidiva da doença, algo frequente em muitas formas de câncer, Ramos da Silva voltou a implantar células tumorais nos roedores 90 dias após a dose do imunizante. Novamente, as formulações baseadas em RNA modificado e RNA autorreplicante também evitaram que os animais adoecessem, enquanto a imunização com a molécula de RNA não modificado e não replicante protegeu apenas metade deles. Já quando os tumores foram implantados em regiões distintas do corpo, na vagina ou na língua, simulando onde ocorrem alguns cânceres causados por HPV, a formulação de RNA não modificado e a de RNA autorreplicante se saíram melhor e levaram à regressão em 100% dos casos. Os dados estão no artigo da *Science Translational Medicine* e foram apresentados por Ramos da Silva em 2 de março no encontro anual da Associação Norte-americana para o Avanço da Ciência (AAAS), realizado na cidade de Washington.

Mesmo contra a doença em estágio avançado, os candidatos a imunizante à base de RNA se saíram bem com apenas uma aplicação. Permitiram que 60% dos animais se livrassem completamente do câncer – e assim permanecessem por um longo período.

Todas as formulações à base de RNA geraram resultados muito superiores aos obtidos com outras duas tecnologias de vacina avaliadas nos experimentos: uma em que se usava uma molécula de DNA contendo a receita da E7 e da glicoproteína D, e outra em que uma molécula híbrida purificada das duas proteínas era inoculada diretamente nos animais. “As formulações à base de RNA, mesmo

em doses muito baixas, se mostraram incomparavelmente melhores”, afirma Ferreira.

Apesar dos resultados animadores, ainda deve levar anos até que uma vacina terapêutica esteja disponível para a população. Antes disso, são necessários mais experimentos com animais para avaliar a eficácia e a segurança das formulações e conseguir produzi-las seguindo as boas práticas de fabricação, exigidas pelas agências sanitárias.

O esforço se justifica. “Alcançar uma vacina terapêutica eficaz contra os tumores provocados pelo HPV será revolucionário para o tratamento de cânceres nos órgãos genitais, em especial o de colo de útero em estágio avançado, que evoluiu pouco nos últimos 20 anos”, afirma o oncologista Glauco Baiocchi, diretor do Departamento de Ginecologia Oncológica do A.C.Camargo Cancer Center, em São Paulo. Associado em mais de 95% dos casos à infecção por HPV, esse tipo de tumor costuma ser combatido por meio de cirurgia e radioterapia.

As duas vacinas hoje disponíveis – a Gardasil, produzida pela empresa farmacêutica Merck, e a Cervarix, da GlaxoSmithKline – são eficientes, mas agem de forma profilática. Elas estimulam a produção de anticorpos que aderem ao vírus e evitam que penetrem nas células, prevenindo, assim, o desenvolvimento de cânceres genitais (colo do útero, vagina, pênis e ânus) ou de cabeça e pescoço (boca e garganta). “Esses imunizantes previnem quase 100% desses tumores, mas apenas para quem nunca teve contato com o HPV”, conta Baiocchi. Por essa razão, eles têm de ser administrados em crianças e adolescentes, antes do início da vida sexual. ■

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

DEFESA NATURAL CONTRA CHAGAS

Alteração genética capaz de proteger pessoas da doença se espalhou há cerca de 7,5 mil anos entre povos nativos da Amazônia

Ricardo Zorzetto

A maioria dos indivíduos Arara, Gavião, Karitiana, Suruí e de outras oito etnias da Amazônia trazem em seus corpos uma característica genética particular que aparentemente os protege da doença de Chagas. Ao menos oito em cada 10 pessoas dessas populações são portadoras de uma sutil alteração no genoma que tem o potencial de reduzir a capacidade de o protozoário *Trypanosoma cruzi* – o parasita unicelular causador da enfermidade – invadir as células do organismo e provocar a doença. Encontrada em uma proporção bem menor dos habitantes de outras regiões do mundo, essa variante, como chamam os biólogos, teria contribuído para a adaptação humana ao ambiente inóspito da maior floresta tropical contínua do planeta. Sua presença há milhares de anos nessas populações também oferece uma explicação adicional para uma questão ainda não

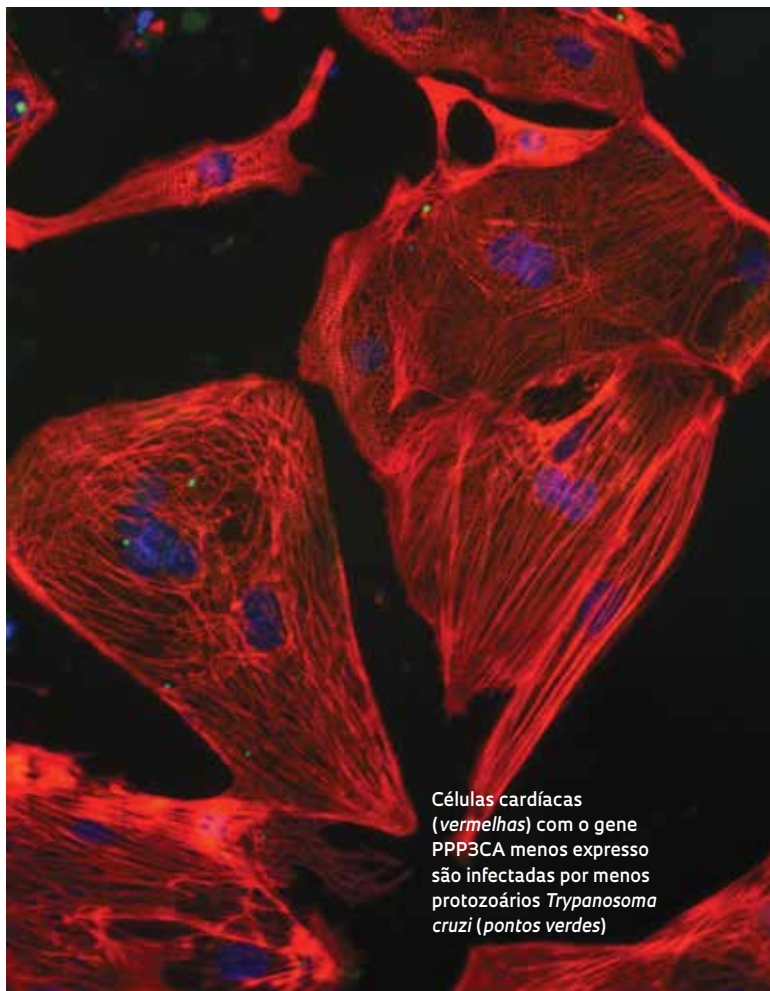
compreendida por completo: o fato de a doença de Chagas, que afeta 6 milhões de pessoas na América Latina, um terço delas no Brasil, ser menos comum entre os habitantes da Amazônia.

A equipe da geneticista Tábita Hünemeier, da Universidade de São Paulo (USP), identificou a alta ocorrência dessa variante – uma alteração pontual na vizinhança do gene PPP3CA, que o tornaria menos expresso – nos povos da Amazônia ao analisar cerca de 600 mil trechos do genoma de 118 indivíduos de 17 etnias nativas do Brasil e comparar com o material genético de populações originárias da América do Norte, Ásia, Europa e África. Ela é encontrada em ao menos 80% das pessoas que integram as etnias nativas do Brasil, mas em apenas 10% dos europeus e em 25% dos asiáticos. Na África, onde são comuns outras enfermidades causadas por protozoários, como a malária e a doença do sono, a frequência é de 59%. Os resultados do trabalho, publicado em março na revisi-

ta *Science Advances*, sugerem ainda que essa mutação teria se tornado comum entre os grupos originários da Amazônia há cerca de 7,5 mil anos, quase três milênios depois de os primeiros seres humanos chegarem à região.

“Como a floresta é um ambiente hostil, com elevada concentração de patógenos, decidimos procurar no genoma dos povos originários da Amazônia sinais de que seus antepassados distantes pudessem ter passado por algum tipo de pressão evolutiva para se adaptar à região”, conta Hünemeier. “Esperávamos encontrar com frequência mais elevada genes ou alterações genéticas que oferecessem proteção contra vírus ou bactérias, mas não contra protozoários.”

Analisando o material genético das diferentes etnias brasileiras, a bióloga Kelly Nunes verificou que a mutação próxima ao PPP3CA apresentava sinais de ter sofrido seleção natural e ter se tornado cada vez mais comum entre os habitantes da região por favorecer a sobrevivência na-



Células cardíacas (vermelhas) com o gene PPP3CA menos expresso são infectadas por menos protozoários *Trypanosoma cruzi* (pontos verdes)

quele ambiente. O mais importante desses sinais é o fato de, nas diferentes etnias originárias da Amazônia, ela estar sempre acompanhada de um mesmo conjunto de genes – na linguagem dos geneticistas ela e os genes vizinhos formam um haplótipo. “Caso esse haplótipo não tivesse passado por seleção, seria esperado que os genes que o integram variassem de forma aleatória de uma população para outra”, explica Nunes, que faz pós-doutorado no laboratório de Hünemeier.

Trypanosoma cruzi é transmitido pelas fezes de insetos conhecidos como barbeiros. O protozoário penetra na pele quando a pessoa se coça, invade as células adjacentes e, por meio do sangue, espalha-se pelo corpo. No interior das células, ele se multiplica rapidamente e, em dias, gera uma quantidade tão grande de cópias que as faz explodir e liberar mais protozoários no organismo.

No laboratório do cardiologista brasileiro Alexandre Pereira, na Universidade de Harvard, Estados Unidos, a bióloga Gabriela Venturini realizou um experimento para ajudar a desvendar a função do PPP3CA na doença de Chagas. Ela conseguiu reduzir a quantidade da proteína codificada por esse gene em células

cardíacas humanas (cardiomiócitos) e as cultivou com exemplares do parasita. As células com menor quantidade da proteína apresentaram uma redução de 25% no número de protozoários, em comparação com os cardiomiócitos com os níveis normais. Embora os testes não tenham sido feitos com a variante comum nos indígenas da Amazônia, os pesquisadores imaginam que o observado simule o que ocorre com aqueles indivíduos.

INFLUÊNCIA NA FASE AGUDA

“Esse experimento ajudou a validar a hipótese de que esse gene desempenhe um papel na fase aguda da doença”, explica Pereira, que também é pesquisador do Instituto do Coração (InCor) da USP. Essa fase ocorre nas primeiras semanas após a infecção e costuma ser confundida com uma gripe. Quando a pessoa é tratada nessa etapa inicial, o parasita é eliminado na maior parte das vezes. Em parte dos casos, porém, o protozoário se torna quiescente e pode ser reativado se a imunidade diminui. Ao longo de décadas, a forma crônica da infecção pode lesar órgãos como o coração. “A intenção é repetir os experimentos com o haplótipo encontrado nas populações

amazônicas e confirmar se ele afeta a atividade do gene e a capacidade de infecção do parasita”, afirma Pereira.

“A ideia é interessante, mas a evidência de que essa variação gênica esteja associada a uma infectividade menor ainda é preliminar. Seria interessante comparar a capacidade de infecção dos parasitas em células de indivíduos com e sem a alteração. Além disso, existem várias linhagens do protozoário e espécies de barbeiro e nem todas se comportam da mesma maneira nos diferentes ambientes”, ressalta o parasitologista Sergio Schenkman, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), especialista em *Trypanosoma cruzi*.

“Esse estudo é relevante por mostrar uma interação antiga entre o parasita e o hospedeiro humano em uma região que muitos consideravam livre de Chagas, mas que é rica em insetos vetores e em animais silvestres que funcionam como reservatório do protozoário”, conta a bióloga Alena Mayo Iñiguez, do Laboratório de Parasitologia Integrativa e Paleoparasitologia da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro. “O sinal genético encontrado pelo grupo da USP é coerente com nossos achados, que indicaram a infecção por *Trypanosoma cruzi* muito antes de o inseto que transmite o parasita ter se adaptado a viver em moradias humanas”, conta a pesquisadora, coautora de um estudo que identificou a infecção pelo causador da doença de Chagas em restos humanos com pelo menos 4.500 anos de idade, encontrados em Minas Gerais.

Apesar de os resultados sugerirem uma explicação plausível para o fato de hoje haver menos Chagas na Amazônia do que em outras regiões do país, os autores do estudo sabem que a variante genética não esclarece tudo. “As áreas em que a doença é endêmica em geral estão na interface entre o ambiente urbanizado e o não urbanizado e isso é menos comum na Amazônia”, lembra Pereira. Existem ainda outras diferenças. Embora o parasita exista lá e muitos animais sirvam de reservatório, as variedades de insetos transmissores são diferentes. “Não se conhece muito bem como ocorre a transmissão na região amazônica”, afirma Schenkman. ■

Mulher da etnia Gavião, um dos povos nativos da Amazônia portadores de variante gênica que pode reduzir a infecção



UM DATA CENTER NA PALMA DA MÃO

Módulo com componentes
da reação de síntese de
DNA em laboratório do IPT,
em São Paulo

Armazenamento de dados digitais em DNA sintético poderá miniaturizar mídias e garantir a integridade das informações por muito mais tempo

Domingos Zaporolli

A explosão de dados gerados no mundo, por diferentes equipamentos e nos mais diferentes contextos, tem levado cientistas a pesquisar o uso de versões sintéticas do DNA para guardar informações digitais. O DNA, ou ácido desoxirribonucleico, é o sistema de armazenamento de dados da maioria dos seres vivos. É uma molécula presente em todas as células e que carrega as informações genéticas de um organismo. Graças ao estudo de materiais genéticos como o DNA preservado na natureza, temos acesso às informações biológicas dos neandertais, homínidos extintos há mais de 30 mil anos, e de mamutes, que viveram mais de 1 milhão de anos atrás.

O potencial dos benefícios dessa nova tecnologia é significativo. Segundo a DNA Data Storage Alliance, associação que reúne empresas globais de tecnologia com o objetivo de impulsionar o ecossistema de pesquisa e inovação da técnica, a capacidade de armazenamento de dados em DNA é 115 mil vezes superior à das mídias magnéticas empregadas atualmente nos centros de processamento de dados, os chamados data centers. No mesmo espaço físico de um cartucho de fita magnética LTO-9, capaz de armazenar 18 terabytes (TB), ou seja, 18 trilhões de bytes, é possível guardar em DNA cerca de 2 milhões de TB.

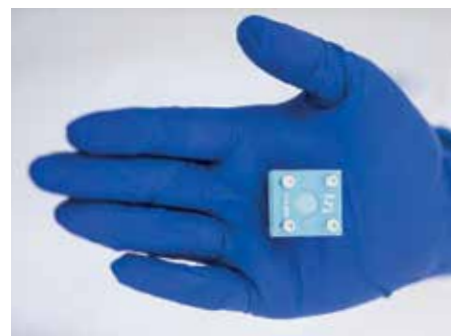
“O data center do Facebook no Oregon, nos Estados Unidos, ocupa uma área estimada de dezenas de milhares de metros quadrados [m²], o equivalente a um grande shopping center, para armazenar uma quantidade de dados da ordem de 1 milhão de TB. O mesmo conteúdo poderia ser armazenado em apenas 5 gramas de DNA, em um dispositivo que cabe na palma de uma mão”, compara o engenheiro eletricista Bruno Marinaro Verona, gerente do Laboratório de Micromanufatura do Instituto de Pesquisas Tecnológicas

(IPT) de São Paulo. Verona lidera um projeto de pesquisa na área no Brasil.

Além da densidade, o armazenamento em DNA reúne outros atributos importantes. “É um sistema ambientalmente sustentável”, destaca o engenheiro eletricista paulista Luis Ceze, professor da Escola Paul G. Allen de Ciência da Computação e Engenharia da Universidade de Washington, nos Estados Unidos. Os data centers são intensivos em consumo de energia para a manutenção dos equipamentos e climatização adequada das salas onde são mantidos os arquivos em discos rígidos (HD) e as fitas magnéticas. O DNA, no entanto, pode ser mantido em temperatura ambiente. Além disso, as mídias magnéticas atuais são produzidas com insumos provenientes de mineração de terras-raras e derivados de petróleo e demandam substituição periódica, em no máximo 30 anos. Os pesquisadores estimam que os dados digitais arquivados em DNA serão legíveis por milhares de anos.

A evolução dos processos de arquivamento de dados digitais é necessária diante da gigantesca quantidade de informações digitalizadas geradas com a expansão do uso da tecnologia da informação (TI), ou seja, o uso de computadores e smartphones para criar, processar e trocar todo tipo de dado. Segundo relatório da consultoria norte-ame-

Protótipo de microchips sintetizadores de moléculas de DNA desenvolvido pelo consórcio IPT-Lenovo



ricana IDC, em 2010 foram gerados no mundo 3 zettabytes (3 seguido por 21 zeros) de dados novos e backups, as chamadas cópias de segurança. Em 2020, esse total saltou para 64 zettabytes (ZB) e a projeção é alcançar 180 ZB em dois anos.

Como registra a DNA Data Storage Alliance, esse é apenas o começo do que vem sendo chamado de era da informação, na qual a inteligência artificial e a internet das coisas estarão cada vez mais presentes em todas as atividades do dia a dia das pessoas, da saúde à educação, do comércio à condução de um veículo ou à operação de uma fábrica. De acordo com a associação, apenas um carro autônomo gera 15 TB de dados brutos por período de oito horas. Nem todos esses dados são arquivados, mas parcela significativa é

mantida para demandas diversas, como segurança pública e manutenção automotiva.

Hoje esses dados são arquivados utilizando arquiteturas remotas de armazenamento baseadas em nuvem. “Os data centers consomem cerca de 1% da energia elétrica produzida no mundo. A indústria de TI prevê que o consumo passará para 30% da energia global em poucos anos”, alerta Hildebrando Lima, diretor de Pesquisa e Desenvolvimento da Lenovo no Brasil. “É preciso criar uma alternativa que reduza esse impacto, e a técnica de armazenamento em DNA é a aposta mais promissora.”

Cientistas envolvidos no desenvolvimento da metodologia de armazenamento em DNA reconhecem que a solução vai demorar para estar disponível ao público. As projeções apontam para a próxima década. Ainda há incertezas em relação aos processos que serão utilizados. “O

AS SEIS ETAPAS DO PROCESSO

Bits são convertidos em bases nitrogenadas, que são sintetizadas, armazenadas e depois sequenciadas para leitura das informações

1 CODIFICAÇÃO

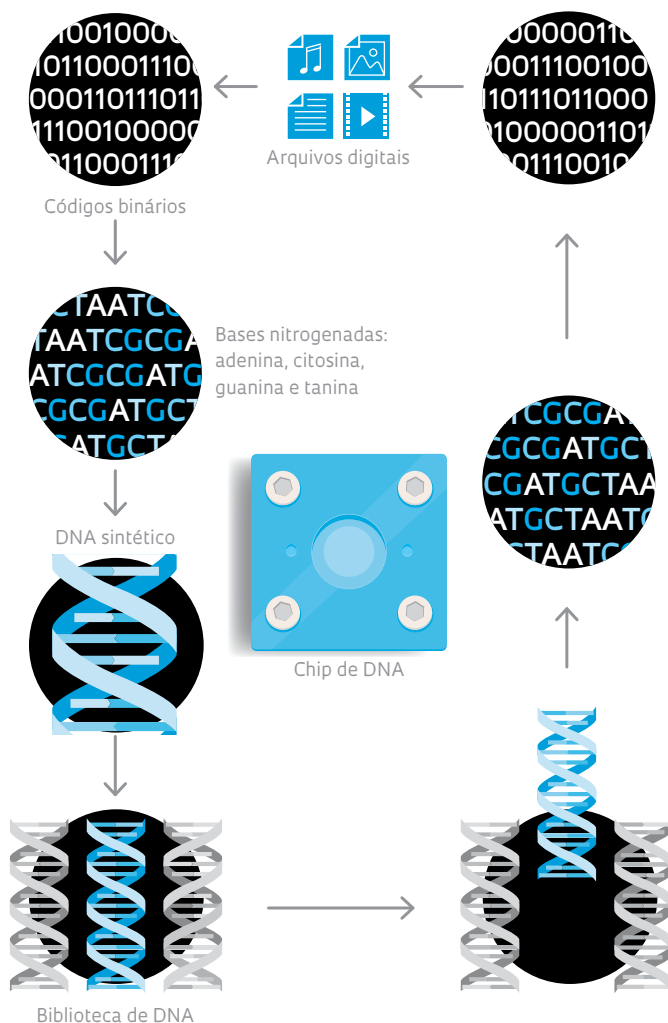
O conceito básico de codificação (conversão de bits em bases) para armazenamento de dados de DNA é a transformação dos 1 e 0 dos dados digitais originais em sequências de bases (ACGT) que compreendem as moléculas de DNA

2 SÍNTESE

Aqui ocorre a fabricação (ou escrita) do DNA. Com base em uma série de etapas químicas, as moléculas de DNA, tal qual determinada pela etapa de codificação, são montadas de várias maneiras que efetuam a conversão *bits to base*

3 ARMAZENAMENTO FÍSICO DO DNA

Após a síntese, o DNA é encapsulado para preservação a longo prazo e depositado em uma biblioteca onde conjuntos (ou *pools*) de DNA são armazenados. Existem várias estratégias disponíveis para o encapsulamento de DNA



6 DECODIFICAÇÃO

A decodificação é o processo de transformação de bases em bits. Envolve o mapeamento das bases em uma sequência de DNA e a conversão delas de volta aos dados digitais

5 SEQUENCIAMENTO

O sequenciamento (ou leitura) é o processo de determinação da identidade e da ordem das bases (ACGT) em um segmento de DNA. Vários métodos de sequenciamento estão em uso hoje

4 RECUPERAÇÃO DE BIBLIOTECAS

Uma vez que os dados sejam requisitados pelo usuário, o DNA codificado e previamente armazenado é recuperado de sua biblioteca e preparado para sequenciamento

FONTE: DNA DATA STORAGE ALLIANCE



Preparo de reagentes para injeção em equipamento de síntese de DNA no Laboratório de Micromanufatura do IPT

que podemos afirmar é que o armazenamento de dados digitais em DNA é viável”, afirma a engenheira eletricista brasileira Karin Strauss, gerente sênior de pesquisa da Microsoft Research, em Redmond, nos Estados Unidos. “Já produzimos em laboratório e, ao que tudo indica, parece ser possível realizar o processo em escala comercial de forma econômica, mas ainda temos muito o que avançar para chegar a esse objetivo.” Uma das fundadoras da DNA Data Storage Alliance, a Microsoft Research é o laboratório de pesquisa da multinacional de TI.

A produção de DNA sintético e o armazenamento de dados nele já são realizados pela indústria de biotecnologia para uso na área da saúde, mas a escala produtiva é baixa e a velocidade do processo é lenta diante das necessidades da indústria de TI. “Hoje é possível escrever dezenas de megabytes [MB] por segundo em um HD magnético convencional. Para guardar um único MB em DNA levamos um dia de trabalho”, compara Verona, do IPT. “Todas as pesquisas têm o mesmo objetivo: estabelecer as melhores técnicas de armazenamento de dados em DNA e aprimorá-las”, complementa Ceze, da Universidade de Washington.

O processo para armazenar dados em DNA não envolve manipulação genética ou de células de organismos vivos. O DNA é fabricado por meio de síntese química e cada molécula é construída na medida exata em que os arquivos de dados são gerados. Isso significa que para guardar um 1 TB de informações será preciso sintetizar um conjunto de moléculas com essa capacidade de armazenamento (ver *infográfico ao lado*).

Esses novos dispositivos serão constituídos de estruturas capazes de sintetizar e sequenciar as fitas de DNA, que contêm as informações digitais

de interesse. Um dos designs possíveis é que ele contenha microcavidades, de alguns nanômetros de profundidade, em que as moléculas de DNA seriam sintetizadas. A primeira etapa da fabricação do arquivo é nomeada pelos cientistas de *bits to base*. Consiste em converter por meio de programas computacionais os bits – o sistema binário 1 e 0 usado na computação para representar caracteres, números e imagens – nas quatro bases nitrogenadas que compõem a molécula de DNA: adenina (A), timina (T), citosina (C) e guanina (G) (ver Pesquisa FAPESP nº 235). Na molécula, as bases nitrogenadas têm a função de formar os dois filamentos em espiral, conhecidos como dupla hélice, que constituem o DNA.

Para exemplificar: os bits 00 podem ser codificados como base A; os bits 01 como base T; os bits 10 como C; e os bits 11 como G. Quando se quer acessar os dados e ler os arquivos, é só fazer a decodificação, ou seja, converter a base nitrogenada em bits. No jargão do setor, fazer o *base to bits*. As informações armazenadas em DNA poderão ser acessadas via internet ou localmente. A conversão de bases para bits é feita por um processo computadorizado e rápido, embora ainda mais lento do que o tempo de leitura de arquivos magnéticos tradicionais.

O principal desafio a ser solucionado pelos pesquisadores é melhorar os métodos de síntese química empregados para escrever os códigos em bases nitrogenadas e construir simultaneamente as moléculas sintéticas de DNA.

Existem dois processos estabelecidos pela bioengenharia. O mais antigo é a síntese química de fosforamídita, criada nos anos 1980 pelo bioquímico norte-americano Marvin H. Caruthers. É o processo predominante para aplicações em atividades biomédicas. O outro caminho possível é a síntese enzimática, que vem sendo aperfeiçoada por vários grupos de pesquisa nos últimos 15 anos, mas ainda não chegou ao estágio comercial.

A síntese enzimática utiliza moléculas orgânicas proteicas que trabalham como catalisadoras das reações químicas, ou seja, aceleram a velocidade dos processos. Uma vantagem desse processo é o uso de reagentes aquosos, não tóxicos. Dessa forma, gera menor impacto ambiental quando comparada com a síntese por fosforamídita, que utiliza reagentes fósseis. Para Ceze, a síntese enzimática, tecnologia ainda no nascedouro, tem maior potencial de evolução e deverá prevalecer.

A Microsoft pesquisa tecnologias de armazenamento em DNA desde 2015 em parceria com o Laboratório de Sistemas de Informação Molecular da Universidade de Washington. Entre

os vários estudos conjuntos que geraram artigos científicos, Strauss destaca dois. Em 2019, um *paper* publicado na *Nature Scientific Reports* indicou a viabilidade de automação da síntese química, eliminando o trabalhoso processo de pipetagem (a transferência de líquidos) manual de DNA, como é realizado ainda hoje. “A automação irá gerar escala e reduzir os custos do processo de armazenamento em DNA”, projeta a pesquisadora.

Em 2021, outro artigo conjunto das duas instituições publicado na *Science Advances* apresentou um sistema de gravação de DNA em nanoescala que usa um método de controle do ambiente molecular capaz de permitir a geração ao mesmo tempo (em paralelo) de um grande número de sequências de DNA exclusivas. “O resultado apresentado nesse trabalho foi a miniaturização da unidade de escrita de uma sequência e do processo químico que a controla, de forma que caibam mais dessas unidades no mesmo chip”, destaca Strauss. As fitas hoje não superam 300 bases nitrogenadas, o que representa registrar menos de 30 bytes (o conjunto de oito bits) por sequência.

No Brasil, o único grupo de pesquisa que integra a DNA Data Storage Alliance resulta de uma parceria entre o IPT e a fabricante chinesa de dispositivos eletrônicos Lenovo. Batizado de Prometheus, o projeto teve início em 2021 e é coordenado por Verona. Fazem parte da equipe multidisciplinar 40 pesquisadores, sendo 13 mestres e 21 doutores entre biólogos, engenheiros da computação, moleculares, químicos e de materiais. O IPT é o único parceiro global da

Lenovo no desenvolvimento de tecnologias de armazenamento em DNA.

De acordo com Lima, da Lenovo, a parceria produziu quatro depósitos de patentes internacionais, sendo uma resultante do trabalho da equipe de codificação e decodificação dos dados, duas em sintetização química e uma em sintetização enzimática. “Temos outras seis pesquisas no forno e em breve chegarão ao estágio de pedido de patente”, revela o executivo.

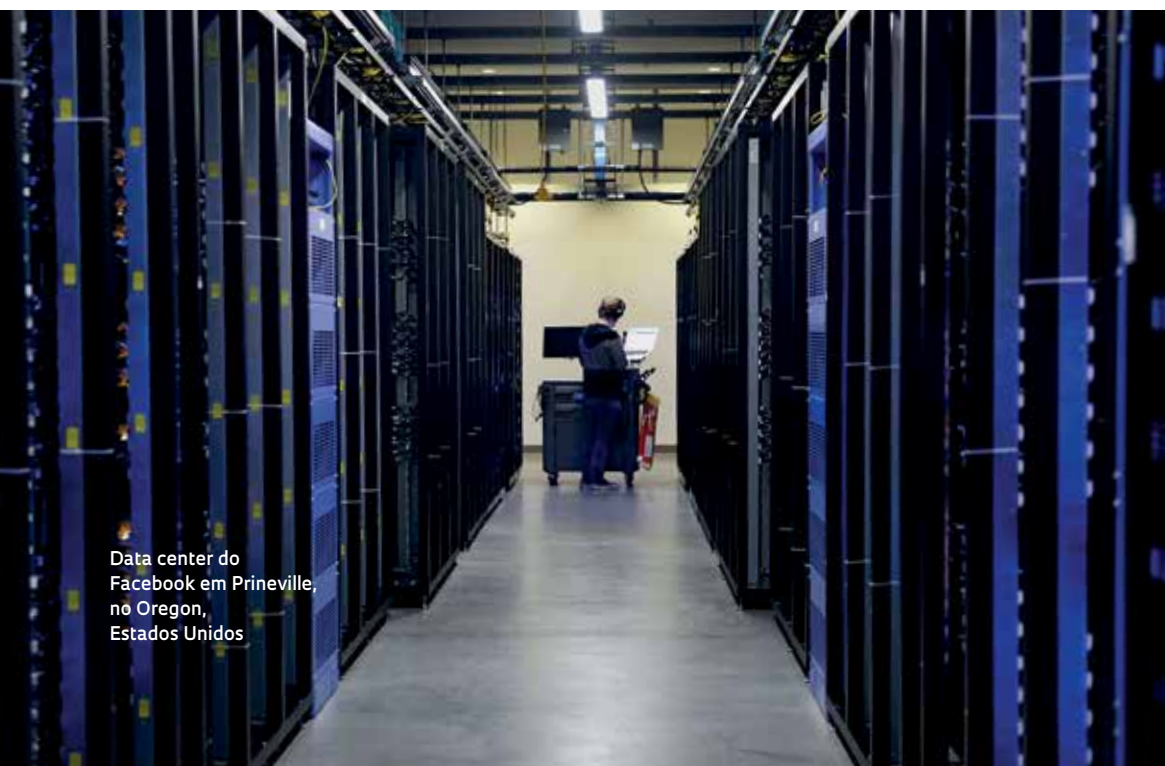
Verona pondera que a tecnologia de arquivamento de dados em DNA deverá ter um avanço gradual e, em um primeiro momento, não deverá estar disponível em computadores e smartphones. Inicialmente, as soluções serão direcionadas ao chamado armazenamento frio, composto de dados que os usuários não acionam rotineiramente em seu dia a dia — uma espécie de arquivo morto digital —, como históricos de todos os tipos, álbuns de fotos e vídeos. Nos data centers atuais, esses arquivos são armazenados em fitas magnéticas.

Os dados acessados frequentemente, os quentes, hoje são arquivados em HD. “Ainda não há uma projeção confiável de quando o arquivamento em DNA será capaz de se apresentar como alternativa ao armazenamento de dados quentes”, diz Verona. Para Ceze, vários sistemas de armazenamento de dados deverão conviver simultaneamente no futuro, possibilitando o melhor aproveitamento de suas respectivas características para cada finalidade. ■

Artigos científicos

TAKAHASHI, C. N. *et al.* Demonstration of end-to-end automation of DNA data storage. *Nature Scientific Reports*. 21 mar. 2019.

NGUYEN, B. H. *et al.* Scaling DNA data storage with nanoscale electrode wells. *Science Advances*. 24 nov. 2021.



Data center do Facebook em Prineville, no Oregon, Estados Unidos



Vaga e estação de recarga para carro elétrico em shopping da capital paulista

CARRO ELÉTRICO EM BAIXA VELOCIDADE

Ausência de política federal específica para a eletrificação de veículos leves limita o crescimento do setor no país

Frances Jones

Enquanto parte do mundo acelera em direção à tecnologia do carro elétrico, o Brasil integra o grupo de países que vê um crescimento apenas modesto na adoção dos automóveis movidos a eletricidade. É verdade que nunca se vendeu tanto esse tipo de veículo no país. O ano passado terminou com 49.245 emplacamentos, um recorde. Mas eles representam uma parcela pequena ante os quase 2 milhões de carros vendidos em território brasileiro. A sua participação no mercado subiu de 1,8% em 2021 para 2,5% em 2022 e agora há uma frota circulante de 126.504 unidades, segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE). Entre esses, os 100% elétricos – os chamados elétricos puros ou a bateria (VEB) – ganharam espaço e registraram um aumento de quase 200% no número de emplacamentos em 2022, com 8.458 novas unidades, na comparação com 2021. O crescimento é expressivo, mas está



Congestionamento em São Paulo: a transição para a mobilidade elétrica não resolve esse problema

longe do ritmo de países como China, Alemanha, Noruega e Estados Unidos.

Segundo o relatório “Global Electric Vehicle Outlook 2022”, publicação anual da Agência Internacional de Energia (AIE) que apresenta a situação da mobilidade elétrica no globo, a venda mundial de veículos elétricos mais do que dobrou entre 2020 e 2021, alcançando 6,6 milhões de unidades. Metade dos negócios ocorreu na China, onde 3,3 milhões de automóveis foram comercializados, mais que os 3 milhões de veículos elétricos vendidos no mundo inteiro em 2020.

No país asiático, os elétricos representaram 16% das vendas internas em 2021. Houve aumentos expressivos também na Europa, onde conquistaram 17% do mercado. A dianteira no continente é da Noruega e da Islândia, onde esses veículos representaram, respectivamente, 86% e 72% dos emplacamentos no ano. Os Estados Unidos seguem bem atrás da China e dos líderes europeus, com 4,5% das vendas.

“Temos, sim, muito o que celebrar, pelo fato de o mercado ter crescido. Mas, quando olhamos os veículos 100% elétricos, aqueles que dependem exclusivamente de recarga externa, ainda estamos num nível muito baixo em relação ao restante do mundo”, observa Adalberto Maluf, que deixou no fim de março a presidência da ABVE para assumir o cargo de secretário nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente.

No Brasil, segundo o especialista, os elétricos puros representaram apenas 0,4% das vendas totais de veículos leves no mercado doméstico em 2022, enquanto Alemanha e China registraram 20% e França e Reino Unido 18%. “Estamos nos afastando um pouco em relação aos grandes mercados mundiais”, diz Maluf.

No território brasileiro, os mais vendidos são os veículos elétricos híbridos (VEH), equipados com um motor a combustão interna e um ou mais motores elétricos. Esses carros são abastecidos em postos de combustíveis, não havendo a necessidade de recarregar a bateria em um eletroposto. Nesse caso, as baterias são alimentadas pelo motor a combustão ou pela energia das frenagens, em geral desperdiçadas nos carros convencionais. Em 2022, os VEH flex tinham uma participação de 48% do mercado brasileiro de elétricos.

Especialistas preocupam-se com o desempenho tímido da venda de elétricos no país e veem certa inércia do mercado nacional diante da transição tecnológica que ocorre no mundo mais industrializado. Em artigo publicado na *Revista Brasileira de Inovação*, o sociólogo Rodrigo Foresta Wolffenbüttel, integrante do Grupo de Estudos da Inovação do Programa de Pós-graduação em Sociologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), aponta para a inexistência de uma política robusta que apoie a tecnologia do motor elétrico, assim como uma infraestrutura de recarga com eletropostos.

Ele também percebe certa ambiguidade das montadoras estabelecidas no país, que nem sempre se mostram interessadas em fazer a transição rápida para a eletrificação dos automóveis. “Elas estão em uma posição ambígua porque, ao mesmo tempo que as sedes em outros países fazem a transição para a eletrificação, aqui, no contexto latino-americano, não veem um esforço político que favoreça a mudança, pois não têm tantos incentivos para isso”, afirma Wolffenbüttel.

Tanto Maluf quanto a pesquisadora Flávia Consoni, do Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-

-Unicamp), afirmam que recentemente o Brasil esteve perto de ter uma política específica para os elétricos, mas de última hora não foi aprovada. “Em 2018, ainda no governo Temer, participei das discussões sobre a nova política para o setor, no âmbito do programa Rota 2030, que substituiu o Inovar-Auto, e liderei um trabalho para desenhar um plano nacional de mobilidade elétrica para o Brasil”, conta Consoni.

Naquela época, diz a especialista, apenas Chile e Costa Rica tinham um plano como esse na América Latina. “Com os diversos atores do setor e com o MDIC [Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços], que ainda existia na época, elaboramos um programa para o país. Trabalhamos entre o Natal e o Ano-novo, pois ia mudar o governo e o Bolsonaro assumiria a Presidência. Mas o MDIC decidiu, por algum motivo não revelado, não lançar o plano”, recorda-se a pesquisadora.

Consoni, que também coordena o Laboratório de Estudos do Veículo Elétrico (Leve), da Unicamp, e integra o Centro Paulista de Estudos de Transição Energética, apoiado pela FAPESP, resalta que hoje outros países da região, como Colômbia, Panamá e Equador, têm planos com direcionamentos claros rumo à eletrificação veicular. “Além disso, tanto a Argentina como o México, que possuem, como o Brasil, uma indústria automotiva mais forte, já deram passos significativos nessa questão e estão em vias de lançar um programa relativo à eletrificação. No Brasil, ainda não sabemos como vai ficar.”

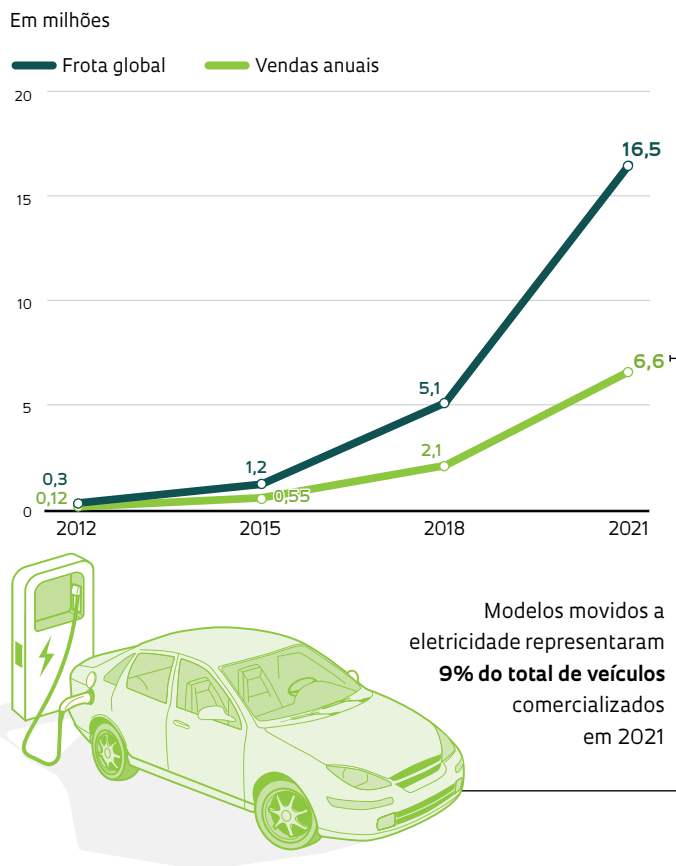
Entre as decisões a serem tomadas, o país precisa escolher se fará a descarbonização do setor de transporte por meio de eletrificação completa, optando por veículos puramente elétricos, como a grande maioria dos países que estão adotando essa tecnologia, ou se decidirá pela eletrificação parcial, via hibridização, com ou sem conexão com a rede elétrica.

A eletrificação completa, de acordo com os autores do *2º Anuário brasileiro da mobilidade elétrica*, publicado pela Plataforma Nacional de Mobilidade Elétrica, implica uma transformação total na cadeia de negócios que extrapolaria o setor automotivo. Exigiria, por exemplo, investimentos para a fabricação de baterias, exploração de recursos minerais e requalificação de profissionais e imitaria uma ameaça à indústria tradicional. Já a mudança parcial, pela hibridização, aproveitaria a estrutura de produção e de negócios atual. Esse modelo ganha força com a experiência do país em biocombustíveis, em especial o etanol, aponta a publicação.

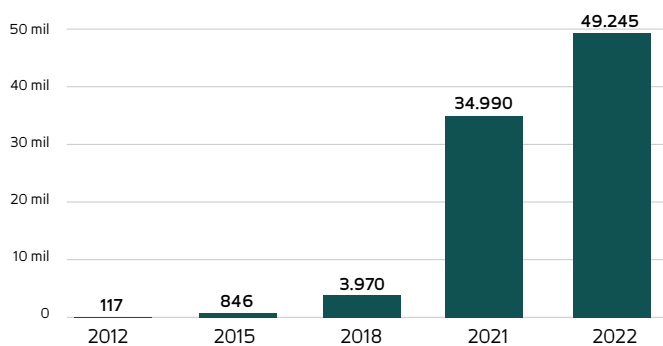
A inércia em se posicionar sobre a rota de eletrificação traz mais consequências negativas do que

A ASCENSÃO DA MOBILIDADE ELÉTRICA

Frota e vendas anuais aceleraram no mundo na última década



BRASIL EMPLACOU QUASE 50 MIL CARROS ELÉTRICOS NO ANO PASSADO



CHINA RESPONDEU POR METADE DAS VENDAS EM 2021

Rank	País	Vendas (milhões)	Participação no total de veículos vendidos
1º	China	3,3 milhões	16%
2º	Europa	2,3 milhões	17%
3º	Estados Unidos	630 mil	4,1%
	Brasil	34,9 mil	1,8%

FONTES GLOBAL ELECTRIC VEHICLE OUTLOOK 2013, 2016, 2019 E 2022, ABVE, RENAVAM, ANFAVEA E ABEIFA

qualquer escolha, alertam os especialistas. Entre as possíveis implicações está a perda de mercados de exportação de veículos elétricos, uma vez que boa parte dos países avança para zerar ou baixar consideravelmente as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de transportes.

Maluf diz que o Brasil já vem perdendo seus mercados de exportação de veículos na América Latina. “Há pelo menos cinco anos mais de um terço dos ônibus vendidos no mundo é elétrico. O Brasil já foi o maior fabricante de ônibus e hoje está na terceira ou na quarta posição. Em 2022 perdemos todas as licitações da América Latina porque poucas montadoras brasileiras produzem ônibus elétricos”, afirma. “Nos preocupa ficar tão desconectados das grandes transformações do resto do mundo.”

Para Consoni, da Unicamp, o grande gargalo tecnológico da eletrificação em todo o mundo gira em torno da bateria. “Ela ainda tem um custo muito alto e há problemas ligados à mineração que precisam ser mais bem trabalhados”, afirma. Um componente-chave desses dispositivos é o lítio, também chamado de ouro branco. Como todo processo de mineração, o do lítio também pode causar impactos ambientais e sociais. Chile, Argentina e Bolívia estão entre os maiores produtores mundiais e já enfrentaram conflitos relacionados à escassez de água, contaminação do solo e disputa entre povos originários e empresas privadas. O preço do metal no começo de 2023 era oito vezes o de 2021, de acordo com o jornal *Financial Times*. Apesar de ele compor apenas uma pequena parte da bateria (cerca de 4%), é essencial para o seu funcionamento. Sem ele, as reações químicas não ocorrem como deveriam. A vantagem é que as baterias de lítio conseguem armazenar uma grande quantidade de energia, em um volume relativamente pequeno.

No que diz respeito ao desenvolvimento da tecnologia e de produção de baterias, a China ocupa a liderança mundial. Os Estados Unidos, principalmente no atual governo de Joe Biden, têm feito grandes investimentos para recuperar terreno. “Há toda uma infraestrutura que foi se desenvolvendo em outros países. O Brasil só agora parece que está começando a acordar”, afirma a química Maria de Fátima Rosolem, do centro de inovação CPQD, em Campinas, que pesquisa baterias avançadas para veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia estacionária. “Toda tecnologia emergente tem de ter um programa de estímulo, um governo apostando nela. A China tinha esse *gap* lá atrás, incentivou a montagem de fábricas e investiu em pesquisas. Hoje domina a área” (ver *box ao lado*).

Segundo Rosolem, as pesquisas nas novas gerações de baterias buscam avanços em quatro pontos: maior autonomia e vida útil, redução de custo e segurança. “A questão das recargas vem se resolvendo. Atualmente é possível recarregar uma bateria em 30, 15 ou até 10 minutos.” Uma das frentes de pesquisa busca desenvolver baterias com um eletrólito sólido, em vez de líquido, como ocorre hoje, oferecendo maior segurança a esse tipo de dispositivo. Também estão avançados os estudos e as aplicações relativos ao segundo uso (*second life*) dos dispositivos. As baterias, esgotadas as possibilidades de utilização nos veículos, podem ser reformadas para armazenamento de energia e utilizadas, por exemplo, em conjunto com sistemas para geração distribuída de energia solar, aponta a química.

Em São Paulo, grupos de pesquisa investigam, com financiamento da FAPESP, novas arquiteturas e materiais para aumentar o desempenho, a capacidade de armazenamento e a estabilidade das baterias de lítio. Uma dessas iniciativas é desenvolvida em parceria entre a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidad de Antioquia, na Colômbia. Outros projetos, também apoiados pela

A recarga das baterias é uma das preocupações dos motoristas, aponta pesquisa



DIANTEIRA CHINESA

Por volta do ano 2000, o país asiático investiu na eletrificação e hoje lidera o setor; Europa e Estados Unidos seguem atrás com desafios

A China ocupa clara posição de liderança no desenvolvimento tecnológico, na produção e no consumo de carros 100% elétricos. O investimento em pesquisa nesse setor no país não é de hoje. “Há muitos anos orientei um mestrado sobre a indústria automobilística chinesa e víamos o esforço do país em ser referência na tecnologia do motor a combustão interna, que já era mais do que dominada pelas empresas europeias, japonesas e norte-americanas”, recorda-se Flávia Consoni, do Programa de Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp). “Antes ainda dos anos 2000, eles deram uma guinada e partiram para a eletrificação. Depois, investiram com muito mais força e

elegeram a eletrificação como um dos focos prioritários dos seus planos quinquenais.”

Estados Unidos e Europa também centraram forças para superar obstáculos e fortalecer a eletrificação veicular. Além dos desafios relacionados à tecnologia, principalmente no que se refere às células que compõem as baterias, esses países têm de lidar com uma matriz energética, baseada em combustíveis fósseis, ainda não tão limpa quanto a do Brasil, onde predomina a geração hidrelétrica, para abastecer os carros elétricos e com a necessidade de instalação de uma rede abrangente de recarga em grandes territórios.

Outras dificuldades não tão óbvias também começam a ser apontadas pelos especialistas, como a desigualdade

que a eletrificação pode trazer entre os mais ricos e os de menor renda, que moram em áreas rurais ou em bairros sem fácil acesso à recarga. Pesquisadores da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, publicaram em janeiro estudo que aponta que, para a população mais pobre, a recarga do veículo elétrico representaria um gasto anual expressivo.

“Os padrões iniciais de adoção do veículo elétrico alinham-se com as tendências típicas da maior parte das novas tecnologias e, embora ela tenda a se tornar mais equitativa ao longo do tempo, são necessárias intervenções políticas para aumentar a acessibilidade do veículo elétrico para famílias vulneráveis e excluídas”, ressaltam os autores no artigo.

Fundação, estudam rotas e tecnologias alternativas para a reciclagem desse tipo de bateria. É o caso de um estudo focado na recuperação de matérias-primas críticas de baterias usando tecnologias ambientalmente sustentáveis.

Enquanto o governo brasileiro não define um rumo para a eletrificação veicular no país, a população parece ver com bons olhos os elétricos, de acordo com pesquisas. Em artigo publicado na revista *Transportation Research Part A*, pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Bauru, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) em Sorocaba e da USP em Ribeirão Preto divulgaram resultados de um levantamento realizado em 2019 sobre a intenção de uso de carros elétricos no Brasil: 89,1% disseram que comprariam um veículo do tipo movido a bateria.

No entanto, boa parte dos 488 respondentes afirmaram estar dispostos a pagar no máximo entre R\$ 30 mil e R\$ 70 mil, bem abaixo do preço de um veículo vendido no país à época. “Em 2019 o modelo mais barato custava mais de R\$ 100 mil. Nota-se que as pessoas não tinham muita noção de quanto custaria um carro elétrico”, comenta um dos autores do artigo, Hermes Moretti Ribeiro da Silva, professor do curso de engenharia de produção da Unesp.

O preço e a questão do recarregamento da bateria aparecem no levantamento como pontos de restrição

para a aquisição. “Existia certo temor dos entrevistados a respeito dos eletropostos e de como seria feito o carregamento da bateria. Preocupava, sobretudo, a questão da autonomia”, ressalta Silva. Especialistas concordam que, em um país com dimensões continentais como o Brasil, o avanço da mobilidade elétrica depende da existência de uma rede ampla e pulverizada de eletropostos que garantam o abastecimento dos veículos.

Em estudo publicado em 2022 realizado por Rodrigo Wolffenbüttel para um livro do Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap) sobre os desafios para a mobilidade urbana no século XXI, proprietários de veículos elétricos ressaltaram que, apesar dos ganhos ambientais, a transição dos motores a combustão interna dos automóveis para os elétricos não vai solucionar um problema crucial dos grandes centros urbanos, os engarrafamentos.

“Grande parte dos entrevistados percebe essa limitação. Essa ainda é uma aposta em uma resposta individual para um problema coletivo”, diz o sociólogo. “No fundo, a eletrificação de automóveis não responde aos problemas de mobilidade urbana. Ela reduz as emissões locais de gases de efeito estufa, mas em termos de deslocamento, você fica preso dentro de um carro elétrico do mesmo modo que fica em um veículo a combustão.” ■

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

OS NEGÓCIOS E SEUS PERIGOS

Estudos examinam sensações
de ameaça percebidas por
mulheres empreendedoras

Diego Viana | ILUSTRAÇÕES Janaína Vieira



A

Copa do Mundo de 2014 foi encarada como oportunidade única por empreendedores de todo o Brasil interessados em vender seus produtos nos estádios do torneio. Para a psicóloga Vânia Maria Jorge Nassif, do Núcleo de Estudos em Gestão do Esporte e Empreendedorismo da Universidade Nove de Julho (Uninove), em São Paulo, a oportunidade foi de outra ordem: investigar as motivações e os projetos desses donos de pequenos negócios durante o principal campeonato do calendário futebolístico.

Nas 24 entrevistas com os comerciantes, selecionadas após indicação de professores de universidades locais e publicadas no e-book *Negócios empreendedores: Ameaças e superações no entorno das arenas esportivas* (Pixel, 2016), uma resposta recorrente chamou a atenção de Nassif e seus colaboradores. “Todos, sem exceção, manifestavam uma sensação pronunciada de estarem sob ameaça”, relembra. O que mais temiam era perder seus negócios, por inúmeros motivos: desde as condições macroeconômicas do país até uma catástrofe natural. Um dos entrevistados relatou a perda da concessão de um espaço público por causa de corrupção.

“Saltou aos olhos o caráter afetivo-emotivo das preocupações”, conta Nassif. A pesquisadora percebeu que, entre as mulheres, não apenas a sensação de ameaça era mais aguda, como também havia perigos especificamente ligados ao gênero. Nassif passou a desenvolver uma tipologia das ameaças, com foco nas mulheres, buscando entender como as empreendedoras sentem que seu negócio está sob risco e quais comportamentos elas desenvolvem para superar as ameaças.

O diferencial do conceito de ameaça, destaca a professora da Uninove, em relação a noções próximas, como “desafios”, “barreiras” ou “obstáculos”, é enfatizar aspectos afetivos do empreendedorismo, para além da racionalidade. “Afetividade e cognição são indissociáveis. Não consigo sentir sem pensar nem pensar sem sentir. Mas pesquisas científicas dedicam pouco espaço às questões emocionais, que também pouco são levadas em conta pelas empresas”, observa.

Na literatura internacional, o tema das emoções ganhou tração na última década, segundo o estudo “Emotion in the area of entrepreneurship: An analysis of research hotspots”, publicado na revista *Frontiers in Psychology*. Entre 1995 e 2010 foram identificados 2,27 artigos por ano tratando de emoções no empreendedorismo. O número saltou para 14,7 entre 2011 e 2016. Em 2017 e 2018, foram 44; em 2019, 66;

e só em 2020, 103. Na avaliação de um dos autores, o economista Xingqun Lv, da Universidade Heilongjiang, em Harbin, China, o aumento reflete a constatação de que empreendedores de sucesso frequentemente atribuem seus resultados positivos ao envolvimento emocional com o negócio.

Embora seja um movimento crescente, não se pode dizer que a emoção no empreendedorismo seja um tema consolidado, segundo o administrador Tales Andreassi, vice-diretor da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (Eaesp-FGV). “Durante muito tempo, os estudos de empreendedorismo deixaram de lado essa questão para focar na técnica: planos de negócios, planejamento, relações de causa e efeito. Mais recentemente, percebeu-se que outros aspectos também devem ser levados em conta, e daí entra a questão do afeto e emoção”, explica.

Nassif distinguiu quatro classes de ameaça enfrentadas pelas empreendedoras. A mais geral, que afeta também os homens, é a das “ameaças do negócio”. Essas se dividem em “risco Brasil”, “ameaças do setor” e “ameaças de gestão” e nelas entram problemas que vão desde mudanças de legislação, crises financeiras e variações cambiais até a relação com a burocracia e a informalidade, passando pelo acesso ao financiamento, dificuldades com recursos humanos e inadimplência. As classes de ameaças ligadas ao gênero são as do patriarcado (assédio, machismo, preconceito), as afetivas (insegurança em relação à competência, ambientes sociais hostis) e o conflito de papéis, que inclui questões sobre matrimônio (filhos, maridos) e a sobrecarga de trabalho (a dupla jornada de quem cuida da casa e do negócio, preconceito ligado à idade).

Uma vez estabelecida a tipologia, a tarefa passou a ser criar uma escala para quantificá-la, relata Nassif. Com ajuda da Rede de Mulheres Empreendedoras e da Rede Mulheres do Brasil, um questionário foi enviado a 1.200 empreendedoras de todo o país. As mulheres foram convidadas a avaliar o preconceito que sofrem, a relação com a família, o ambiente de negócios e as condições de trabalho. Uma seleção dos relatos foi publicada no e-book *Mulheres transformadoras: Empreendedoras e seus negócios* (ECO, 2018). “As respostas diferem muito entre regiões. O que as mulheres contam em São Paulo não é o mesmo que no Sul ou no Centro-Oeste, por exemplo. Mas uma resposta unânime diz respeito ao patriarcado: todas passam por situações de assédio”, diz Nassif.

Embora hoje tantas mulheres inaugurem novos negócios quanto homens, segundo o estudo *Empreendedorismo feminino no Brasil em 2022*, do Sebrae, elas ainda são minoria: 10.344.858 de

mulheres, para 19.690.601 de homens. Os rendimentos médios também apresentam grande desigualdade: em setembro do ano passado, eram R\$ 2.737 para homens e R\$ 2.360 para mulheres. Explicar a discrepância é uma das tarefas dos estudos de empreendedorismo feminino, campo de pesquisa em expansão no Brasil. Em 2016, a pesquisadora Jane Mendes Ferreira, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), fez um levantamento das publicações acadêmicas no país dedicadas ao tema entre 2000 e 2015 e encontrou 56 artigos de natureza diversa. Os autores observaram uma tendência de expansão das publicações: entre 2000 e 2005 foram 9 artigos (16,1% do total), mas entre 2011 e 2015 saíram 31, ou 55,3%.

Ferreira defende que uma atualização do estudo mostraria que a expansão continua a se acelerar. “Embora ainda não seja um grupo grande de pesquisadores, há cada vez mais interesse pelo estudo do empreendedorismo feminino. Os congressos sempre têm sessões dedicadas ao tema e artigos são constantemente publicados”, afirma Ferreira. “Esse grupo trabalha para fomentar e melhorar o empreendedorismo feminino, inclusive em parceria com instituições públicas e privadas”, completa.

Nessas duas décadas, os estudos documentaram as barreiras enfrentadas pelas empreendedoras. Na literatura, elas se dividem em três categorias: individuais (ligadas a temas psicológicos e familiares), organizacionais (o funcionamento do negócio) e ambientais (legislação, regulamentação). No plano individual, a necessidade de conciliar a vida familiar com a profissional, por exemplo, aparece de maneira mais aguda entre as mulheres do que entre os homens. Quando abordados pela perspectiva afetivo-emotiva, esses problemas são apresentados como ameaças. Mesmo algumas ameaças universais têm carga maior sobre as mulheres, pontua Nassif. É o caso do acesso ao financiamento: as entrevistadas se queixam de que o mero fato de serem mulheres reduz a probabilidade de receberem a aprovação de um crédito bancário. Nassif acrescenta que a barreira poderia ser contornada por meio de políticas públicas voltadas para as mulheres. “Estamos

muito atrasados nesse campo. As políticas para empreendedoras são ínfimas”, lamenta.

A pesquisadora estudou a maneira como as empreendedoras respondem às ameaças, denominando as respostas de “comportamentos de superação”. As entrevistadas manifestaram repetidamente a preocupação em aprender a reagir a situações de pressão, a procura por saídas dialogadas para os conflitos, além da busca de apoio em redes de contato. Nassif encontrou uma correspondência entre os tipos de ameaça e os comportamentos de superação. Um exemplo é o recurso ao apoio de parentes e amigos do sexo masculino, quando é necessária a interlocução com homens, sejam fornecedores, clientes ou financiadores. “Ao vender um produto, elas chamam o irmão ou o marido para acompanhá-las nas negociações. A simples presença do homem muda a atitude do interlocutor. A empreendedora também se sente fortalecida em um ambiente hostil. Muitas se referem ao ‘vigor’ dos homens, o que levou minha equipe a falar em termos da ‘rede de vigor masculino’”, observa.

O ângulo afetivo no empreendedorismo é um campo de pesquisa com muitos caminhos ainda por explorar. “O empreendedor faz escolhas o tempo todo, porque o mundo dos negócios é feito de decisões. Mas a tomada de decisão não é uma atitude plenamente racional, como gostamos de pensar. Está profundamente ligada à memória e às emoções: nossas memórias mais vivas são marcadas pelas emoções”, diz Ferreira. Segundo a pesquisadora, perder a capacidade de se emocionar é perder a capacidade de decidir. “Se uma pessoa sofre uma lesão na região do cérebro responsável pelas emoções, pode elaborar uma lista com as vantagens e desvantagens de qualquer escolha, e mesmo assim se mantém indecisa. Estudar as emoções é imprescindível para compreender as decisões de negócios.”

Andreassi acrescenta que ainda são poucos os cursos de empreendedorismo que exploram as questões emocionais, mas o tema aparece na teoria do *effectuation*, desenvolvida por Saras Sarasvathy, da Universidade da Virgínia, nos Estados Unidos. “Ela preconiza que, ao iniciar um negócio em áreas desconhecidas, não basta fazer planos e previsões. Mais importante é se conectar com pessoas e conseguir parceiros para a empreitada, estando sempre aberto para explorar as contingências que irão afetar o negócio. Nesse contexto, a carga afetiva se sobressai em relação à técnica racional”, observa.

Ferreira estuda o aspecto afetivo-emotivo da atuação das empreendedoras brasileiras pelo prisma da subjetividade, ou seja, a maneira como elas se enxergam e pensam sobre sua atividade empresarial, a partir da teoria da subjeti-

Explicar a discrepância de renda entre homens e mulheres é uma das tarefas dos estudos de empreendedorismo feminino



vidade do psicólogo cubano Fernando González Rey (1949-2019). Seu projeto atual investiga o potencial do empreendedorismo feminino na superação da violência doméstica, em parceria com Victor Rodrigo Amaral, mestrando na pós-graduação em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão e capitão da Polícia Militar paranaense. O projeto consiste em montar um programa de educação a distância que permita às vítimas abrir um negócio e, com isso, superar a insegurança causada pelo dia a dia de agressões.

A ideia nasceu do espanto do estudante ao constatar que 7,5% de todas as chamadas recebidas pelo telefone de emergência da corporação diziam respeito à agressão de mulheres por seus maridos, índice quase três vezes superior à média brasileira, de acordo com o Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP). Amaral observou que, em 2020, na Região Metropolitana de Curitiba e no litoral do Paraná, as 18.630 chamadas (9,1%) colocam a violência doméstica como segunda maior ocorrência, atrás da perturbação do sossego. “Só 19% desses chamados se encerraram como ocorrências de violência doméstica. Depois que a polícia chega ao local, a situação é enquadrada em outra natureza, ou então o delito não é constatado”, informa Amaral.

“Quando perguntadas por que não abandonam os cônjuges, as vítimas respondem que não poderiam se sustentar sozinhas. Perguntadas por que não trabalham por conta própria, manifestam a convicção de que não são capazes. Por trás dessa resposta, não está a falta de qualificação especificamente, mas a perda de confiança na própria capacidade, que se origina

nos abusos”, diz Ferreira. “A violência física é só parte da violência doméstica. Essas mulheres sofrem uma agressão psicológica que afeta quem elas pensam que são, o que acham que podem fazer. Assim se constitui a subjetividade delas. Esse medo e essa certeza as impedem de se libertarem.”

Além de fonte de renda, a expectativa com a criação do programa de educação a distância é que a abertura do negócio próprio transforme a visão das mulheres agredidas sobre si próprias. “A subjetividade humana tem grande plasticidade. É possível romper o ciclo da humilhação e fazer com que elas se vejam como pessoas capazes, entendendo que podem se sustentar com o próprio trabalho”, diz a professora da UFPR.

A finalidade prática também é um componente da tipologia das ameaças, segundo Nassif. “Nosso propósito é levar a metodologia, com a escala de ameaças, aos programas de formação de empreendedores. Embora a escala tenha foco nas mulheres, desenvolvemos uma versão que capta as ameaças vivenciadas por homens”, diz. Em paralelo, a tipologia e a quantificação das ameaças também têm como objetivo influenciar políticas públicas focadas no feminino, que a pesquisadora considera insuficientes. “Se temos um Ministério das Mulheres, é imprescindível que existam políticas para fomentar o empreendedorismo delas”, argumenta Nassif. ■

Projeto

A influência das ameaças de gênero e do comportamento de superação na satisfação do trabalho e na família de empreendedoras (nº 19/10009-1); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisadora responsável** Vânia Maria Jorge Nassif (Uninove); **Investimento** R\$ 67.823,34.

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



ANTROPOLOGIA

UM OLHAR INDÍGENA SOBRE A SAÚDE



JAIDER ESBELL, OPAJE CURANDO COM TABACO, 2020 © GALERIA JAIDER ESBELL DE ARTE INDÍGENA CONTEMPORÂNEA

Pesquisadores de diversas etnias discutem os cuidados com o corpo a partir das perspectivas de cada povo

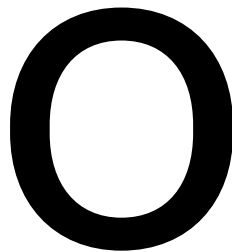
Ana Paula Orlandi

Em 2009, a menina Luciane, sobrinha do antropólogo João Paulo Lima Barreto, da etnia Tukano, foi picada por uma cobra venenosa na comunidade onde vive, no interior do Amazonas. A princípio, a dor e o inchaço no pé da criança, então com 12 anos, foram controlados por meio de práticas medicinais indígenas, como o uso de plantas. Por sugestão do agente indígena da saúde local, ela foi levada para um posto de saúde em Pari-Cachoeira, no município de São Gabriel da Cachoeira, para continuar o tratamento. “Lá, ela foi atendida por uma enfermeira que estava no período menstrual, como minha família soube posteriormente, ao indagar a equipe médica. Em nossa cultura, uma pessoa que sofreu picada de cobra venenosa não pode ter contato algum com mulheres menstruadas”, recorda Barreto. “Isso fez piorar o quadro de saúde de Luciane.”

A menina foi transferida para um hospital em Manaus, onde a equipe médica sugeriu a amputação de seu pé esquerdo. A família se posicionou contra. “Meu pai e dois tios garantiram que não era necessária a amputação. Bastava fazer o tratamento com práticas indígenas aliadas à medicina alopática. Mas nossa proposta foi rejeitada pelos médicos daquele hospital”, conta Barreto. Com apoio do Ministério Público Federal, a menina foi levada para outra unidade de saúde e passou a ser atendida por uma equipe médica que aceitou trabalhar em conjunto com os especialistas indígenas. “O tratamento deu certo. Hoje Luciane está bem, embora tenha ficado com leves sequelas, como a diminuição dos movimentos do pé”, relata o pesquisador.

O episódio inspirou Barreto a investigar o tema em seu doutorado na área de antropologia que resultou na tese “Kumuã na kahtiroti-ukuse: Uma ‘teoria’ sobre o corpo e o conhecimento prático dos especialistas indígenas do alto rio Negro”, defendida em 2021, na Universidade Federal do Amazonas (Ufam). No estudo, Barreto postula a revisão de conceitos usualmente adotados nos campos da saúde coletiva e da antropologia. Além disso, propõe o uso de categorias e termos em língua indígena. No ano passado, o trabalho foi escolhido como a melhor tese de arqueologia e antropologia pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e tornou-se livro, lançado pelo Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB).

Um dos termos costumeiramente usados de modo genérico é “pajé”, segundo o antropólogo. “O pajé costuma ser imaginado como um velhinho que tem poder de transitar entre o universo dos deuses ou dos mortos, que conversa com os animais, plantas ou minerais para adquirir poderes sobrenaturais. É um imaginário muito exotizante que a mídia, os livros didáticos e a própria ciência difundem na sociedade não indígena”, escreveu, em artigo de 2017. De acordo com Barreto, a palavra, mesmo que em língua tupi-guarani, não consegue traduzir a diversidade de funções dos especialistas indígenas da saúde. “No caso tukano, eles são três: *yai*, *kumu* e *baya*”, diz a *Pesquisa FAPESP*. “Todos dividem a mesma base de formação, mas cada um tem sua especialidade de cura. Em linhas gerais, *yai* é o responsável pelos diagnósticos, enquanto o *kumu* realiza os tratamentos. O *baya*, além de mestre de festas e danças, é também *kumu*.” Além disso, segundo Barreto, é preciso decolonizar a tradução do termo pelo viés da religião. “Categorias ou conceitos como sagrado, fé, espíritos, rezador, benzedor, bem e mal são importados de um modelo teológico cristão e colonizador. As práticas de cuidado com a saúde e cura dos povos indígenas não estão no campo da religião, da teologia. Os *kumuã*, plural de *kumu*, portanto, não são religiosos.”



pai do pesquisador, Ovídio Lemos Barreto, e dois de seus tios paternos, Manoel Lima e Durvalino Moura Fernandes, são *kumuã* e coorientaram a tese com o antropólogo Gilton Mendes dos Santos, da Ufam.

“Os *kumuã* são reconhecidos detentores de conhecimentos indígenas no alto rio Negro. Barreto, Fernandes e Lima foram imprescindíveis para a pesquisa de João Paulo, para suas inquietações, descobertas e formulações”, explica o orientador. Segundo Santos, a inclusão deles como coorientadores foi exclusivamente decisão do doutorando

e dele, e não foi submetida a nenhuma instância formal do programa ou da universidade, que, “lamentavelmente, como em outras, não admite lugar a esses sujeitos e seus saberes em suas estruturas institucionais acadêmicas”.

Outro conceito abordado por Barreto no trabalho é *bahsese* – “um recurso terapêutico e de comunicação com os *waimahsã*. Segundo nossa cosmologia, na origem do mundo um grupo de *waimahsã* foi escolhido para se transformar em humano, enquanto os demais, preteridos, passaram a habitar a água, a terra e o ar. Até hoje costumam se vingar por terem sido excluídos e trazem doenças aos humanos”, conta Barreto, que é também um dos fundadores do Centro de Medicina Indígena Bahserikowi, em Manaus, onde realizou a pesquisa etnográfica. “No meu entender, a palavra ‘benzimento’, com seu viés cristão, não dá conta de expressar o sentido epistemológico do termo como é compreendido pelos Tukano.”

Barreto utiliza o termo “medicina indígena” no lugar de expressões como “saberes ancestrais” e “conhecimento tradicional”. “Esses rótulos precisam ser questionados, porque passam a ideia de que os indígenas têm uma forma de conhecimento menos legítima, inferior, por não ser científica. O trabalho de João Paulo mostra que são outras formas de conhecimento e devem ser respeitadas como tal”, observa o antropólogo João Pacheco de Oliveira, professor da Ufam e do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

A médica sanitária Sofia Mendonça concorda. “É possível falar, sim, em medicinas indígenas e no plural, pois se constituem como sistemas sofisticados com práticas de prevenção e de cura que variam muito entre as etnias. A terminologia também costuma mudar e a palavra ‘pajé’, por exemplo, pode fazer sentido e ser utilizada por alguns grupos indígenas, como aqueles do Xingu”, diz Mendonça, coordenadora do Projeto Xingu, programa de extensão universitária da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). “Porém, independentemente de rótulos, o importante é valorizar esse conhecimento, que pode, inclusive, ampliar nosso olhar sobre o processo de adoecimento.”

“Não é possível dizer que a biomedicina é melhor do que a medicina indígena e vice-versa, porque ambas têm limitações. O ideal é que sejam feitas de forma integrada”, acrescenta o oftalmologista Rubens Belfort Junior, professor titular da Unifesp. Ele lembra que essa concepção norteou a criação do Projeto Xingu, em 1965, idealizado por Roberto Geraldo Baruzzi (1929-2016), da mesma universidade, e pelo sertanista Orlando Villas-Boas (1914-2002), então diretor do Parque Indígena do Xingu, localizado no Centro-Oeste brasileiro. “Assim, o médico que pratica a medicina ocidental e o especialista em medicina in-

Pesquisadores indígenas têm grande dificuldade para publicar trabalhos e participar de eventos de saúde coletiva, diz Machado

dígena aprendem um com o outro”, diz Belfort Junior, que ingressou no Projeto Xingu nos anos 1970 e desde a década de 1980 realiza projetos de saúde ocular na região Norte do país, que contemplam indígenas e outras populações locais.

A discussão não é nova. De acordo com Oliveira, o antropólogo, médico e radialista Edgard Roquette-Pinto (1884-1954) escreveu em “O exercício da medicina entre os indígenas da América”, título de seu trabalho de conclusão de curso em 1906 na então Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro (hoje unidade da UFRJ), que as sociedades indígenas produziam conhecimento sobre doenças e esse conhecimento deveria ser objeto de investigação e de incorporação à sociedade não indígena. “Ele registra, inclusive, que existiam técnicas para lidar com doenças psicológicas, isso em um momento em que a psicanálise fazia seus primeiros voos no mundo”, conta Oliveira, um dos pioneiros em estudos pós-coloniais no Brasil.

“Infelizmente há ainda grande resistência por parte dos profissionais da saúde em incorporar esses conhecimentos indígenas tanto na prática quanto na academia”, afirma o médico Douglas Rodrigues, coordenador do Ambulatório do Índio, vinculado à Unifesp. “É difícil, por exemplo, quebrar essa visão etnocêntrica que menospreza outros conhecimentos, como o indígena. Mas vale lembrar que se o médico que pratica a medicina ocidental cursa, em geral, seis anos de graduação e quatro de residência, a formação de um pajé do alto Xingu pode levar até duas décadas”, informa. Segundo Rodrigues, nos últimos 20 anos a discussão sobre o encontro de diferentes tradições médicas vem avançando no campo da antropologia por meio de conceitos como “intermedicalidade”, desenvolvido nos anos 1990 pelo antropólogo norte-americano Shane Greene. Para Greene, essa integração costuma resultar em uma forma de domínio da biomedicina sobre a medicina indígena. “A biomedicina e outras áreas da saúde precisam debater mais esse assunto”, observa.

“Desde os tempos coloniais, as práticas de cura não europeias eram atreladas à feitiçaria e à magia identificadas no dia a dia da população local e sobressaiam-se como próprias das culturas indígenas e africanas”, escreve a historiadora Diádiney Helena de Almeida, da etnia Pataxó, em um dos capítulos da coletânea *Vozes indígenas na produção do conhecimento: Para um diálogo com a saúde coletiva* (Hucitec, 2022). “No século XIX, os médicos não reconheciam a relevância e a existência de sistemas e práticas que, fora do âmbito científico da medicina, pudessem ser

consideradas viáveis e eficientes no tratamento das doenças. Mas tal descrédito sempre esteve no âmbito da retórica, pois na prática eram observadores e experimentadores das práticas de curas socialmente reconhecidas, principalmente no que diz respeito ao uso das ervas.”

A publicação é fruto de parceria entre a Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP-Fiocruz) e um grupo de pesquisadores indígenas de diversas regiões do país. “Apesar de ter crescido o número de estudantes indígenas no ensino superior brasileiro a partir do início do século XXI, esses pesquisadores ainda têm grande dificuldade para publicar seus trabalhos e participar de eventos no âmbito da saúde coletiva”, constata o sociólogo Felipe Rangel de Souza Machado, investigador da escola e um dos organizadores da iniciativa. “Além do preconceito, alguns deles enfrentam questões decorrentes do fato de ter a língua portuguesa como segundo idioma e a falta de referenciais bibliográficos indígenas.”

O corpo editorial da publicação é composto por pesquisadores indígenas, a exemplo do próprio Barreto. Além disso, todos os 21 artigos têm como primeiro autor pesquisadores de etnias espalhadas pelo Brasil. “Há discussões sobre educação e território, por exemplo, já que a saúde é um conceito muito amplo dentro da perspectiva indígena. Trata-se de uma medicina em que o bem-estar humano está intrinsecamente ligado ao território e ao respeito ao meio ambiente”, relata Machado.

“Os povos indígenas estão mobilizados pelo direito a uma saúde que respeite suas especificidades culturais”, constata Almeida, doutora em história das ciências e da saúde pela Fiocruz e professora da Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc), na Bahia. Exemplo disso, segundo a estudiosa, é *Hitupmâ'ax: Curar*, produzido por estudantes da etnia Maxacali do curso de Formação Intercultural de Educadores Indígenas da Universidade Federal de Minas Gerais (Fie-UFMG). “É um livro escrito para servir de manual aos profissionais da saúde que são enviados para aquele território. Entre outras coisas, os Maxacali denunciam as trocas constantes de equipe médica, o que acaba prejudicando o atendimento”, conta Almeida sobre a publicação lançada em 2008, pela UFMG e Núcleo Literaterras, da Faculdade de Letras daquela instituição. “São ideias que trazem uma experiência intercultural extremamente rica e que deveriam se tornar leitura obrigatória em cursos de formação de profissionais da saúde de forma geral”, finaliza a historiadora. ■

Artigo científico

BARRETO, J. P. L. Bahserikowi – Centro de Medicina Indígena da Amazônia: Concepções e práticas de saúde indígena. *Amazônica – Revista de Antropologia*. v. 9, n. 2, p. 594-612. 2017.

O SABER ECONÔMICO COMO VETOR DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

Michael França amplifica as discussões sociais e raciais por meio da escrita e do debate público

Minha carreira acadêmica foi acidental e não se desenvolveu de forma linear. Essa trajetória não começou comigo, mas com as oportunidades que meus pais tiveram – afinal, há evidências científicas que apontam para uma transmissão intergeracional do *status* socioeconômico, que pode ampliar ou limitar as possibilidades de escolhas. Nesse sentido, meu percurso se inicia antes de mim. Meu pai é um retirante nordestino que chegou ao Sudeste, em

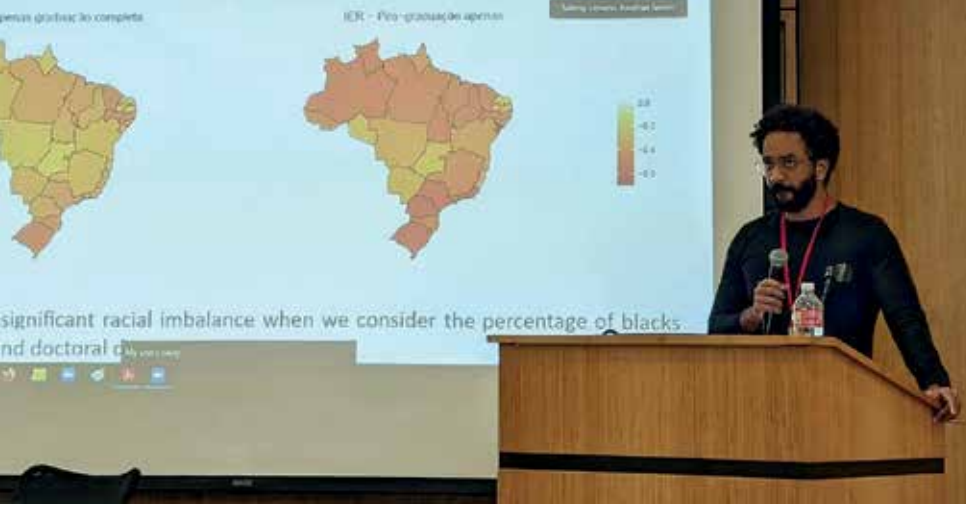
busca de trabalho, com 14 anos. Primeiro se estabeleceu em São Paulo, depois em Minas Gerais. Minha mãe é mineira e, por muito tempo, foi empregada doméstica. Economicamente minha família era considerada de baixa renda. Em relação à formação, frequentei uma escola pública na periferia de Uberaba, em Minas. Lá, não havia perspectiva de futuro para os alunos, majoritariamente, oriundos das comunidades mais pobres da região. Nesse contexto, estudantes e professores estavam em total desamparo.

Não compreendia o sentido de estudar, queria apenas concluir o ensino básico para trabalhar. Até que meu irmão mais velho me incentivou a prestar vestibular em uma universidade pública. Percebi que por meio da educação eu poderia ter alguma mobilidade social. Para isso, estudava cerca de 15 horas por dia. Em 2007, aos 18 anos, ingressei no curso de economia da Unesp [Universidade Estadual Paulista], *campus* de Araraquara. Todo meu esforço foi recompensado ao final da faculdade, quando recebi o diploma de mérito como melhor aluno da turma.

Na universidade, meu objetivo era concluir a graduação para entrar no mercado de trabalho. Nos primeiros anos, ansiava por um estágio, não vislumbrava a pesquisa como ocupação profissional. No entanto, comecei a participar de um grupo de estudos voltado para economia industrial, cuja agenda de pesquisa passou a me interessar. Apoiado por uma bolsa da FAPESP, fiz minha iniciação científica nessa área, sob a orientação de Enéas Gonçalves de Carvalho. A bolsa não apenas legitimou a pesquisa, como também me permitiu sair de uma situação financeiramente complicada.

Ao término da graduação, em 2010, queria novas vivências acadêmicas. Decidi fazer o mestrado na Universidade de São Paulo. Fiquei em uma ótima posição no exame da Anpec [Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia], o que me habilitou a ingressar na FEA [Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária], sob a orientação de Joe Akira Yoshino e com uma bolsa do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico]. No mestrado e no doutorado, por causa da minha situação financeira, precisei morar na favela São Remo, ao lado da Cidade Universitária, no bairro do Butantã.

A pós-graduação foi uma época de descobertas. Experimentei diversas áreas do conhecimento econômico, não tinha clareza de qual seria o meu campo de atuação. No projeto de mestrado,



Michael França: rotina na sala de aula, dentro e fora do Brasil

concentrei-me em economia financeira. Imediatamente percebi que foi um equívoco. Não conseguia me identificar com o assunto e, não raramente, com certos aspectos da visão de mundo daquela comunidade de pesquisadores. Tive algumas ofertas de emprego nesse período, inclusive com excelentes salários, mas recusei pela falta de afinidade.

Embora tivesse boas notas e resultados, concluir um mestrado focado em estimar o prêmio de risco do Brasil foi exaustivo. Em 2015 cheguei a representar a USP em uma competição mundial de econometria em Amsterdã, na Holanda. Nossa equipe não foi classificada para a final, mas ficamos entre as poucas que conseguiram completar o *case*.

Cogitei não dar continuidade à carreira acadêmica. Estava desmotivado com a pesquisa em finanças. A realidade começou a mudar depois que soube que o professor Naércio Menezes Filho, da FEA-USP, procurava alguém para uma vaga de assistente de pesquisa no Insper, instituição em que ele também é docente. Fui aprovado na seleção e tive a oportunidade de colaborar com uma pesquisa que procurava testar a existência de um efeito, ainda não explorado, do programa Bolsa Família, do governo federal. O objetivo era verificar se a maior inclusão de estudantes pobres nas escolas públicas repercutiu em uma migração dos melhores alunos para escolas particulares. Pela primeira vez na economia tive contato com a temática social. Os números no computador não eram mais apenas ativos financeiros, mas, sim, pessoas. Isso fez toda diferença. Encontrei o sopro que precisava para persistir na vida acadêmica.

No doutorado, também na USP, ao me debruçar sobre economia social, fiz uma dupla descoberta: intelectual e pessoal.

Encontrei meu lugar como pesquisador e adquiri uma autocompreensão da minha própria trajetória. A tese representa um divisor de águas na minha carreira. Iniciei o doutorado, em 2016, na área de economia social, sob a orientação de Eduardo Amaral Haddad. Com apoio da FAPESP, pude realizar uma temporada de pesquisa na Universidade Columbia, em Nova York, nos Estados Unidos, sob a supervisão de Rodrigo Reis Soares. Na tese, explorei a relação das taxas de fecundidade com o desenvolvimento socioeconômico do Brasil. Além de realizar estimativas de distribuição de renda, manejei dados de diferentes naturezas, como climáticos e midiáticos.

Em 2020, comecei um pós-doutorado no Insper sob a supervisão de Sérgio Pinheiro Firpo, que veio a se tornar um amigo. A pesquisa investigava se estava havendo discriminação racial nos hospitais. O estudo verificou, nos momentos de maior crise hospitalar da Covid-19, que havia menor acesso de pacientes autodeclarados pretos às UTIs. Esse trabalho repercutiu bastante. Mais tarde, contribuí com outros projetos da pauta racial, como a criação de algoritmo de investimento de equidade racial e o desenvolvimento do Índice Folha de Equilíbrio Racial, por solicitação do jornal *Folha de S.Paulo*. O tema racial ainda é pouco explorado na economia, por isso, em 2020, criamos o Núcleo de Estudos Raciais do Insper, hoje sob minha coordenação. Atualmente somos 14 pesquisadores.

Se esse percurso acadêmico não me tornou, em um primeiro momento, um especialista, possibilitou-me ter uma percepção mais ampla da economia. Aos 34 anos, constato que adquiri a capacida-

de de fazer algumas interlocuções entre distintas áreas e de dialogar com pessoas de diferentes classes sociais. Estou atento à visão de mundo de quem vive na periferia, bem como à de uma pessoa rica. Esse ganho aparece não apenas nas pesquisas que desenvolvo, mas nas minhas intervenções no debate público, o que me dá ainda mais confiança para continuar. Aliás, devo isso ao minicurso de escrita do Insper, quando descobri que sabia e podia escrever.

Apesar do esforço contínuo de escrever em uma linguagem acessível como colunista de um grande jornal, tenho consciência de que, como homem negro, o viés racial e social do país limita alcançar determinados públicos. A despeito do custo acadêmico de gastar tempo em outras atividades além da pesquisa, insisto. Compreendo que o conhecimento técnico-científico é uma força de transformação social. Cabe, então, fazê-lo chegar a várias camadas e grupos sociais do país.

Tenho uma rotina bastante diversificada. Minhas atividades se dividem entre os projetos de pesquisa, a coordenação do Núcleo, a coluna na *Folha de S.Paulo* e, nesse momento, a temporada como pesquisador visitante na Universidade Stanford, nos Estados Unidos. Em razão dos meus textos e das minhas participações em eventos, tenho sido bastante demandado a intervir no debate público e a oferecer contribuições, sobretudo em pautas referentes às desigualdades sociais e às políticas públicas. No futuro, não descarto participar da política institucional, como técnico ou candidato a um cargo eleitoral. A propósito, já tive ótimos convites. Por ora, recusei todos. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A ALINE NOVAIS DE ALMEIDA

SAIBA MAIS

Página do Núcleo de Estudos Raciais do Insper





O FÍSICO QUE CONSTRUÍA PONTES

Jean Meyer mostrou que a ciência de energias alternativas poderia ser um motor do desenvolvimento brasileiro

Danilo Albergaria

O homem teve três primeiros nomes diferentes, duas nacionalidades e nenhum diploma de físico. Mesmo sem um papel que lhe conferisse formalmente graduação e pós-graduação, João Alberto Meyer (1925-2010), mais conhecido como Jean Meyer, foi um físico que atuou em algumas das mais prestigiadas instituições de pesquisa do mundo. Contribuiu com o desenvolvimento experimental da física de partículas na Europa, principalmente na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern), em Genebra, na Suíça, e liderou um projeto pioneiro de estudo sobre fontes de energias alternativas na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) na década de 1970. Para quem o conheceu, Meyer foi um construtor de pontes científicas e humanas, capaz de aglutinar estudantes e liderar projetos interdisciplinares como poucos.

Meyer aos 40 anos, quando vivia na França; abaixo, câmara de bolhas construída no Centro de Pesquisas Nucleares de Saclay em uso no Cern nos anos 1960

João Alberto nasceu Hans Albert, na então cidade-estado de Danzig (atual Gdansk, na Polônia), de uma família judia em boa situação econômica. Em 1935, deixando parte do patrimônio para trás, os Meyer fugiram da crescente perseguição antissemita para a França. Em um dos mais tradicionais liceus de Paris, Hans tornou-se Jean. “É o nome pelo qual até hoje a família e muitos amigos usam para se referir a ele”, esclarece o físico Bruno Meyer, consultor na área de energia na França e um de seus quatro filhos.

Diante da iminente invasão alemã à França, em 1940, os Meyer fugiram novamente, primeiro para Madri e depois para São Paulo. Com a família sob estresse financeiro, o garoto Jean teve de trabalhar, mesmo demonstrando excelente desempenho na escola e tendo completado o equivalente ao ensino médio no Liceu Pasteur de São Paulo aos 16 anos.

Como operário da empresa química Orquima, ele fez um pouco de tudo, incluindo limpar banheiros, conta seu filho. Acabou conhecendo o diretor científico da empresa, Pawel Krumholz (1909-1973), um químico polonês naturalizado brasileiro que o promoveu a técnico de laboratório. A admiração por Krumholz motivou Meyer a fazer uma faculdade. Em meados dos anos 1940, ele procurou o curso de química da Universidade de São Paulo (USP), mas na época não se aceitavam diplomas de colégios franceses para ingresso no ensino superior. Foi encaminhado para uma conversa com o físico ítalo-ucraniano Gleb Wataghin (1899-1986) na nascente Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, em 1934. Impressionado com as habilidades práticas de Meyer no manuseio de equipamentos do laboratório, Wataghin se convenceu de que o jovem devia se tornar físico e prometeu dar um jeito na questão do diploma. “Ele nunca deu, mas o ponto fundamental é que entrei na física por esse artifício”, contou Meyer em 1977 em entrevista ao projeto História da Ciência no Brasil, da Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro.

Na São Paulo do início dos anos 1940, a física moderna era debatida por professores e estudantes num clima de efervescência intelectual, que incluía noites de seminários sobre mecânica quântica e relatividade geral, na casa do físico pernambucano Mário Schenberg (1914-1990) (ver Pesquisa FAPESP nº 307). Schenberg organizava os seminários e debatia os tópicos mais recentes da física moderna, mas também havia conversas sobre filosofia e artes com escritores, pintores e filósofos. “Eram poucos alunos para muitos professores”, nas palavras de Meyer. Foi nesses seminários que Meyer descobriu a física de partículas, à qual dedicaria a maior parte da carreira.

No início dos anos 1950, já naturalizado brasileiro e tornado oficialmente João Alberto, Meyer ocupou o posto de assistente de pesquisa em física na USP. Recém-casado com a professora e crítica literária brasileira Marlyse Meyer (1924-2010), em 1952 voltou à França

com uma bolsa de pesquisa. Passou um ano na Escola Politécnica de Paris, onde se familiarizou com um dos principais temas daquele momento, as câmaras de bolhas, um aparato fundamental para se observar, na época, as propriedades dos fragmentos resultantes de colisões entre partículas subatômicas. De volta à USP nos anos 1950, ele viu-se na inusitada situação de ser ao mesmo tempo assistente e aluno – a falta do diploma também foi um pretexto para lhe pagarem um salário que considerou muito baixo. Em 1956, foi pesquisar na Universidade de Pádua, na Itália. A remuneração modesta foi compensada com a chance de construir a primeira câmara de bolhas da Europa, inventada nos Estados Unidos anos antes.

NA FRANÇA E NA SUÍÇA

O sucesso da experiência em Pádua rendeu-lhe um convite do Centro de Pesquisas Nucleares de Saclay, na França, para montar um grupo de estudos e desenvol-



Na Unicamp, em 1975: Meyer (em pé), idealizador do Laboratório de Hidrogênio, ladeado por César Lattes e Carola Dobrigkeit, ambos do Instituto de Física



vimento de câmaras de bolhas. “A reputação científica dele, da qual se orgulhava discretamente, veio principalmente por sua contribuição no desenvolvimento e uso científico desses instrumentos”, afirma o físico Marcus Zwanziger, professor aposentado da Unicamp. Os experimentos e o desenvolvimento de aparato experimental foram suas maiores vocações. “Ele era um físico de inclinação muito mais experimental do que teórica”, diz o físico Cylon Gonçalves da Silva, professor emérito da Unicamp.

Meyer passou 13 anos em Saclay trabalhando com as câmaras de bolhas até receber uma proposta para fazer parte do time de físicos do Cern, em 1969. O emprego na Suíça era permanente e o salário excelente. Ficou no centro como pesquisador por seis anos e meio, até começar a pensar que aquilo tudo fazia diferença

para pouca gente. “É claro que é fundamental saber como é feita a matéria”, ele diria na mesma entrevista de 1977, “mas não interessava à coletividade”. Seu desejo era também contribuir de alguma forma para melhorar a vida das pessoas e, principalmente, dos brasileiros.

Nesse longo período na Europa, com frequência Meyer e a esposa pensaram em voltar ao Brasil com os filhos, o que só aconteceu em meados dos anos 1970. No final de 1973, ocorreu a Guerra do Yom Kippur, conflito envolvendo Israel contra Egito e Síria, e, com ela, o choque do petróleo. Meyer já vinha alertando autoridades e cientistas brasileiros sobre a necessidade de um país como o Brasil, ainda com uma exploração incipiente de petróleo, desenvolver fontes alternativas de energia. Ele fez um breve estudo em 1972 sobre as consequências de um

hipotético esgotamento de combustíveis fósseis, que não repercutiu. Até que, com o preço do petróleo na estratosfera, os operadores da política científica brasileira perceberam a necessidade de desenvolver alternativas energéticas. A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) trouxe Meyer oito vezes de dezembro de 1973 a janeiro de 1975 para organizar seminários sobre o tema e, em 1975, garantiu-lhe todo o financiamento necessário para um ambicioso projeto de energias alternativas, com a condição de que ele próprio o liderasse.

Animado com a perspectiva de contribuir com pesquisas aplicadas ao desenvolvimento do Brasil, Meyer trocou o Cern pela Unicamp, onde formou uma equipe que projetou usos de energia solar no beneficiamento de produção agrícola e desenvolvimento de automóveis movidos a hidrogênio. “Conseguimos mostrar que o processo de secagem de grãos e de cacau poderia ser feito com energia solar por uma fração do preço de consumo de petróleo. Também mostramos que era possível fazer um utilitário híbrido, movido a hidrogênio e diesel”, conta Zwanziger, um dos colaboradores mais próximos de Meyer no projeto.

Era um projeto genuinamente interdisciplinar. “No ambiente acadêmico elástico e plástico da Unicamp, Jean conseguiu conectar especialistas de variadas competências que em outras instituições costumavam trabalhar isolados. Éramos físicos, engenheiros mecânicos, elétricos, químicos, de alimentos, todos compartilhando projetos, tarefas, laboratórios, ideias, apoio e vida social”, recorda Zwanziger. Bruno Meyer diz que sempre ficou espantado com a capacidade de seu pai em aglutinar pessoas em torno de um projeto e conservar amizades.

Essa capacidade foi um dos ingredientes que levaram o físico ao cargo de diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo da FAPESP, que exerceu entre 1976 e 1980. Por quatro anos, suas conexões políticas na Finep garantiram o fluxo de verba necessária para as pesquisas em energias alternativas. Mas a crise do petróleo amenizou, a diretoria da Finep mudou, o entusiasmo do governo brasileiro esfriou e a fonte de dinheiro secou. Zwanziger conta que



O pesquisador (no centro) e o físico Roberto Salmeron (de bigode, à esq.) no Síncrotron, em 1990

a picape a hidrogênio e diesel rodava pela Unicamp e pelo distrito de Barão Geraldo, em Campinas, e impressionou muita gente, mas a visibilidade não foi suficiente para despertar o interesse das montadoras de automóveis.

Segundo o pesquisador, não houve massa crítica empresarial com capacidade de investimento e mobilização da cadeia produtiva suficiente para bancar os processos de secagem de grãos com energia solar. “Morremos antes de chegar à praia”, lamenta. “Estávamos no caminho certo, mas não no momento certo.” Hoje, por motivos diferentes, com a crise climática, as pesquisas com energias renováveis estão a todo vapor no mundo inteiro, incluindo a renovação do interesse pelo hidrogênio veicular.

APOIO AO LNLS

Desgostoso e separado, Meyer voltou à França em 1980, onde se casou novamente e foi pai pela quarta vez. Foi contratado pelo mesmo laboratório da Escola Politécnica de Paris em que tinha trabalhado quase 30 anos antes. Nunca mais voltou ao Brasil, mas os laços afetivos com o país – o mote de muitos de seus desenhos e pinturas, outra de suas habilidades – ainda o fariam dar uma última contribuição à ciência brasileira.

Meyer foi peça-chave no projeto do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas, destravando os processos de importação de equipamentos da Europa. “Precisávamos importar equipamentos sofisticados,

Com Marcus Zwanziger (à dir.) em Campinas, em 1995



dos, alguns de uso civil e militar”, conta Gonçalves da Silva, que coordenou a implantação do LNLS, no final dos anos 1980. “Era necessária uma licença de importação do país fabricante, mas, para comprar, era preciso também uma autorização do governo brasileiro. A burocracia emperrava os processos e, quando um se concluía, o outro perdia a validade.”

Ainda no começo do processo de implantação do laboratório, em 1987, Meyer interveio e vislumbrou uma ponte entre o Cern e o projeto brasileiro. “Jean nos explicou o processo de compra de equipamentos do Cern: havia uma conta para cada equipe de cada país participante. Quando os cientistas pediam para comprar alguma coisa, o Cern pagava e debitava o valor da conta-equipe dos cientistas que solicitaram o gasto, sem

muita burocracia”, afirma Silva. Meyer colocou-o em contato com o italiano Carlo Rubbia, prêmio Nobel de Física de 1984 e diretor do Cern na época. O resultado da reunião foi a abertura de uma conta-equipe no centro de Genebra para o projeto do LNLS, por meio da qual os brasileiros conseguiram comprar equipamentos eletrônicos fundamentais para a construção do laboratório, inaugurado em 1997.

Obrigado pela legislação francesa a se aposentar em 1990, Meyer continuou atuando num programa de acolhimento para estudantes estrangeiros na Escola Normal Superior de Lyon. Construindo pontes, como sempre. Ele morreu em 2010 em decorrência de um acidente vascular cerebral, aos 85 anos, depois de conviver 10 anos com a doença de Alzheimer. ■



Protótipo do primeiro veículo híbrido da Unicamp no Salão do Automóvel de 1995



OBITUÁRIO

O FASCÍNIO DOS ARQUIVOS

Bellotto durante seminário, em novembro de 2007, com especialistas na área de arquivística

A historiadora Heloísa Bellotto ajudou a modernizar a gestão documental no Brasil

Diego Viana

Para alguém que trabalha com arquivos no Brasil, é grande a probabilidade de ter cruzado os caminhos da historiadora Heloísa Liberalli Bellotto, como aluno, colega ou leitor. Bellotto, que morreu em São Paulo em 1º de março aos 88 anos, fundou cursos, lecionou em vários estados do país, além de Portugal e Espanha, e é autora de obras de referência em arquivologia no Brasil.

Seu principal legado teórico foi o desenvolvimento do processo de identificação de documentos a partir dos conceitos de espécie e tipo, segundo a historiadora Ana Maria Camargo, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), coautora com Bellotto no *Dicionário de terminologia arquivística* (Secretaria de Cultura, 1996). A espécie designa a estrutura de um documento de acordo com suas funções. Por exemplo, contratos e relatórios são espécies. Os tipos dizem respeito ao uso daquela espécie: contratos de locação ou trabalho, relatórios de pesquisa ou auditoria.

“Esse foi um desenvolvimento importante para a arquivologia, algo que não foi feito nem na Espanha, país onde ela se especializou e é muito avançado nesse campo”, comenta Camargo. “Heloísa conseguiu inserir no trato com os arquivos o que há de mais importante neles: sua funcionalidade, a relação indissolúvel entre os documentos e as atividades que lhes deram origem.”

De acordo com o historiador Thiago Nicodemo, coordenador do Arquivo Público do Estado de São Paulo, o trabalho de Bellotto proporcionou uma evolução significativa na gestão documental. “Ela ajudou a pensar que o arquivo não é um lugar onde se depositam papéis velhos, mas o cérebro de uma operação que permite saber onde as coisas estão, para que não haja perda”, resume.

Nascida no Rio de Janeiro em 1935, Heloísa Bellotto se mudou para São Paulo aos 9 anos. Graduada em história pela USP, em 1959, e biblioteconomia pela Escola de Sociologia e Política de São Paulo, em 1956, a pesquisadora obteve seu doutorado em história também pela

USP, em 1976, com uma tese intitulada “O governo do Morgado de Mateus: Primórdios da restauração da Capitania de São Paulo (1765-1775)”. Especializou-se em arquivística na Escuela de Documentalistas, em Madri, na Espanha, em 1977. Também realizou cursos de especialização nos Arquivos Nacionais de Paris, em 1979, e na Administração Nacional de Arquivos e Documentos dos Estados Unidos, em Washington, em 1987.

Em 1969, tornou-se pesquisadora do Instituto de Estudos Brasileiros (IEB) da USP. A despeito de ter se aposentado em 1990, continuou orientando trabalhos de pós-graduação pela FFLCH. Em 1986, estruturou o curso de especialização em arquivística do IEB, um dos principais centros de formação da área em São Paulo. Durante duas décadas, passaram por esse curso mais de 600 estudantes, de todo o Brasil, da América Latina e da África. “Bellotto ajudou a profissionalizar a carreira do arquivista. Em São Paulo, por muito tempo os arquivos foram dependentes do curso do IEB”, comenta Nicodemo.

Bellotto foi fundadora do curso de graduação em arquivologia da Universidade de Brasília (UnB), em 1991. Sobre esse curso, declarou em entrevista ao site da universidade no ano passado que pôde colocar em prática suas principais ideias sobre a formação do arquivista: reduziu a proporção de aulas de história e biblioteconomia, ampliando o tempo dedicado ao direito e à gestão. Lecionou também na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio), na Universidade Internacional da Andaluzia, em Huelva, Espanha, entre outras escolas.

Entre 1998 e 2011, foi consultora do projeto Resgate, ambiciosa iniciativa de digitalização dos documentos do Conselho Ultramarino do império português, instituição responsável pela administração das colônias. Hoje, os documentos estão preservados no Arquivo Histórico Ultramarino, em Lisboa. Bellotto coordenou a recuperação dos papéis relativos à capitania de São Paulo, além de preparar, tecnicamente, os pesquisadores para o trabalho. A historiadora afirmava que foi possível microfilmear e catalogar cerca de 300 mil documentos.

Segundo a historiadora Ana Canas Delgado Martins, diretora do Arquivo Histórico Ultramarino (AHU) e pesquisadora do Centro de História da Uni-

versidade de Lisboa, Bellotto também “marcou mais de uma geração de arquivistas” do outro lado do oceano Atlântico. Em 1989, foi professora no curso de ciências documentais da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. No período, publicou dois artigos nos *Cadernos de Biblioteconomia, Arquivística e Documentação*. “Esses textos despertaram ou acentuaram a necessidade de refletir sobre diversas facetas da prática de arquivista e aguçaram a vontade de atualizar e produzir conhecimento, coincidindo com uma fase de renovação dos arquivos e da formação dos arquivistas em Portugal”, afirma a diretora do AHU.

Canas, que conheceu Bellotto em 2006, ressalta a atenção que a pesquisadora da USP devotava aos demais. “Em particular a jovens que, do Brasil, integraram o Projeto Resgate e que, porventura, se sentiriam menos acompanhados em períodos como o Natal. A casa em que ficava, no bairro de Campo de Ourique, em Lisboa, foi também, um pouco, a casa deles”, diz.

Bellotto integrou o conselho consultivo da Biblioteca Mário de Andrade entre 2013 e 2016, durante a gestão de Luiz Armando Bagolin, hoje professor do IEB. “Quando eu disse a ela que precisaria de sua ajuda, já que não tinha experiência em arquivos e bibliotecas, ela prontamente concordou em ajudar, embora tenha comentado que eu não precisaria tanto de ajuda, já que era jovem e destemido”, recorda Bagolin. Confrontada com os problemas práticos da biblioteca, Bellotto respondeu que a principal medida a tomar seria insuflar vida no espaço, “trazer as pessoas e fazê-las se sentirem bem”. Sobre o período, Bago-

lin relata uma única frustração. “Ela me pediu que tentasse criar um curso de arquivologia, com a participação aberta aos jovens da periferia. Não consegui realizar esse objetivo”, diz.

Suas teorias sobre a tipologia documental e a diplomática (estudo da estrutura formal do documento, da sua natureza jurídica e de seu contexto de produção) foram expostas em livros como *Arquivos permanentes: Tratamento documental* (TA Queiroz, 1991), *Diplomática e tipologia documental em arquivos* (Briquet de Lemos, 2008) e *Arquivo: Estudos e reflexões* (UFMG, 2014). Segundo Camargo, este último contém a expressão mais completa de seu pensamento sobre espécies e tipos. Já o primeiro é amplamente adotado em cursos universitários e concursos públicos no Brasil.

Entre os projetos que deixa inacabados, consta o de publicar uma edição comentada dos diários de governo de Luís António de Sousa Botelho Mourão, o Morgado de Mateus (1722-1798), governador colonial da capitania de São Paulo no século XVIII, tema de seu doutorado e objeto dos livros *Autoridade e conflito no Brasil colonial* (Secretaria de Cultura, 2007) e *Nem o tempo nem a distância: Correspondência entre o Morgado de Mateus e sua mulher* (Aletheia, 2007). “Foi um tema da vida inteira. Ultimamente ela estava muito dedicada a esse trabalho monumental”, relata Camargo. “Agora planejamos fazer uma edição póstuma, como homenagem a ela.”

Heloísa Bellotto foi casada com o também historiador Manoel Lello Bellotto, falecido em 2011. Segundo Camargo, sua vasta biblioteca pessoal será doada para o arquivo geral da USP, cujo sistema ela ajudou a implementar. “É uma biblioteca extremamente especializada, além dos arquivos pessoais e de seus trabalhos por concluir”, resume Camargo.

Na entrevista à UnB, a historiadora resumiu sua visão sobre a arquivística afirmando que o fascínio da profissão é “poder organizar a informação contida nos documentos de modo a torná-la acessível aos que precisam dela”. E lembrava que “ninguém procura um documento por bel-prazer, mas porque ele lhe é necessário na vida profissional ou particular”. Por isso, “arquivos bem organizados são vitais para as pessoas, para a sociedade, para os países”. ■

**Bellotto
estruturou o curso
de especialização
em arquivística
do Instituto de
Estudos Brasileiros**

CIÊNCIA, ATIVIDADE COLETIVA

Parasitologista reconhecido internacionalmente, Erney Plessmann de Camargo reergueu instituições científicas e sempre mostrou preocupação com as questões sociais

Danilo Albergaria

O parasitologista Erney Plessmann de Camargo pensava o papel do pesquisador para além das contribuições científicas. Para ele, o cientista tinha uma função social que não poderia se resumir ao cultivo da própria carreira – a ciência deveria ser uma atividade coletiva e visar o bem de todos. “Erney não foi só um grande cientista”, diz a biomédica Helena Nader, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), atual presidente da Academia Brasileira de Ciências. “Ele tinha uma preocupação com a formação de recursos humanos para a ciência e para que a ciência pudesse melhorar as condições de vida das pessoas.” Pesquisador com atuação relevante no combate à malária e à doença de Chagas, Camargo morreu aos 87 anos em 3 de março em São Paulo, em consequência de complicações de uma cirurgia na coluna.

Natural de Campinas (SP), quando ingressou na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), em 1953, Camargo era um jovem de esquerda, de origem modesta, em um meio

dominado pela elite econômica e intelectual do estado. Logo, encontrou outros estudantes e professores com quem se identificou no Departamento de Parasitologia, chefiado por Samuel Pessoa (1898-1976). Comunista militante, Pessoa era catedrático desde 1931.

Camargo formou-se em 1959 e foi contratado como auxiliar de ensino na FM-USP em 1961. No ano seguinte, começou a pesquisar o crescimento e a diferenciação celular de *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas. Para entender a bioquímica do protozoário era preciso grande quantidade deles, mas os meios de cultivo eram muito ineficientes. “Não dava para fazer com uma ninharia de *T. cruzi*”, contou a *Pesquisa FAPESP*, em 2013 (edição nº 204). Depois de muitas combinações diferentes de ingredientes, obteve o meio de cultura ideal. Os resultados foram publicados em 1964 em um artigo que virou referência e é citado até hoje.

No mesmo ano veio o golpe militar e, com ele, a instauração de um inquérito policial militar (IPM) na FM-USP,

na avenida Dr. Arnaldo, em São Paulo, com anuência da direção da faculdade. Denúncias internas orientavam interrogatórios de seus principais alvos – entre eles, os pesquisadores da parasitologia. Segundo Camargo, a visão social dos membros daquele grupo era a causa dos problemas. “Mais do que a política, foi o envolvimento do departamento no combate às endemias brasileiras que lhe deu a fama de comunista, uma vez que o combate a essas endemias envolvia a denúncia da pobreza e das precárias condições sanitárias da população”, relatou à Comissão da Verdade da USP em 2015, no volume sobre a FM.

Logo após o IPM, começaram as demissões e Camargo foi um dos atingidos. Ainda em 1964, o zoólogo norte-americano Walter S. Plaut (1923-1990), de passagem pelo Brasil, convidou o pesquisador para trabalhar na Universidade de Wisconsin em Madison, nos Estados Unidos. Camargo, casado com a professora de literatura inglesa Marisis Aranha Camargo e com filhos, aceitou. Em 1968, o governo promoveu um programa de



O pesquisador em 2013:
múltiplas competências

repatriação de cientistas e ele foi convidado a voltar. A opção foi pela FM-USP, *campus* de Ribeirão Preto, onde defendeu sua tese de doutorado. Pouco tempo depois, foi demitido novamente em razão do recrudescimento da repressão política.

Depois de um período editando fascículos para a Editora Abril e trabalhando em um laboratório de análises clínicas, foi contratado em 1970 pela Escola Paulista de Medicina (EPM), atual Unifesp. Ao longo dos 15 anos em que atuou na EPM, ajudou a transformar a instituição em uma referência na área e a constituir a pós-graduação do Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia.

O retorno para a USP ocorreu durante a redemocratização. Ele voltou, como professor titular, ao Departamento de Parasitologia com a tarefa de reconstruí-lo. O imunologista Osvaldo Augusto Sant'Anna, do Instituto Butantan, esteve

na cerimônia de posse de Camargo, em 1986. Segundo ele, o acontecimento teve uma profunda dimensão simbólica: “Foi memorável e emocionante. Ali estava o representante de um departamento excepcional, que havia sido desmontado pela ditadura, voltando para assumir a cátedra de Samuel Pessoa”.

Camargo liderou a reconstrução do departamento, realocado da FM para o Instituto de Ciências Biomédicas (ICB), e foi pró-reitor de Pesquisa entre 1988 e 1993. “Ele sabia estimular os estudantes de graduação e pós-graduação e harmonizar os diferentes cientistas nos grupos que organizou”, diz Rubens Belfort Junior, professor do Departamento de Oftalmologia da Unifesp. Ele exalta o sucesso de Camargo na Unifesp, USP e ao liderar outras instituições.

O parasitologista dirigiu o Instituto Butantan (2002 e 2003) e presidiu o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o CNPq (2003 a 2007). “Foi uma das melhores gestões que o CNPq teve”, avalia Nader. Presidente da FAPESP de 2002 a 2007, Carlos Vogt elogia a eficiência com que Camargo promoveu ações entre o CNPq e as agências de fomento estaduais. Durante sua gestão, a agência federal estabeleceu e colocou as plataformas Lattes e Carlos Chagas on-line, importantes mecanismos de informação e integração de pesquisadores. “Em todas as ações administrativas, ele sempre se saiu com brilho. Tinha um senso de responsabilidade e criatividade institucional muito grande”, completa Vogt. O parasitologista presidiu, ainda, a Fundação Zerbini, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e a Sociedade Brasileira de Protozoologia.

Mesmo nos cargos administrativos, Camargo nunca perdeu a pesquisa de vista. Com o parasitologista Luiz Hildebrando Pereira da Silva (1928-2014), ele formou uma destacada parceria no combate à malária na Amazônia, instalando postos avançados do ICB para pesquisa e enfrentamento da doença.

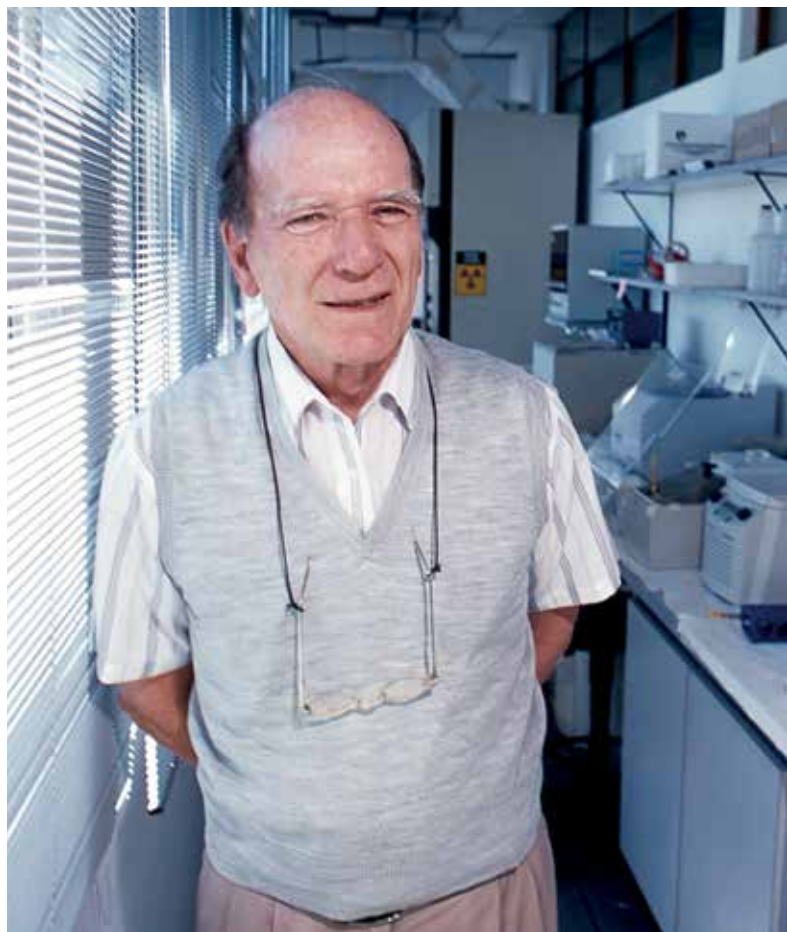
“Erney foi um incansável defensor da ciência, um cientista com visão social, um gestor que buscava inovar. Deixa um legado na ciência produzida, nos ensinamentos e diálogo com seus pares e alunos. Como aluno da EPM tive a honra de tê-lo como professor em minha graduação”, afirma Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP. De acordo com Marco Antonio Zago, presidente da Fundação, o parasitologista era preocupado com os destinos da universidade e do país. “Aprendi muito com ele, em especial na transição entre a sua gestão e a minha como presidente do CNPq. Tive a honra de saudá-lo quando recebeu o título de professor emérito da USP em 2021”, contou Zago.

Desde 2021, Camargo era diretor-presidente da Fundação Conrado Wessel. Vogt, que o sucede, afirma que ele conseguiu recuperar a FCW de uma situação crítica. Belfort, que colaborou na recuperação da instituição, resume: “Pessoas como ele deixam sementes. Em todos os lugares pelos quais passou, gerou grupos que seguem os mesmos ideais”. Camargo deixa a esposa, os filhos Marcelo, Fernando, Eduardo e Anamaria – todos cientistas – e 11 netos. ■

PARA ENTENDER OS RINS

Um dos mais produtivos e influentes estudiosos de fisiologia renal, Gerhard Malnic inspirou gerações de pesquisadores

Danilo Albergaria



Parte importante do conhecimento contido nos atuais manuais sobre o mecanismo de excreção dos rins está ligada a Gerhard Malnic, um dos mais importantes e prolíficos pesquisadores de fisiologia renal do Brasil. Exímio e criativo experimentador, Malnic era professor do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (USP). O fisiologista morreu em 25 de fevereiro aos 89 anos. Dedicou a vida quase inteiramente à pesquisa, à formação de novos cientistas, ao ensino e à administração universitária.

A rigor, o pesquisador nunca parou de trabalhar, apesar de compulsoriamente aposentado aos 70 anos. O bioquímico Hernan Chaimovich, professor emérito do Instituto de Química da USP, sempre se impressionou com a solidez e a continuidade do interesse de Malnic na ciência. “Ele começou a publicar artigos em 1959 e continuou publicando até 2022. É toda uma vida dedicada a compreender os rins. É extraordinário”, diz.

“Ao longo de sua carreira, Malnic conduziu pesquisas que tiveram e têm até hoje grande influência sobre a compreensão do funcionamento dos rins e o mecanismo de ação de medicamentos como os diuréticos”, afirma o nefrologista Roberto Zatz, professor da Faculdade de Medicina (FM) da USP. Ele explica que, nos anos 1960, Malnic deu contribuições decisivas para a elucidação de dois processos fundamentais para a manutenção pelos rins da composição química do organismo dos mamíferos: “A regulação da excreção urinária de potássio e os mecanismos de excreção urinária de ácidos”. Chaimovich afirma que se trata de um conhecimento importante, pois se aplica às drogas que regulam a atuação dos rins e permitem compreender a ação dos hormônios sobre a capacidade fisiológica que os órgãos têm de filtrar o sangue e manter o equilíbrio de ácido base e salino do nosso corpo.

Filho de um casal austríaco, Malnic nasceu em Milão, em 1933. Seu pai era químico na indústria têxtil italiana e em 1937 foi contratado por uma empresa

alemã para vir ao Brasil. Na infância e na adolescência, o jovem Gerhard queria seguir a mesma profissão do pai, que chegou a montar para o filho um laboratório doméstico, no qual ele começou a pegar o gosto pela experimentação que marcou sua trajetória profissional.

O pai, no entanto, achou que ele faria melhor cursando medicina e o convenceu disso. Malnic ingressou na FM em 1952. No segundo ano de graduação, interessou-se pela fisiologia e começou a trabalhar com pesquisas em laboratório a convite do fisiologista Alberto Carvalho da Silva (1916-2002), que teve intensa participação na FAPESP como membro do Conselho Superior, diretor científico e diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo (CTA). Naturalizou-se brasileiro em 1956. Após se formar, em 1957, publicou seu primeiro artigo dois anos depois e concluiu seu doutorado em 1960. O trabalho foi orientado por Carvalho da Silva e dedicado à compreensão do mecanismo de excreção dos rins, seguindo a dica do orientador sobre o potencial de descobertas nessa área.



O pesquisador no laboratório, em 2000

Em seguida, num congresso em Buenos Aires, Malnic fez contato com uma das autoridades em fisiologia renal da época, o norte-americano Robert Franklin Pitts (1908-1977). Pitts o convidou para ir aos Estados Unidos se juntar a dois estudantes seus, coincidentemente austríacos, que pesquisavam técnicas inovadoras de micropunção de rins de ratos. Em 1961, Malnic recebeu uma bolsa da Fundação Rockefeller para fazer pós-doutorado na Universidade Tulane, em Nova Orleans, e no laboratório de Pitts na Universidade Cornell, em Nova York. Com Gerhard Giebisch (1927-2020), um dos jovens pesquisadores austríacos, Malnic aprimorou as técnicas de micropunção que possibilitaram descobertas sobre como se dá a excreção de potássio nos túbulos renais.

Suas primeiras publicações de grande impacto ocorreram durante os anos em que pesquisou nos Estados Unidos. Em 1964, Malnic voltou ao Brasil com uma grande bagagem experimental, em sentido figurativo e literal: trouxe nas malas vários aparatos laboratoriais ob-

tidos por doação para poder continuar as pesquisas e montar um laboratório na USP. Mesmo com os equipamentos certos para realizar micropunções necessárias às medições detalhadas de potássio e sódio nos rins dos ratos era preciso grande dose de habilidade manual e paciência. Segundo seus colegas, ele as tinha de sobra. Gostava de realizar os experimentos com seus alunos, e assim o fez até o final de sua carreira.

A paixão pela dimensão empírica da ciência só se comparava ao seu amor pela música – chegou a ser violinista da orquestra amadora da FM-USP. Óperas de Mozart e Wagner costumavam acompanhar os experimentos. “A imagem do Malnic que mais me vem à memória é a dele trabalhando com a mão, no laboratório, enquanto ouvia música erudita num toca-discos meio antigo”, relata Chaimovich. É uma imagem que costumeiramente aparece nos relatos de quem o conheceu.

Malnic desenvolveu novas técnicas e até construiu novos aparatos de experimentação, como relatou em 2010, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*. Zatz explica que essas inovações foram fundamentais para a coleta de dados que permitiram análises de quantidades muito pequenas de fluido colhido de estruturas renais microscópicas. Dessas análises, ainda na década de 1960, resultaram estudos sobre como os rins fazem a excreção de ácidos, um dos processos que Zatz cita como fundamentais e que foram esclarecidos por Malnic.

O fisiologista também foi relevante no âmbito da administração acadêmica e da política científica. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Biofísica e da Sociedade Brasileira de Fisiologia. Dirigiu o Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP e presidiu a Federação de Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE).

O bioquímico Walter Colli, professor emérito da USP, conta que participava com Malnic de frequentes discussões sobre política científica. “Era uma pessoa suave, gentil, que nunca elevava a voz”, descreve. “Não era agressivo nem submisso. Era quieto, mas tinha sempre uma palavra de ponderação.” Zatz o viu como um homem extremamente acessível e afável: “Estava sempre disponível a orientar e dirimir dúvidas de seus alunos de graduação e pós-graduação, a quem respondia de modo sempre atento e detalhado”.

Quando Chaimovich veio do Chile, onde nasceu, para pesquisar no Brasil em 1969 e testemunhou prisões arbitrárias e perseguição a colegas da USP, como Isaias Raw (1927-2022) e Carvalho da Silva, teve vontade de voltar. “Mas com Malnic eu não me sentia isolado aqui no Brasil”, diz ele. “Além das conversas científicas de alto nível, falar com ele me fazia sentir acolhido emocionalmente. Era uma pessoa de imensa bondade e desprendimento.”

“Malnic ensinou, inspirou e motivou muitos de nós. Foi um exemplo de elegância e humildade. Um cientista brilhante com quem tive a oportunidade de trabalhar e de aprender”, declarou à *Agência Fapesp* o neurocientista Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP.

Bettina Malnic, professora de bioquímica da USP e uma de suas filhas, indica o nível de dedicação do pai à ciência: “Para ele, a USP não era apenas o seu local de trabalho, mas também a sua casa”. Ela conta que sua mãe, Margot Petry Malnic (1935-2019), que foi professora de língua alemã da USP, fazia graça dizendo que o marido era, na verdade, “casado” com a universidade. E diz que os amigos brincavam que sabiam quando ele estava de férias – a diferença é que ele ia trabalhar de tênis. Além de Bettina, Malnic deixa a filha Beatriz, cantora, e três netas. ■

Livros impressos em guarani nas missões jesuíticas

Marina Massimi



A impressão nas missões jesuíticas do Paraguai – Século XVIII
 Fernanda Verissimo
 Edusp
 288 páginas
 R\$ 94,00

A *impressão nas missões jesuíticas do Paraguai – Século XVIII* é uma publicação conjunta da Biblioteca Brasileira Guita e José Mindlin e da Editora da Universidade de São Paulo. A autora, Fernanda Verissimo, possui formação interdisciplinar nos campos de história moderna e de bibliografia e estudos textuais. O interesse pela história dos livros impressos nas missões jesuítico-guaranis levou-a a realizar investigações na biblioteca John Carter Brown em Providence, nos Estados Unidos, cujo fruto é a obra que aqui apresentamos. Nela, Verissimo realiza cuidadosa e original análise bibliográfica dos livros impressos em idioma guarani, nas missões dos padres jesuítas nos territórios guaraníticos, ao longo dos séculos XVII e XVIII, conhecidas também como “reduções”.

O amplo percurso de reconstrução histórica necessário para contextualizar a existência desses documentos é justificado na apresentação: “Me dei conta de que aquilo que considerava apenas um ‘detalhe’ só poderia ser entendido se colocado dentro do ambicioso projeto missionário dos jesuítas e de modo mais amplo, estudado pela vasta documentação escrita sobre e pelos inacianos”. A introdução que precede as três partes do livro ilustra e discute sucintamente esse campo de estudos.

A primeira parte aborda a função da escrita, das letras e da impressão no âmbito da Companhia de Jesus e foi distribuída em três capítulos, cada um dedicado à expansão e estratégias de evangelização na Ásia, na América e na África, ao papel da impressão para os inacianos, à função da alfabetização, do conhecimento dos idiomas nativos, da escrita e da impressão na história da Companhia de Jesus nas Américas e em particular na província do Paraguai. A segunda parte trata, no âmbito da América colonial, do trabalho desenvolvido pelos jesuítas com destaque para os primeiros catecismos e gramáticas em guarani e para a história da impressão nas Missões do Paraguai. A autora demonstra que, na perspectiva dos inacianos, a impressão se tornou um instrumento para a formação de um “guarani jesuíta” e de uma elite letrada. A terceira parte é dedicada à análise bibliográfica de 10 livros impressos nas Missões e às obras impressas conhecidas por

meio de relatórios e cartas jesuíticas, mas sem exemplares sobreviventes. Finaliza o livro a lista das fontes consultadas, manuscritas, impressas, de obras de referência sobre jesuítas, Guaranis, missões do Paraguai, história da impressão e do livro, e uma bibliografia geral.

A importância do trabalho de Verissimo merece ser destacada sob duas perspectivas. A primeira diz respeito à historiografia do livro e da imprensa, por abordar uma contribuição original e pouco conhecida surgida na América Meridional no limiar do século XVIII. A segunda é o mérito de introduzir o leitor brasileiro ao conhecimento de um aspecto significativo e inerente a eventos que foram decisivos para a história latino-americana e brasileira – as missões jesuíticas nos territórios guaraníticos, “uma experiência única na história das missões cristãs”, conforme a autora. Apesar de uma extensa quantidade de artigos relatando pesquisas nacionais e internacionais dedicadas a esse tema (quantidade documentada apenas em parte na bibliografia elaborada por Verissimo), essa ampla produção historiográfica ainda pouco espaço encontra na forma de livros destinados ao público.

O trabalho de Verissimo integra um extenso e recente esforço intelectual que empenha investigadores de vários países latino-americanos e de outros hemisférios, como Gian Paolo Romanato, Carlos Page, Eduardo Neumann, Arthur Barcelos e Jaqueline Ahlert.

Essa recente historiografia na qual o livro de Verissimo se insere aponta para a função estratégica do processo de acomodação do projeto educativo e evangelizador da Companhia de Jesus às culturas e línguas nativas e, ao mesmo tempo, ressalta o protagonismo ativo das populações guaranis que possibilitou sua realização. Tal esforço conjunto deu vida a um fenômeno cultural único e inovador no contexto latino-americano. A impressão de livros em guarani é um dos frutos mais significativos, especialmente se considerarmos que, na Colônia lusitana, a impressão de textos era proibida pela Metrópole e a escrita era um privilégio restrito à elite dominante.

Marina Massimi lidera o grupo de pesquisa “Tempo, memória e pertencimento” no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP).

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Ignácio Maria Poveda Velasco, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtshowski, Thelma Krug

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

DIRETOR-PRESIDENTE

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida



COMITÊ CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira (Presidente), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Angela Maria Alonso, Carlos Américo Pacheco, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, Lilian Amorim, Lucio Angnes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Luiz Henrique Lopes dos Santos, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sliuis, Maria Julia Manso Alves, Marta Teresa da Silva Arretche, Reinaldo Salomão, Richard Charles Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Neldson Marcolin

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

REPÓRTERES Christina Queiroz e Rodrigo de Oliveira Andrade

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

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

FOTÓGRAFO Léo Ramos Chaves

BANCO DE IMAGENS Valter Rodrigues

REVISÃO Alexandre Oliveira e Margô Negro

COLABORADORES Ana Paula Orlandi, Cassiana Montagner, Danilo Albergaria, Diego Viana, Domingos Zaporoli, Efe Godoy, Fábio Passos, Frances Jones, Giselle Soares, Janaína Vieira, Jônatas Moreira, Marina Massimi, Renato Pedrosa, Rodrigo Cunha, Sinésio Pires Ferreira, Suzana Lefèvre

REVISÃO TÉCNICA Américo Craveiro, Ana Maria Fonseca de Almeida, Angela Alonso, Claudia Oliveira, Deisy de Souza, Fábio Kon, Francisco Laurindo, Jean Ometto, José Roberto Arruda, Lilian Amorim, Marta Arretche, Rafael de Oliveira, Walter Colli

MARKETING E PUBLICIDADE Paula Iliadis

CIRCULAÇÃO Aparecida Fernandes (Coordenadora de Assinaturas)

OPERAÇÕES Andressa Matias

SECRETARIA DA REDAÇÃO Ingrid Teodoro

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

TIRAGEM 28.740 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



Inteligência artificial

Perguntei ao ChatGPT se ele era mais inteligente do que eu e ele disse que sim (“O universo expandido da inteligência artificial”, edição 325). Aí perguntei se conhecia as bactérias do gênero *Rickettsia*, quantas doenças elas causam e quantas espécies de carrapatos existem. Ele simplesmente bugou.

Gabriel Gomes

Há cada vez mais necessidade de ensinar aos alunos a importância da pesquisa científica. Aderir às inovações tecnológicas requer senso crítico e reflexivo, precisamos falar disso nas universidades. Usar o ChatGPT como uma estratégia de aprendizagem pode ser uma boa contribuição no processo do aprendiz, mas plágio é crime e os alunos precisam estar conscientes disso.

Debora Vieira

ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para assinaturaspesquisa@fapesp.br

PARA ANUNCIAR

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

EDIÇÕES ANTERIORES

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

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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

Mulheres no serviço público

Sou da educação pública estadual de São Paulo. Há diretoras, coordenadoras e diretoras de ensino. Contudo na pasta de Educação, os titulares quase sempre são homens. Minha experiência corrobora o relatório exposto em “Tetos de vidro, paredes de cristal” (edição 325).

Bruno Kestutis

Teatro e música

Como artista, pesquisadora e orientadora, ensino exatamente isso a alunos (“Arte x Escravidão”, edição 325). Bom saber que há mais um livro para poder estudar e indicar.

Juliana Calligaris

Peixes da América Latina

Grande diversidade requer mais esforços de proteção (“Peixe para todo gosto”, edição 325). Infelizmente, tal não ocorre. Biopirataria e degradação ambiental comprovam o descaso. Rio Doce, Sobradinho e evasão de espécies são desastres oriundos da desídia de nossas instituições.

Fatima Facchinetti

Correção

Na nota “Uma receita para preservar o corpo após a morte”, publicada na edição 325, onde se lê óleo de castor, o correto é óleo de ricino, ou mamona.

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

CONTATOS

revistaspesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

PesquisaFapesp

PesquisaFapesp

pesquisa_fapesp

@pesquisa_fapesp

PesquisaFAPESP

pesquisa.fapesp

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

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



Intrusos longevos

Ao estudar a poluição urbana em uma mata ciliar na região de Campinas, interior de São Paulo, o grupo da química Cassiana Montagner encontrou um testemunho bem visível da permanência do plástico: uma garrafa PET engolfada por uma árvore. O recipiente estava bem preso pelo tecido vegetal. Deve ter caído encostado ao pé da planta entre dois e três anos antes, na estimativa da pesquisadora. Os poluentes que ela estuda costumam ser menores, até quebrados em pedacinhos microscópicos. A imagem é, para ela, simbólica da longevidade do plástico e dos potenciais danos que causa ao ambiente.

Imagem enviada por Cassiana Montagner, professora no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

SAVE THE DATE



10th
German-Brazilian
Dialogue on
Science, Research
and Innovation

MAY 16th to 17th

Para mais
informações:



SUSTAINABLE ENERGY TRANSITION

Presencial na FAPESP e transmissão pelo canal da Agência FAPESP no



**À VENDA EM BANCAS
DE TODO O PAÍS**