

Pesquisa

JUNHO DE 2024 | ANO 25, N. 340

FAPESP ▲



O SABOR DO CAFÉ

Novas variedades de plantas e técnicas de cultivo melhoram a qualidade da bebida nacional

Chuvas extremas, falhas de prevenção e geografia causaram desastre no RS

Perda de interesse dos alunos leva pós-graduação a buscar novos formatos

Especial César Lattes: a trajetória e o legado do físico que completaria 100 anos

Candidaturas coletivas no Legislativo crescem, apesar da falta de regulamentação

Antonio Bianco: por que tratamento de hipotireoidismo pode não funcionar

Artistas gráficos como Poty criaram linguagem visual do livro moderno no país

PODCAST PESQUISA BRASIL

CIÊNCIA PARA OS SEUS OUVIDOS

Toda semana,
um novo programa.

Você pode seguir,
baixar e ouvir
nos seguintes aplicativos

 Apple podcasts

 Deezer

 Google podcasts

 Spotify

revistapesquisa.fapesp.br/podcasts

Rádio USP FM 93,7 (São Paulo)
e 107,9 (Ribeirão Preto)
Sextas-feiras, às 13h

Rádio UFSCar FM 95,3 (São Carlos)
Domingos, às 16h

Rádio Unicamp (www.sec.unicamp.br)
Segundas-feiras, às 13h

Rádio Unesp FM 105,7 (Bauru)
Quartas-feiras, às 20h
Reapresentação aos domingos, às 16h









Foto do acervo do Museu Goeldi: negativos de vidro preservados (MEMÓRIA, P. 90)



Pesquisa 340

FAPESP

5 CARTA DA EDITORA

6 NOTAS

CAPA

12 Novas variedades e técnicas de cultivo elevam a qualidade do café brasileiro

18 Os benefícios e os efeitos indesejados da bebida no organismo

20 Mudanças climáticas devem redesenhar a produção cafeeira no país

ENTREVISTA

22 Antonio Bianco explica por que a terapia hormonal do hipotireoidismo às vezes falha

Capa

Léo Ramos Chaves /
Revista Pesquisa FAPESP

RECURSOS HUMANOS

28 Programas de pós-graduação amargam perda de interesse e planejam mudanças

COMUNICAÇÃO

32 Seis em cada 10 brasileiros se interessam por temas científicos, diz pesquisa

BOAS PRÁTICAS

34 Treinamento em escrita científica nos Estados Unidos flerta com a má conduta

DADOS

37 A importância da água nas atividades econômicas

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

38 Chuvas extremas, falhas de prevenção e geografia local causaram desastre no Rio Grande do Sul

PALEONTOLOGIA

44 Traços em fósseis revelam comportamento de insetos à época dos primeiros dinossauros

VIROLOGIA

46 Causador da chikungunya provoca inflamação em órgãos e pode levar à morte

FISIOLOGIA

48 Células de estrutura na base do cérebro dão pistas sobre origem de transtornos alimentares



Sistema de captura de carbono começa a ser implementado pela Petrobras em unidade de Macaé, no Rio de Janeiro (AMBIENTE, P. 64)

CÉSAR LATTES, 100
50 Trabalho do físico alavancou experimentos com raios cósmicos e aceleradores de partículas

56 Descoberta do pión abriu caminho para entender coesão do núcleo atômico

60 Pesquisador foi um dos fundadores do CBPF e apoiou a criação do CNPq

62 Mais de 850 mestres e doutores de seis gerações descendem da atuação do cientista

AMBIENTE
64 Tecnologias de captura e armazenamento de CO₂ combatem os efeitos da alteração no clima

PECUÁRIA
70 Rebanho bovino é mais produtivo quando pasta em áreas sombreadas

NANOTECNOLOGIA
75 Clara do ovo é alternativa para fixar grafeno em fios têxteis condutores de eletricidade

SOCIEDADE
76 Cresce número de candidaturas coletivas que disputam eleições no Brasil

DESIGN GRÁFICO
82 O legado de pioneiros da ilustração literária moderna no Brasil

ECONOMIA
87 Mais pessoas com deficiência estão empregadas no estado de São Paulo

MEMÓRIA
90 Negativos fotográficos de vidro retratam a ciência da primeira metade do século XX

ITINERÁRIOS DE PESQUISA
94 O poeta mineiro Kaio Carmona promove intercâmbio cultural entre Brasil e Angola

RESENHA
96 *Termos de troca: Intelectuais brasileiros e as ciências sociais francesas*, de Ian Merkel. Por Renato Ortiz

97 COMENTÁRIOS
98 FOTOLAB

Capa criada por Poty para a José Olympio, em 1956 (DESIGN GRÁFICO, P. 82)



PODCAST

Catástrofe climática

As causas e os impactos do evento extremo que inundou o Rio Grande do Sul. E mais: vulcões ativos; embalagem protetora; carbono negro



VÍDEOS

Olimpíadas científicas: meio de acesso às universidades

Jovens contam sobre o impacto dos torneios em suas vidas e a conquista de vagas sem precisar passar pelo vestibular



Ciência no TikTok

Estudantes e pesquisadores usam a rede social para falar sobre temas de saúde, neurociência, biologia e física

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

Café com píons

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Café é a bebida mais consumida no Brasil, depois da água. Na xícara ou no copo americano, com ou sem açúcar, acompanhando o pão na chapa de manhã ou fechando a refeição, é onipresente em casas, escritórios, fábricas, restaurantes e bares. No Brasil, segundo maior consumidor mundial e o maior produtor, o café é sempre superlativo.

Inovações tecnológicas, como equipamentos para avaliar os componentes do solo e provedores eletrônicos; avanços científicos, como o sequenciamento do genoma da espécie arábica; e aperfeiçoamentos nas técnicas de cultivo e beneficiamento dos grãos caracterizam uma nova etapa de produção, pautada pela busca da qualidade. Na reportagem de capa (*página 12*), o editor de Ciências da Terra, Carlos Fioravanti, traz um panorama sobre o café, há 300 anos ocupando um papel central na história do país.

É impossível ter envolvimento com atividades de pós-graduação e pesquisa no Brasil e não ter ouvido falar em Lattes. A inovadora plataforma de currículos, grupos de pesquisa e instituições, que completa 25 anos, ajudou a sistematizar as atividades de pesquisadores no país. Talvez nem todos saibam que ela homenageia César Lattes, um físico brasileiro que se destacou nacional e internacionalmente, cujo centenário se comemora neste ano.

Especial ricamente ilustrado, com 14 páginas, concebido e produzido pelo editor de Ciências Exatas, Marcos Pivetta, apresenta o personagem para quem ainda não o conhece, ou sabe de alguns aspectos de sua marcante trajetória. Seu trabalho na área de raios cósmicos e com aceleradores de partículas lhe permitiu comprovar, por diferentes abordagens, a existência de uma

das partículas subatômicas previstas em teoria, o méson pi, ou pión.

Era o período pós-guerra. A física estava no noticiário e alimentava ideias de desenvolvimento e progresso. Ao invés de seguir carreira no exterior, Lattes optou por voltar ao Brasil e virou celebridade. Usou seu prestígio para contribuir com a institucionalização da ciência no país, colaborando ativamente na fundação do CNPq e do CBPF, do qual foi o primeiro diretor científico (*página 50*).

Capas de livros podem parecer um detalhe para muitos leitores, mas são elas que atraem o olhar para as estantes das livrarias e bibliotecas. Recomendo um passeio pelos projetos produzidos por artistas pioneiros da ilustração literária moderna nacional (*página 82*). Além de proporcionar prazer estético, a reportagem fala do relacionamento dos capistas com os autores e sobre “inspirações” no exterior. Dessa seleção, minha favorita é *A mata submersa*, de Peregrino Júnior, com projeto de Luis Jardim, artista gráfico que produziu mais de 300 capas para a Livraria José Olympio Editora ao longo de cinco décadas.

Maio de 2024 trouxe o maior desastre climático da história do país. Pesquisas científicas reportadas por inúmeros veículos de comunicação mostram que eventos extremos têm se tornado cada vez mais frequentes – e ainda mais extremos. É fato conhecido que o Rio Grande do Sul possui relevo e hidrografia que dificultam o escoamento das águas, que motivou a implantação de um sistema de contenção de enchentes. Um volume de chuva muito além do normal, risco previsto pelo Cemaden em abril, a falta de manutenção do sistema, a ausência de plano de emergência e a ocupação desordenada do território resultaram na atual tragédia, explica reportagem à página 38.



As músicas que nascem das árvores

Bananeiras, buritis, ipês, quaresmeiras e tucumãs, em meio a quase 150 espécies de árvores, inspiraram mais de 600 canções, interpretadas, entre outros, por Alceu Valença [“Da manga-rosa quero gosto e o sumo/ Melão maduro, sapoti, juá...”], pela banda Pato Fu [“Olha a preta, de caroço branco, que a mão do moleque arranca no toque/ O que bate na boca, que a jaboticaba, faz ploquet pluft nhoque”], por Tom Jobim (1927-1994), Gildo de Freitas (1919-1982) e vários Chicos (Brown, Buarque, César e Conrado). Dedicado à restauração florestal, o engenheiro-agrônomo Ricardo Viani, do *campus* de Araras da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), reuniu as plantas e os artistas no livro *As árvores e a música brasileira* (Instituto de

Pesquisas e Estudos Florestais, Ipef, 2023). Com 442 páginas, a obra contém muitas fotografias (a maior parte do próprio autor), histórias e informações sobre cada espécie, trechos de canções e QR Codes para ouvir as músicas. Com acesso livre no site do Ipef, o livro valoriza tanto a arte quanto a preservação da natureza. Autor do prefácio, o compositor e violleiro mineiro Chico Lobo alerta: “E tomba madeira de lei/ Nas entranhas do país [...]/ Ipê e jacarandá/ Pau-de-ferro e jequitibá [...]/ Cerrado tem sua aflição [...]/ Queima o verde das matas/ Aroeira e guatambu [...]”. Viani produziu também um podcast de 21 episódios com música e explicações, veiculado pela rádio UFSCar, com acesso via internet.

O ipê-amarelo revive em canções interpretadas pela dupla Tião Carreiro & Pardinho, Maria Betânia, Caetano Veloso e Marisa Monte. Acesse o livro pelo QR Code abaixo



Cogumelos e biogás com resíduos de cervejaria

Uma mistura de serragem e grãos usados na fabricação de cerveja artesanal serviu para nutrir o cogumelo comestível *Pleurotus pulmonarius*, também chamado de cogumelo-ostrea ou shimeji. Os pesquisadores da Argentina que desenvolveram esse processo relataram ter conseguido dobrar a produção de cogumelos ao utilizar bagaço de cerveja. “Essa tecnologia está sendo utilizada atualmente pela empresa Mycelio.Bio, que assessoramos por meio de convênio”, comentou Edgardo Albertó, diretor do Laboratório de Micologia e Cultivo de Cogumelos Comestíveis e Medicinais do Instituto Tecnológico de Chascomús, em um comunicado do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Técnicas (Conicet). Sua equipe também utilizou os resíduos de cervejaria, como lúpulo e leveduras, para alimentar um digestor semicontínuo e produzir um biogás, uma mistura de metano e gás carbônico. O rendimento, de 265 litros de metano para cada quilograma de sólidos do bagaço, foi maior que o obtido a partir do substrato de cogumelo. “É uma quantidade considerável de biogás que poderia ser utilizada para a produção de energia elétrica ou simplesmente como combustível”, destacou Albertó (*Newsletter do Conicet*, 5 de abril; *Waste and Biomass Valorization*, maio).



Crânio do pterossauro *Ludodactylus*, que viveu no Nordeste brasileiro

Pleurotus pulmonarius, um dos tipos de shimeji, cresceu sobre o bagaço da cerveja



Outra doação para o Museu Nacional

Destruído quase totalmente por um incêndio em setembro de 2018, o Museu Nacional recebeu em maio uma doação de 1.104 fósseis – de tartarugas, crocodilos, pterossauros, plantas e insetos – da bacia do Araripe, no Nordeste brasileiro, com cerca de 100 milhões de anos. O material pertencia ao colecionador de origem suíço-alemã Burkhard Pohl e voltou ao país por meio da intermediação de Frances Reynolds, argentina radicada no Brasil. Desde o acidente que destruiu quase 85% do acervo, o museu recebeu doações, como 50 fósseis do governo peruano, dois minerais raros (uvarovita e charoita) do colecionador russo Sergey Mironov e um manto tupinambá do século XVII, com 1,80 metro de altura e milhares de penas vermelhas de pássaros, que estava no Museu Nacional da Dinamarca. A reabertura para o público está prevista para 2026.

Conselho Superior da FAPESP se manifesta sobre LDO

Em 8 de maio, o Conselho Superior da FAPESP divulgou uma nota, publicada no site da Fundação, sobre a proposta de Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) para o ano de 2025, encaminhada em abril pelo Executivo à Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (Alesp). A proposta que será debatida inclui um artigo que permite reduzir o repasse de 1% das receitas tributárias do estado à Fundação, determinado pela Constituição paulista, para 0,7%, o que implicaria um corte estimado em R\$ 600 milhões. “O governo paulista, até o momento, tem expressado pleno apoio à FAPESP e a todo o sistema de ciência e tecnologia do estado de São Paulo, que se destaca no panorama nacional pela qualidade e eficiência, resultante, em parte, da estabilidade do financiamento da FAPESP por 62 anos”,

observa a nota. O comunicado ressalta que a FAPESP tem financiado a pesquisa nas universidades públicas e privadas no estado, em startups, pequenas empresas, 22 centros de pesquisa em parceria com grandes empresas e 10 centros de inteligência artificial: “Pesquisas em temas identificados pelas secretarias de Estado buscam soluções concretas para desafios da sociedade paulista, como transição energética, agricultura digital, combate ao ‘greening’, melhoria do pescado, segurança pública, para exemplificar alguns deles”. O comunicado salienta: “O Conselho Superior acredita que o Executivo pode reverter com urgência essa previsão de reduzir o financiamento da FAPESP, cuja estabilidade desde a promulgação da Constituição paulista de 1989 jamais foi afetada”.

Uma rara borboleta híbrida

A borboleta amazônica *Heliconius elevatus* é um híbrido, fruto do cruzamento entre *H. melpomene* e *H. pardalinus*, que surgiu há cerca de 180 mil anos. É um caso raro porque a tendência em hibridizações é a diluição da nova composição genética da prole nas gerações seguintes, ao cruzarem de volta com uma ou com ambas as populações parentais. Apesar de ter resistido à diluição completa, 99% do material genético de *H. elevatus* é idêntico ao de *H. pardalinus* e apenas 1% ao de *H. melpomene*. É justamente esse 1% o responsável por conferir o padrão visual nas asas e definir a aparência. O padrão funciona como um escudo, por indicar às aves predadoras que aquela presa tem gosto ruim. “Isso coloca *H. elevatus* em um pico adaptativo único, foi o que manteve a existência da espécie”, explica o biólogo André Freitas, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Os dados resultaram de uma expedição à Amazônia que percorreu cerca de 900 quilômetros em três meses, de norte a sul, ao longo da rodovia que liga Manaus a Boa Vista (*Nature*, 17 de abril).



Novo centro debaterá problemas globais

O Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap) sediará, na cidade de São Paulo, o Centro para Imaginação Crítica: Economia Política e Cidadania (CCI), com o propósito de promover debates sobre problemas globais, como os efeitos do neoliberalismo, guerras e mudanças climáticas. Lançado em abril, o CCI é apoiado pela Open Society Foundations (OSF), rede internacional de filantropia sediada em Nova York, nos Estados Unidos, atuante em 37 países, fundada em 1993 pelo investidor húngaro-americano George Soros. O novo centro será dirigido pelo filósofo Marcos Nobre, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), ex-presidente do Cebrap. Por meio de editais, o CCI abrigará estudantes de pós-graduação que desenvolvam pesquisas nas áreas de estudo do centro. Os pesquisadores com mestrado recém-concluído selecionados para o Programa de Treinamento do centro são beneficiados com uma bolsa de R\$ 3 mil por mês durante nove meses.

Atenção à balança: sobrepeso na infância aumenta o risco de doenças na vida adulta

Crianças com um centímetro e alguns gramas a mais

Nas famílias brasileiras de baixa renda, as crianças estão nascendo ligeiramente mais pesadas. Uma boa notícia é que, ainda na infância, elas se tornam um pouco mais altas do que as da geração anterior. Essa informação, no entanto, vem acompanhada de um dado preocupante: nessa fase precoce da vida, uma proporção cada vez maior delas manifesta sobrepeso e obesidade. A constatação sobre o ganho de estatura é bem-vinda por indicar melhora nas condições de vida e saúde das mulheres e das crianças. Já o aumento na frequência de excesso de peso gera apreensão por aumentar o risco de esses meninos e meninas apresentarem problemas de saúde como hipertensão, diabetes e doenças cardiovasculares na vida adulta. A equipe liderada pelos epidemiologistas Maurício Barreto, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) na Bahia, e Leah Li, do University College London, avaliou as informações sobre a massa corporal de 5,75 milhões de crianças brasileiras de famílias de baixa renda coletadas ao nascimento e em pelo menos outros dois momentos da vida. O grupo também analisou os dados de altura obtidos entre os 3 anos e os 9 anos de idade. No momento do parto, os bebês nascidos entre 2008 e 2014 eram cerca de 30 gramas mais pesados do que os que vieram ao mundo entre 2001 e 2007. Ao chegar aos 3 e 4 anos de idade, porém, 11,8% dos meninos e 10,5% das meninas do grupo de 2008-2014 estavam com excesso de peso. A partir dos 3 anos, as crianças nascidas entre 2008 e 2014 também eram em média cerca de 1 centímetro mais altas do que as nascidas entre 2001 e 2007. Outros estudos também alertaram para o aumento das taxas de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes desde 1990 (*Pesquisa FAPESP* nºs 336 e 338; *The Lancet Regional Health – Americas*, 27 de março).





Temperaturas mais altas que as atuais danificaram DNA e fígado do tambaqui

3

Peixe da Amazônia sensível ao calor intenso

Nativo da Amazônia e consumido em todo o país, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) se mostrou sensível a agrotóxicos encontrados nos rios da região Norte. Os efeitos se agravam – e as defesas do organismo contra contaminação caem ainda mais – quando os pesticidas agem sob temperaturas mais elevadas que as atuais, como previsto pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) submeteram 36 tambaquis jovens, com 35 gramas e 10 centímetros em média, divididos em três grupos, a condições experimentais por 96 horas. Depois, avaliaram os efeitos da mistura de quatro agrotóxicos (os inseticidas clorpirifós e malation, o fungicida carbendazim e o herbicida

atrazina) sob as condições ambientais atuais e as previstas para 2100 (com aumento de 5 graus Celsius e de 700 partes por milhão de CO₂) sobre sangue, brânquias, fígado, cérebro e músculos. Os pesticidas causaram danos mesmo em baixas concentrações. Quanto maior o calor, mais intensas são as alterações nas enzimas antioxidantes, no DNA e no fígado, reduzindo a capacidade de se ajustar às mudanças climáticas. Conclusão: a combinação de estímulos externos poderia comprometer a sobrevivência da espécie. Após a tilápia (*Oreochromis niloticus*, uma espécie exótica), o tambaqui é a segunda espécie de peixe mais cultivada no país, principalmente em Rondônia, Maranhão e Roraima. Tem em média 70 cm de comprimento e pode pesar até 30 quilos (*Science of The Total Environment*, abril).

Espécie invasora em manguezais paulistas

Nativa dos manguezais da Índia, no sul asiático, *Sonneratia apetala*, de crescimento rápido e intensa dispersão de sementes, foi identificada no estuário de Santos-Cubatão, no litoral paulista. É o primeiro registro da espécie nas Américas. Desde maio de 2023, os biólogos Geraldo Eysink, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), e Edmar Hatamura, sócios na empresa HC2 Holambra Capturing Carbon, e a oceanógrafa Yara Schaeffer Novelli, da Universidade de São Paulo (USP), encontraram 80 exemplares dessa espécie em uma área em regeneração com 15,5 quilômetros quadrados (km²). Algumas tinham 12 metros de altura, quatro vezes mais que as nativas, e mais de 2 mil frutos, cada um com, em média, 60 sementes. A espécie foi introduzida na China para a regeneração de manguezais e, de acordo com os pesquisadores, as sementes podem ter vindo com a água de lastro dos navios, que permite o equilíbrio dos cargueiros, sendo liberadas nos arredores do porto de Santos e carregadas estuário acima com a cheia da maré. Para evitar que se repita a experiência dos manguezais chineses, onde essa espécie suprimiu as nativas e dominou a paisagem, é preciso agir na eliminação da invasora. “Sem intervenção, essa espécie pode se alastrar e dominar os manguezais brasileiros”, diz o biólogo Geraldo Eysink (*Biota Neotropica*, fevereiro).

As flores brancas facilitam a identificação de *Sonneratia apetala*



4



As bordas da cratera Batagaika desmoronam e liberam entre 4 mil e 5 mil toneladas de carbono por ano

Instituto Butantan ganha Prêmio José Reis

Ir ao Butantan ver serpentes de perto é o sonho de muita criança em São Paulo, que assim aprende a valorizar essa fauna, em geral vista como vilã. Há décadas, boa parte do país sabe que o instituto paulistano é o melhor destino para serpentes capturadas, porque lá se produz soro antiofídico – além de vacinas e pesquisa científica. As amplas atividades de difusão foram reconhecidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ao declarar a instituição a vencedora da 44ª edição do Prêmio José Reis de Divulgação Científica e Tecnológica, como anunciado em 13 de maio. Criado em 1901 para combater um surto de febre bubônica no estado de São Paulo, o instituto ampliou sua atuação e agora foi contemplado por sua trajetória nas áreas de pesquisa, ensino, cultura e divulgação científica. Durante a pandemia de Covid-19, os veículos de comunicação do Butantan se dedicaram a disseminar informação relevante para o momento e a desmentir boatos sobre vacinas. As ações de divulgação de ciência se dão por meio dos museus no Parque da Ciência Butantan, das mídias sociais, do portal do instituto, de mídias sociais e do canal no YouTube. Em maio, o perfil do Instagram se concentrou em informações sobre doenças que podem ser transmitidas em consequência das inundações no Rio Grande do Sul (CNPq e Butantan, 14 de maio).

Portal para o submundo, cada vez mais aberto

A cratera Batagaika, no nordeste da Sibéria, na Rússia, ganhou o apelido de “portal para o submundo” por sua imensidão, que se aprofunda à medida que o gelo derrete. A região é coberta pelo chamado permafrost, definido como uma camada do solo que permanece congelada por dois anos ou mais. Nesse caso, o que está derretendo agora pode ter permanecido congelado por até 650 mil anos. A extensão com quase 1 quilômetro quadrado e 85 metros de profundidade – classificada como a maior cratera do mundo –, perde cerca de 1 milhão de metros cúbicos de gelo ao ano por derretimento, de acordo com pesquisadores da Universidade Estadual Lomonosov, de Moscou. Isso significa entre 4 mil e 5 mil toneladas de carbono liberadas anualmente. É uma situação bastante alarmante, já que o permafrost abrange uma área de cerca de 15 milhões de quilômetros quadrados (algo como toda a América do Sul, excluída a Argentina) e calcula-se que o carbono retido em toda a região chegue ao triplo de toda a matéria vegetal viva no planeta. Seu derretimento, que já começa a revelar outras crateras, pode ter sérias consequências para o clima global (*Live Science*, 6 de maio; *Geomorphology*, 15 de junho).



Dois representações da estrutura do goldeno (no alto) e recipiente contendo uma solução com ouro (foto)

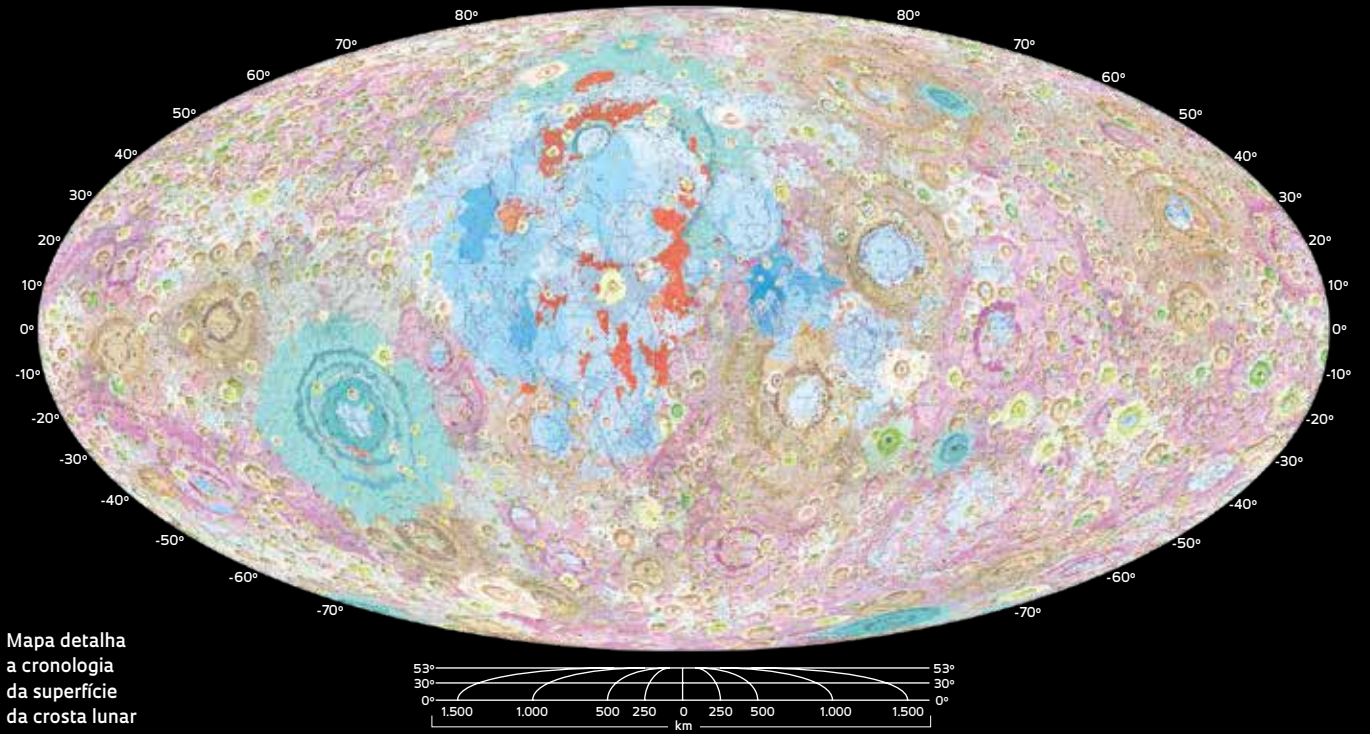
Uma única camada de átomos de ouro

Em 2019, cientistas da Universidade de Leeds, no Reino Unido, anunciaram uma forma de ouro com apenas dois átomos de espessura. Era o ouro sem suporte mais fino já criado, com uma espessura de 0,47 nanômetro (nm). Agora, um grupo da Universidade de Linköping, na Suécia, apresenta uma folha de ouro com apenas um átomo de espessura, chamado de goldeno, o mais novo primo metálico do grafeno. Cada átomo de ouro está ligado a seis outros, em vez de 12 de um cristal tridimensional, e forma uma lâmina com uma espessura de cerca de 50 micrômetros (μm ; 1 μm corresponde a mil nm). O físico de materiais Lars Hultman e sua equipe usaram uma cerâmica eletricamente condutora, o carboneto de titânio e silício, que pretendiam revestir com ouro. Sob altas temperaturas, o ouro substituiu o silício e formou carboneto de ouro e titânio. Com uma solução à base de potássio, liberaram o goldeno. O problema é que a camada de ouro se enrolava como um pergaminho. Adicionando um surfactante (substância que reduz a tensão superficial do líquido), a lâmina ficou plana. Com uma espécie de peneira, o ouro disperso na solução pode ser coletado. Por causa de sua estrutura, esse novo material poderia ser usado na conversão de dióxido de carbono, produção de hidrogênio, purificação de água e aparelhos eletrônicos (*Advanced Science*, 6 de agosto de 2019; *Nature Synthesis*, 16 de abril de 2024).

Milhares de crateras e 17 tipos de rochas na Lua

A Academia Chinesa de Ciências (CAS) divulgou os mapas geológicos da Lua mais detalhados feitos até agora. Resultado do trabalho de mais de 100 pesquisadores e de dados do programa de exploração lunar da China, especialmente a missão Chang'e-1, que pesquisou a superfície lunar em órbita entre 2007 e 2009, o *Atlas geológico do globo lunar* expõe 12.341 crateras, 81 bacias, 17 tipos de rochas e outras informações sobre as camadas e a cronologia da superfície da crosta lunar. Feito na escala de 1 para 2,5 milhões (25 quilômetros corres-

pondem a 1 centímetro no mapa), duplica a resolução dos mapas do Serviço Geológico dos Estados Unidos feitos nas décadas de 1960 e 1970 na escala de 1 para 5 milhões. De acesso livre, poderá ajudar a planejar futuras expedições e a construção de uma base de pesquisa lunar. Três naves espaciais foram lançadas este ano para a Lua e em maio a China pretende enviar uma nave para recolher rochas do outro lado do único satélite natural da Terra (*Science Bulletin*, 15 de agosto de 2022; CAS, 22 de abril de 2024; *Nature*, 25 de abril de 2024).



Mapa detalha a cronologia da superfície da crosta lunar

3

Ordenha antivírus

Nos Estados Unidos, profissionais que lidam com gado bovino – na ordenha de vacas, por exemplo – devem se cuidar usando máscaras e outros equipamentos de proteção. A recomendação veio do Centro de Controle de Doenças (CDC), em resposta à identificação de gripe aviária H5N1 em 42 rebanhos de nove estados do país e em duas pessoas até o final de maio. O vírus H5N1 circula pelo mundo de carona nas aves silvestres e pode ir longe com as espécies migratórias. Embora a infecção de mamíferos seja menos frequente que a de aves, o número de espécies de mamíferos infectadas pelo mundo tem aumentado: neste ano, foi de 13 a 64. O vírus pode chegar às pessoas por meio do contato direto com animais infectados ou com ambientes contaminados. O uso de equipamento de proteção poderia, portanto, evitar que a doença se espalhe. Estudos preliminares indicaram que o vírus influenza chegou às vacas em um único episódio e se propagou nos Estados Unidos durante a movimentação dos animais (*STAT News*, 2 de maio).



Usar luvas e máscaras detém a disseminação do vírus da gripe aviária

4



CAPA

NOVOS SABORES À SUA ESCOLHA



Café brasileiro ganha qualidade, como resultado de novas variedades de plantas, técnicas inovadoras de cultivo e análises refinadas dos grãos

Carlos Fioravanti

Desenha-se uma nova etapa da história do café no país. Invertendo a tendência consolidada nos anos 1960 pelo extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC), que enfatizava o aumento contínuo de produção para dar conta das vendas para outros países, agora a prioridade é a qualidade. Ditada pelas oportunidades de mercado e apoiada em trabalhos feitos em institutos de ensino e pesquisa, a reorientação vale principalmente para a espécie *Coffea arabica* (ou arábica), que ocupa 80% da área plantada no Brasil. De modo geral, ela tem menos cafeína, mais aroma, doçura e acidez que a outra espécie cultivada no país, *C. canephora* (ou canéfora), para a qual se busca ampliar tanto a qualidade quanto a produção.

Para os cafeicultores, a mudança de estratégia implica atenção incessante às técnicas de cultivo e ao beneficiamento e a adoção de equipamentos capazes de definir com mais precisão as características químicas e sensoriais dos grãos, resultando em preços mais altos que os das variedades comuns de cafeeiros. Para um grupo crescente de consumidores, a guinada aumenta o prazer de escolher entre os grãos que, cultivados e torrados de várias formas, resultam na bebida não alcoólica mais consumida no Brasil, depois da água.

“O café está seguindo o mesmo caminho do vinho, valorizando o tipo, a origem, o modo de preparo e outras características que reforçam sua identidade”, comenta o geneticista Douglas Silva Domingues, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP). Ele participou da equipe internacional que fez o sequenciamento genético de *C. arabica*, publicado em abril na revista *Nature*

Genetics. De acordo com esse estudo, as plantas que fornecem a maior parte do café consumido no mundo resultaram de uma fusão – ou hibridização – natural entre duas outras espécies, *C. eugenioides* e *C. canephora*, entre 1 milhão e 600 mil anos atrás na região que se tornou a Etiópia. Estimativas anteriores indicaram que essa união teria ocorrido há apenas 10 mil anos.

Quarto principal produto da agricultura brasileira, após soja, milho e cana-de-açúcar, e responsável por 2% do Produto Interno Bruto (PIB), o café gera 8,4 milhões de empregos diretos e indiretos, mas nem sempre em boas condições de trabalho. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), de 1996 a 2023 foram encontrados 3.700 trabalhadores em condições análogas à escravidão em lavouras de café em todo o país. Nos primeiros seis meses de 2023, 302 pessoas foram resgatadas em fazendas de café.

O país é o primeiro produtor mundial, com 66 milhões de sacas de 60 quilogramas (kg) em 2023, o equivalente a 37% da produção global, de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), e o segundo maior consumidor, atrás dos Estados Unidos (ver *infográfico na página 21*). De acordo com uma pesquisa nacional promovida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), divulgada em novembro de 2023, quase metade (49%) dos 4.200 entrevistados (1.890 homens e 2.310 mulheres) tomava de três a cinco xícaras por dia e 29% mais de seis xícaras por dia, em casa, na rua, à espera do ônibus ou do metrô, na cafeteria com os amigos ou no trabalho.

“A pandemia da Covid-19 criou um micromundo do café, porque muitas pessoas não podiam sair e, isoladas em casa, passaram a experimentar novos tipos e formas de preparo”, observa Sérgio

Caixas de cafés especiais, produzidos por pequenos produtores, à venda em cafeteria do centro da cidade de São Paulo

Parreiras Pereira, engenheiro-agrônomo do IAC e mediador da Rede Social do Café (RSC), formada por quase 6 mil produtores, torrefadores, exportadores, funcionários de órgãos de governo e de universidades.

INDICAÇÕES GEOGRÁFICAS

Nos últimos anos, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) concedeu 14 indicações geográficas (IG) para o café arábica e duas para o canéfora. Esse tipo de registro reconhece características próprias de produtos e serviços diversos, resultantes do local de origem, e confere identidade, prestígio e valor a eles (ver Pesquisa FAPESP nº 309). Em novembro de 2023, um café que cresce a 1.030 metros (m) de altitude, no Cerrado de Minas Gerais, foi escolhido como o melhor do mundo em um torneio internacional. Por causa do sabor, do aroma e das técnicas de cultivo sustentável, foi selecionado por produtores de nove países – Brasil, Costa Rica, El Salvador, Etiópia, Guatemala, Honduras, Índia, Nicarágua e Ruanda. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Café (Abic), apenas 4% da produção no Brasil, um percentual bem reduzido, adota técnicas sustentáveis, cada vez mais exigidas por compradores de outros países.

“Em consequência dos cuidados pós-colheita, já produzimos cafés tão bons quanto os da Colômbia, considerados os melhores do mundo”, afirma o engenheiro-agrônomo Celso Vegro, do Instituto de Economia Agrícola, vinculado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Ele compara três formas dos grãos maduros, também chamados de cerejas, resultantes do tratamento pós-colheita: o café descascado, que perde a casca ao passar por uma

máquina antes da secagem; lavado, que passa até dois dias fermentando em tanques com água; e o seco ao Sol, em terreiros cimentados, com a ajuda de secadores mecânicos em caso de umidade alta. Cada processo resulta em bebidas com sabores e acidez distintos. “O cereja descascado semilavado, do qual produzimos 5 milhões de sacas por safra, substitui perfeitamente o lavado colombiano”, diz Vegro. “Do lavado, descascado e seco ao Sol, produzimos 1 milhão de sacas.”

O engenheiro-agrônomo Flávio Meira Borém, da Universidade Federal de Lavras (Ufla), em Minas Gerais, concorda: “Produzimos cafés com o mesmo nível de qualidade de qualquer outro do mundo”. A seu ver, a desvantagem é o marketing, que construiu a imagem de alta qualidade do café colombiano. “Em um

teste às cegas com amostras do Brasil, da Colômbia e da Etiópia, o nosso se destaca, mas, diante das embalagens, o consumidor vai achar que o da Colômbia é melhor. Mas não é. Da produção da Colômbia, de 11,5 milhões de sacas na safra 2022/2023, pelo menos a metade é de cafés finos, colhidos a mão e apenas os grãos maduros, sem os verdes, que prejudicam o sabor, enquanto no Brasil, no máximo 10% são de cafés especiais, também chamados de finos; a maioria da produção brasileira é de grãos de menor qualidade.

Talvez aos poucos esse cenário mude. “À medida que a produção se eleva, a tendência é aumentar o esforço na obtenção de maiores percentuais de cafés de melhor qualidade em detrimento dos mais básicos”, pondera Vegro. Segundo ele, o espaço para os cafés finos se expande também à medida que mais pessoas aprendem a apreciar versões de qualidade mais alta.

OS TIPOS MAIS VENDIDOS

Cafés de qualidade média (tradicional e extraforte) respondem pela maior parte das vendas – por categoria, 2023*



CONCEITOS REFEITOS

Em meio às pesquisas científicas que permitiram esses avanços, algumas ideias antigas estão se desfazendo. Por exemplo: as duas variedades de *C. canephora*, conilon e robusta, consideradas menos refinadas que *C. arabica*, também podem render cafés com boa avaliação sensorial – de até 89 pontos em uma escala de 100. Em experimentos feitos na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), os grãos de canéfora liberaram aromas de rosas, canela e amoras após passarem por uma fermentação longa (de cinco dias para conilon e 15 para robusta) e, no caso do conilon, também promovida com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. O canéfora é bastante usado para produzir cafés solúveis e para reduzir a acidez da bebida, quando misturado com o arábica.

“A fermentação é uma alternativa para os produtores diversificarem o perfil sensorial dos ca-



Catuá vermelho do sítio Monte Alto, em São Carlos, interior paulista (*acima e ao lado*) e testes de secagem no IAC (*à dir.*): a qualidade resulta do esmero em cada etapa da produção

fés”, comenta Borém. Para o arábica, as melhores qualidades sensoriais foram obtidas com a fermentação durante dois a quatro dias, com a bactéria *Lactobacillus plantarum* e com *S. cerevisiae*, de acordo com um trabalho realizado na Ufla que será publicado na edição de junho deste ano na *Food Chemistry*.

“Vários produtores do norte do Espírito Santo já fazem cafés fermentados, com ou sem levedura”, comenta a engenheira de alimentos Bárbara Zani Agnoletti, principal autora de um estudo de novembro de 2022 na *Microchemical Journal* que detalha as possibilidades de enobrecimento do canéfora. O chamado robusta amazônico, cultivado em Rondônia e no Amazonas, tem conquistado consumidores em razão do aroma e do sabor, resultantes da fermentação natural ou induzida (*ver Pesquisa FAPESP nº 282*).

Com seu grupo, Borém desfez outro preceito: é possível fazer cafés finos, que recebem pelo menos 80 pontos na escala de 100, com grãos verdes, normalmente vistos com ressalvas, por prejudicarem o sabor. Com financiamento da multinacional chinesa Syngenta, a equipe da Ufla

desenvolveu uma técnica para formular um café com 50% de grãos verdes e 50% maduros. “O fruto verde pode ser colhido mais cedo, tem mais antioxidantes e seu gosto desagradável dá para ser eliminado por meio de um pacote tecnológico”, diz ele, sem detalhar porque a tecnologia se encontra em fase de licenciamento.

Outra ideia que caiu por terra: cafés arábica especiais podem frutificar não apenas em terras altas, acima de 1,2 mil m, mas também nas baixas, desde que o solo contenha uma proporção específica de um derivado de óxido de ferro, detectado por um grupo da Universidade Estadual Paulista (Unesp) (*ver Pesquisa FAPESP nº 336*). Essa informação desfaz a regra de que apenas altitudes mais elevadas poderiam propiciar grãos com aroma frutado combinado com especiarias, enquanto as áreas de altitudes menores seriam as únicas a prover grãos que exalam aromas de citros, chocolate ou nozes depois de torrados e moídos com zelo.

INOVAÇÕES EM CAMPO

Continuamente, os centros de pesquisa apresentam propostas de melhorias no plantio, na colheita ou no beneficiamento dos grãos. Em novembro de 2023, o IAC concluiu uma pesquisa de 30 anos coordenada pelo engenheiro-agrônomo Oliveira Guerreiro Filho e lançou um porta-enxerto (raiz e base do caule), resultante da combinação de cinco variedades de *C. canephora*, resistente a vermes nematoides, que causam perdas estimadas em 20% da produção nacional. Sobre o

porta-enxerto pode ser implantado um caule, que será a copa da planta e produzirá o café da variedade desejada.

Há quase 13 anos, no início de uma tarde de agosto de 2011, o engenheiro-agrônomo Gerson Silva Giomo, coordenador do programa de cafés especiais do IAC, apontou para uma série de cafeeiros miúdos e desgrenhados. “Quem disse que esses pés feios, pequenos e com poucos frutos não podem produzir café de qualidade?”, perguntou. “Quanto mais diferentes são as plantas, maior a chance de encontrar frutos com características sensoriais que interessem para os produtores e apreciadores” (ver Pesquisa FAPESP nº 187).

Em fevereiro deste ano, o pesquisador contou que, com sua equipe, selecionou algumas daquelas plantas, produziu centenas de mudas por meio de cultura de tecidos (já que eram híbridas e não se multiplicavam por meio de sementes) e as plantou em áreas de clima, altitude e solo diferentes, nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Após três safras, destacaram-se três grupos de plantas aptas a produzir cafés especiais distintos, que recebem uma pontuação mínima de 87 pontos na escala de classificação da Specialty Coffee Association (SCA). Os cafeeiros resultam do cruzamento de variedades que saíram da Etiópia, como a geisha, que origina cafés de qualidade, do Panamá, e outras de arábica, como catuaí e obatã, que asseguram a produtividade.

“As novas variedades já estão prontas para serem produzidas em larga escala por empresas especializadas e depois ir para os cafeicultores”, diz ele. “Como validamos o método de produção de mudas a partir de células da folha, a embriogênese somática, podemos agora ganhar tempo em cruzamentos entre outras variedades.”

Na Embrapa Instrumentação, em São Carlos, interior paulista, o cientista da computação Ednaldo José Ferreira está na fase final dos testes de um sistema que poderá facilitar o trabalho dos provadores, responsáveis pela classificação da bebida, com base em aroma (odores associados ao sabor), acidez, fragrância (odores que não podem ser provados, como madeira ou metal) e amargor. É o CoffeeClass, sistema dotado de um microscópio digital que amplia até 200 vezes uma imagem de grãos torrados e moídos, em seguida, mede o espectro da luz fluorescente ou refletida e, usando inteligência artificial, classifica a amostra em uma das quatro classes de qualidade adotadas pela Abic, em ordem decrescente: gourmet (incluindo especial), superior, tradicional/extraforte e não recomendável (ver infográfico na página 14).

“Por análise sensorial, um gourmet, com um amargor típico e baixa adstringência [sensação de

contração e ressecamento na língua, como a causada quando ingerimos banana ou caqui verdes], pode ser interpretado como um superior, e vice-versa, se estiver com um nível de qualidade próximo ao limite que separa as duas classes”, explica Ferreira. Segundo ele, o novo método fornece uma classificação mais clara por reconhecer os grãos defeituosos que prejudicam a qualidade do café.

Em janeiro, depois de analisar em teste cego 20 amostras fornecidas pela Abic, com uma margem de acerto de 75%, Ferreira começou a trabalhar com uma amostragem maior, de 230 cafés de diferentes regiões do país. Seu objetivo é fazer a validação do CoffeeClass, etapa prévia ao licenciamento e à produção em escala comercial de versões portáteis do equipamento, para uso de produtores e lojistas.

Na Ufes, Agnoletti utilizou a espectroscopia na região do infravermelho, uma das formas de



Verificação da qualidade de grãos torrados prontos para serem moídos em uma cafeteria de Brasília (ao lado); no mesmo estabelecimento, sacas de café são inspecionadas por um funcionário (acima)

medir a intensidade de luz absorvida por uma substância, para examinar o *terroir*, a identidade sensorial de uma bebida, definida pela composição química resultante da interação entre genética, clima, solo e cuidados pós-colheita. Ela analisou amostras das variedades conilon, robusta e híbridos de *C. canephora* colhidas em 2021 em diferentes regiões do país: 60 do Espírito Santo, 153 de Rondônia, 24 da Bahia, 15 de Minas e 10 de São Paulo, todas preparadas do mesmo modo.

Nesse trabalho, detalhado em janeiro na *Food Research International*, a genética de cada variedade pesou mais na construção do *terroir* do que o local de cultivo. Cafés de São Paulo, Minas e Bahia não apresentaram *terroir*, aproximando-se dos de Espírito Santo e Rondônia. A razão? Segundo Agnoletti, provavelmente as variedades, levadas de uma região para outra, não tiveram tempo de se diferenciar. “Essa técnica de análise poderia ajudar a autenticar, diferenciar ou agrupar os *terroirs*, que são a base das indicações geográficas”, diz ela.

Na Ufla, o engenheiro-agrônomo Luiz Roberto Guimarães Guilherme tem usado um espectrofotômetro de fluorescência portátil, um tipo de sensor de raios X, para avaliar em segundos os principais componentes de solos, os insumos usados na produção e o estado nutricional das folhas dos cafeeiros que crescem em lotes ex-

perimentais no sul de Minas Gerais, facilitando as análises, até agora feitas em laboratório. “Os produtores ficam animados, porque veem na hora as áreas cuja adubação precisam corrigir, e querem comprar um equipamento igual”, ele relata.

Como um aparelho desse tipo é importado e de alto custo, sua equipe examina a possibilidade de utilizar e até produzir outros sensores que realizem análises semelhantes. Já em desenvolvimento se encontra um aplicativo para celular que dará informações, ainda que simplificadas, sobre o estado nutricional da planta por meio de fotos das folhas. Em laboratório, Guilherme está avaliando um nariz eletrônico, com sensores para gases, para avaliar os aromas e a qualidade dos grãos torrados e moídos. Artigos publicados em 2023 nas revistas *Environmental Research* e *Chemosphere* detalham os avanços no uso dos sensores.

“O café tem uma proporção de genes associados ao aroma maior que a média de outras plantas”, comenta Domingues, da USP. Ele participou de um trabalho coordenado pela empresa suíça Nestlé comparando os genomas de *C. arabica* e das duas espécies das quais se originou, *C. eugenioides* e *C. canephora*. “Vimos uma expansão no número de genes relacionados a um grupo de enzimas, as terpeno sintases, que produzem os terpenos, associados ao gosto e ao odor dos frutos, e identificamos quais delas são ativas no fruto verde e no fruto maduro, influenciando a qualidade”, comenta.

Esse trabalho foi divulgado como *preprint* em novembro de 2023 no repositório bioRxiv, marcando a competição científica entre os maiores fabricantes de café: em janeiro, a *Nature Communications* publicou o genoma de uma variedade de *C. arabica*, a Bourbon, originária da Etiópia e cultivada em muitos países – no Brasil, no Cerrado mineiro –, que se destaca pela doçura, aroma frutado e sabor achocolatado. Financiada pela empresa italiana Illy, esse trabalho mostrou que as sutis variações de gosto e aroma em uma mesma variedade resultavam da troca, eliminação ou reorganização de genes.

Para Domingues, ainda há muito a ser feito, porque a pesquisa básica em genética sobre café no Brasil desacelerou, após o trabalho dos pioneiros em melhoramento genético, entre eles os engenheiros-agrônomos Carlos Arnaldo Krug (1906-1973) e Alcides Carvalho (1913-1993), ambos do IAC, e a ênfase é a pesquisa aplicada. “Há muito mais pesquisa sobre a genética básica de cana-de-açúcar do que sobre café atualmente”, observa. Mas, passo a passo, tornam-se mais evidentes quais os genes e as condições de cultivo e de preparo que fazem um bom café. ■



Microscópio digital do CoffeeClass, sistema capaz de reconhecer defeitos em grãos torrados e moídos, desenvolvido na Embrapa Instrumentação

É BOM, MAS CUIDADO

Evite o excesso de café ou esquive-se de tomar nas horas inadequadas

Carlos Fioravanti

O filtro de papel retém o cafestol, que pode aumentar as taxas de colesterol

Os estudos sobre o café resultam em três recomendações práticas. A primeira: não tomar café logo após as refeições, mas apenas uma ou duas horas depois. A cafeína e os taninos se combinam com minerais e reduzem a absorção de ferro, como mostrado por pesquisadores da Universidade do Kansas, Estados Unidos, em um trabalho publicado na revista *American Journal of Clinical Nutrition*, em março de 1983. Em um estudo mais recente, publicado na *Nutrients*, em setembro de 2021, pesquisadores da Universidade Médica de Breslávia, na Polônia, concluíram que, além do ferro, beber café depois de comer também prejudica a absorção de cálcio, zinco, magnésio e fósforo.

Há indicações de que o hábito de tomar uma xícara de café depois das refeições, no lugar de licor ou vinho do Porto, teria sido trazido ao Brasil em 1829 pela imperatriz Amélia de Leuchtenberg (1812-1873), segunda esposa de dom Pedro I (1798-1834), disseminando-se entre os frequentadores

da Corte e depois entre os plebeus. Mas não se trata de um efeito exclusivo do café, já que mais de 60 plantas contêm cafeína, como guaraná, cacau, chás preto ou verde e erva-mate, além de chicletes, medicamentos e bebidas energéticas.

Inversamente, alimentos ricos em vitamina C, como vegetais de folhas verdes escuras e frutas cítricas, ampliam a absorção de ferro: uma única laranja pode aumentá-la de três a seis vezes. “Pessoas mais vulneráveis tendem a desenvolver anemia, principalmente quando ingerem grandes quantidades de café logo após as refeições”, comenta a nutricionista Denise Tavares Giannini, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). “É importante escolher o momento adequado para o consumo de café.” Um dos estudos de seu grupo, publicado em fevereiro na *Nutrition*, mostrou que beber café pela manhã e à tarde não prejudica a duração do sono em adolescentes.

A segunda recomendação: para reduzir (ou não aumentar) as taxas de colesterol no sangue, é melhor tomar café filtrado ou o instantâneo. Um dos componentes do café é um lipídio cha-

mado cafestol, que pode aumentar as taxas de colesterol, mas em boa parte é retido pelo filtro de papel, como evidenciado em junho de 1995 por um grupo da Universidade Leiden, na Holanda, no *American Journal of Clinical Nutrition*. Os modos de preparar os cafés expresso, o turco e o fervido são menos eficazes em deter o cafestol que chega à xícara.

A terceira: não adicionar açúcar, ou reduzi-lo ao mínimo possível. É o que aconselha o *Guia alimentar para a população brasileira*, publicado em 2021 pelo Ministério da Saúde. É uma forma de diminuir a quantidade de calorias consumidas ao longo do dia e otimizar os efeitos benéficos do café, que são muitos.

“Uma xícara de café pode estar fazendo muito mais pelo seu cérebro do que apenas ajudando você a se sentir mais desperto pela manhã”, observa o médico norte-americano Michael Greger no livro *Comer para não morrer* (Intrínseca, 2018), em que expõe os efeitos do café no organismo, sempre com base em estudos científicos.

Por aumentar o gasto energético, a cafeína e outros compostos do café, como os diterpenos, podem reduzir o risco de obesidade e de perda muscular. Mas nem sempre. Pesquisadores da Uerj e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) acompanharam durante dois anos 163 pessoas que haviam passado por transplante de rim e verificaram que, nesse grupo, o consumo de café se mostrou associado a ganho de gordura

A QUÍMICA DO AROMA

A combinação de muitos compostos resulta no café que dá prazer em tomar



FONTE: BARBARA AGNOLETTI (UFES)

corporal e à perda de força muscular, como detalhado em um estudo publicado em outubro de 2023 na *Clinical Nutrition*.

Os efeitos do café no organismo não são todos positivos. Entre outros efeitos indesejados, pode aumentar a ansiedade, fazer o ácido clorídrico produzido no estômago subir pelo esôfago em pessoas com a doença do refluxo gastroesofágico ou causar mais crises nas que sofrem de epilepsia. A nutricionista Helen Hermsdorff, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, recomenda o consumo moderado, de uma a três xícaras por dia.

Sua equipe verificou um efeito bastante conhecido da cafeína – a capacidade de espantar o sono – por meio de questionários respondidos por 6.356 profissionais de nível superior com idade média de 32,7 anos e formados em sete universidades de Minas Gerais. Quase um terço (31,9%) dos participantes dormia menos que o mínimo recomendado de sete horas, como detalhado em um artigo de dezembro de 2023 na *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. “Uma das nossas hipóteses é que os profissionais liberais em jornada parcial ou integral de trabalho usam a cafeína para se manter mais despertos”, diz. ■

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

OS CAFEZAIS SE MOVEM


Afetadas pelas mudanças climáticas, plantações de café devem migrar novamente nos próximos anos em busca de condições mais apropriadas

Carlos Fioravanti

Em 10 ou 20 anos, caso novas variedades de cafeeiros não ocupem o lugar das atuais, talvez o café produzido no Brasil seja mais amargo, ácido e adstringente. Essa é a conclusão a que se chega a partir de ensaios feitos no Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), de São Paulo, em câmaras que simulam o clima das próximas décadas, com mais gás carbônico (CO₂) na atmosfera e menos água no solo do que hoje. “Com mais CO₂, os cafeeiros poderão fazer mais fotossíntese e ficar mais altos, mas talvez produzam menos frutos”, cogita Douglas Domingues, da USP, que participou dos experimentos, descritos em julho de 2022 na revista científica *Plants*.

É plausível pensar também que as regiões de plantio sejam outras – atualmente, os maiores produtores são Minas Gerais, com quase metade da produção, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná. O canéfora suporta temperaturas mais altas, mas o arábica é mais sensível.

De acordo com simulações de pesquisadores da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), em Minas Gerais, detalhadas em janeiro na *Science of the Total Environment*, entre 35% e 75% das terras hoje ocupadas por cafezais podem se tornar inapropriadas, por causa das alterações no



Café robusta amazônico, variedade desenvolvida pela Embrapa adaptada ao clima da região Norte

clima, até o final do século, motivando a busca por terras mais altas e mais frias.

Estudos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) indicaram que as áreas dos cafezais podem encolher, restringindo-se às mais altas do Sudeste, além de ganhar novas terras, ao sul do país, inclusive no Rio Grande do Sul, onde hoje é apenas consumido (ver Pesquisa FAPESP nº 198).

“Precisamos alertar os agricultores sobre como se proteger dos efeitos das mudanças climáticas”, comenta o engenheiro-agrônomo Celso Vegro, do Instituto de Economia Agrícola, de São Paulo. Uma das formas que ele tem estudado é o seguro rural, que cobre perdas decorrentes principalmente de fenômenos climáticos. Vegro verificou que menos de 15 mil dos cerca de 200 mil produtores rurais do estado de São Paulo já adotaram esse mecanismo contra as quebras de safras.

QUASE TRÊS SÉCULOS DE HISTÓRIA NO BRASIL

Depois de ter sido descoberto na África – o arábica na Etiópia, o conilon no Congo e o robusta na Guiné –, o café ganhou a Europa e seus territórios na América do Sul. Em 1727, a pedido do governo português, o oficial Francisco de Mello Palheta (1670-1750) contrabandeou da Guiana, então uma colônia francesa, as primeiras mudas para a cidade de Belém, que na época integrava o chamado estado do Maranhão e Grão-Pará.

“Aparentemente houve grande interesse pela cultura [de café], uma vez [que] se reportou, na alfândega do porto de Lisboa, em 1734, o desembarque de 3 mil arrobas de café providas da Companhia Geral do Maranhão e Grão-Pará”, comenta Vegro em um artigo de janeiro de 2023 na *Revista de Economia Agrícola*.

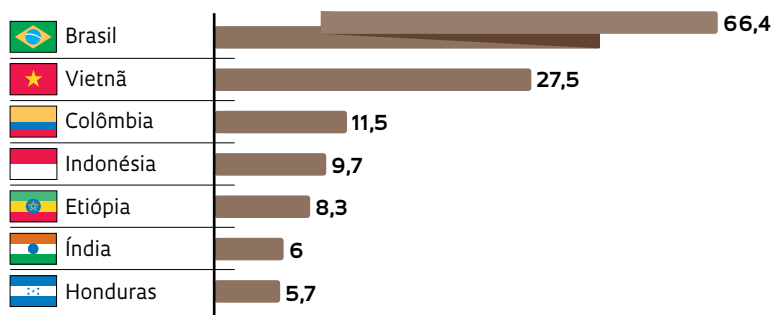
Nos anos seguintes, as plantações se expandiram pelo nordeste brasileiro, rumo ao sul, chegando por volta de 1820 às terras férteis do Vale do Paraíba, entre os estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Cantagalo e Vassouras, no Rio, e Areias e Bananal, em São Paulo, tornam-se nessa época grandes produtores, até entrar em declínio no final do século XIX, por causa do esgotamento do solo e da escassez de mão de obra escravizada, com o fim do sistema escravagista.

No século XX, os cafezais tomaram o espaço dos canaviais no estado de São Paulo, promovendo o crescimento e o enriquecimento de cidades como Campinas, Rio Claro, São Carlos e Ribeirão Preto. O largo do Café, o edifício Martinelli e a estação da Luz na capital paulista, a bolsa do Café em Santos e os casarões de muitas cidades e fazendas do interior expressam o auge da economia cafeeira, no início do século XX, quando o fruto era o principal produto da economia brasileira.

Se, por um lado, as plantações de café causaram a destruição de extensas áreas de florestas do inte-

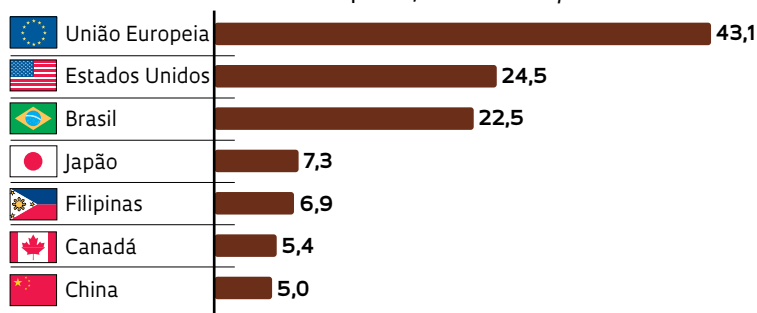
OS MAIORES PRODUTORES...

Em milhões de sacas de 60 quilos, safra 2023/24



... E CONSUMIDORES DE CAFÉ NO MUNDO

Em milhões de sacas de 60 quilos, safra 2023/24



FONTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS (USDA)

rior paulista, por outro permitiram a acumulação de capital que promoveu a crescente industrialização do estado, a partir do início do século XX. De São Paulo, o café foi para Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Bahia, Goiás e Mato Grosso.

Desde 2013, com variedades chamadas robustas amazônicas, desenvolvidas pela Embrapa a partir do banco de germoplasma do IAC, os produtores encontraram formas de cultivar café e manter a floresta nos estados de Rondônia e Amazonas (ver Pesquisa FAPESP nº 282).

A produção de café mobiliza 330 mil produtores em quase 2 mil dos 5.568 municípios brasileiros. Como em boa parte do sistema agropecuário brasileiro, na cafeicultura predominam propriedades menores, mas com a produção concentrada nas grandes unidades produtivas. A maior parte das propriedades rurais nas quais se cultiva café no Brasil é pequena (81% do total das unidades colhem até mil sacas por mês) e 95% da produção provém das propriedades médias ou grandes.

Uma peculiaridade da economia cafeeira é o cooperativismo, com 97 cooperativas, responsáveis por 55% da produção nacional e 35% da exportação, de acordo com o Conselho Nacional do Café. ■

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

AJUSTE NO TRATAMENTO DO HIPOTIREOIDISMO

Médico brasileiro radicado nos Estados Unidos conta como descobriu que a terapia hormonal atual podia falhar e propôs uma correção em seu uso

Marcos Pivetta e Ricardo Zorzetto | RETRATO Léo Ramos Chaves

Há 15 anos, o médico brasileiro Antonio Carlos Bianco notou que algo não andava bem com o tratamento de hipotireoidismo então adotado em diferentes países e, com base em suas pesquisas, concluiu que eram necessárias mudanças. À época professor na Universidade de Miami, nos Estados Unidos, ele atendeu mulheres que usavam a medicação recomendada para o problema e não melhoravam. Desde os anos 1970, a terapia consistia no uso de uma versão sintética do hormônio tiroxina (T4), desenvolvida por empresas farmacêuticas norte-americanas para suprir o mau funcionamento da tireoide, glândula em forma de borboleta localizada no pescoço.

Em experimentos feitos em seu laboratório, Bianco e equipe constataram que em muitos pacientes o tratamento com T4 não normaliza a ação dos hormônios da tireoide sobre o organismo. É que muitas pessoas com hipotireoidismo não conseguem converter o T4, um composto inativo, em T3, tri-iodotironina, o hormônio que funciona. A saída, como propôs, é adicionar ao tratamento delas uma versão sintética do T3.

Com cerca de 300 artigos científicos publicados, citados mais de 30 mil vezes por outros trabalhos, Bianco é uma autoridade internacional no estudo da tireoide e apresentou suas descobertas sobre essa falha no tratamento no livro *Rethinking hypothyroidism: Why treatment must change and what patients can do*, lançado em 2022 nos Estados Unidos (*Repensando o hipotireoidismo: Por que o tratamento deve mudar e o que os pacientes podem fazer*, ainda sem tradução para o português).

Formado pela Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, ele realizou mestrado e doutorado na Universidade de São Paulo (USP), onde se tornaria professor. No final dos anos 1990, mudou-se para os Estados Unidos e iniciou a fase norte-americana de sua carreira acadêmica na prestigiosa Universidade Harvard.

Em abril, Bianco esteve em São Paulo para fazer uma conferência na sede da FAPESP sobre a formação de médicos-cientistas, grupo profissional raro no Brasil. Pai de trigêmeos, hoje com 22 anos, ele conversou com *Pesquisa FAPESP* na Universidade Presbiteriana Mackenzie, onde sua mulher, a bióloga e pesquisadora Miriam Oliveira Ribeiro, estuda o controle neuroendócrino do comportamento.

IDADE 63 anos

ESPECIALIDADE
Doenças da tireoide

INSTITUIÇÃO
Universidade de Chicago

FORMAÇÃO
Graduação em medicina na Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (1983), mestrado (1985) e doutorado (1988) em fisiologia na Universidade de São Paulo (USP)



Bianco, na
Universidade
Presbiteriana
Mackenzie, durante
visita a São Paulo
em abril

Quais são as doenças mais comuns ligadas à tireoide?

A mais comum é o hipotireoidismo, que frequentemente ocorre quando a glândula é destruída por um processo autoimune ou é retirada devido a nódulos. Esse e outros problemas na tireoide atingem mais mulheres do que homens, na proporção de 9 para 1. Isso ocorre porque as doenças autoimunes, que também afetam a tireoide, são mais frequentes nelas. Ainda não sabemos qual é o mecanismo específico por trás disso. Nos Estados Unidos, há cerca de 20 milhões de pessoas com hipotireoidismo, no Brasil, talvez 10 milhões. Até 1970, o tratamento consistia em tomar uma pílula com extrato de tireoide de porco todos os dias. Funcionava razoavelmente bem. O tratamento atual, com o hormônio T4, funciona bem, mas não é eficaz para 10 a 20% das pessoas.

Por quê?

O T4 não é uma substância ativa. Precisa ser ativado no organismo pela conversão em T3. Com a descoberta em 1970 de que o nosso organismo pode converter T4 em T3, a abordagem terapêutica mudou. Passamos a tratar os pacientes só com T4 sintético. Foi uma grande mudança porque o extrato da tireoide de porco contém os dois hormônios. Naquela época, empresas farmacêuticas usaram esses achados e fizeram um marketing intenso em favor da nova abordagem. Convenceram os médicos de que a tireoide de porco era coisa velha e que o tratamento poderia ser feito só com o T4 sintético. Depois de 1970, começaram a aparecer pacientes que não se sentiam completamente curados, mesmo tomando as doses corretas de T4. A recomendação que recebi dos meus professores era encaminhar esses pacientes, em geral mulheres na meia-idade, para a psicoterapia. Os médicos alegavam que elas tinham crise existencial. Foi o que eu fiz durante boa parte da vida profissional. Até o dia em que atendi uma mulher que era professora em Miami e me disse: “Fui diagnosticada com hipotireoidismo, comecei a tomar o remédio indicado e não voltei ao normal. Perdi o emprego”. Eu disse a ela: “Seus exames estão bons. A senhora deve fazer psicoterapia”. Ela começou a chorar e foi embora. Na semana seguinte, veio outra professora e contou a mesma história: “Não consigo mais dar aula, desisti do meu emprego”.

O que aconteceu com essas pessoas?

Estavam com *brain fog*, confusão mental. Pensei: “Tem algo errado”. Fui para o laboratório e comecei a estudar o problema. Mudei o foco da minha pesquisa para analisar como os hormônios tireoidianos afetam o cérebro e a capacidade de raciocínio. A tireoide naturalmente produz T3 e T4. O T3 é o hormônio ativo, o T4 é o pró-hormônio, inativo, que pode ser ativado pela enzima desidrodase, que estudo desde o começo da minha vida profissional. No tratamento do hipotireoidismo, o T4 da medicação é absorvido pelo sangue e transformado em T3 nos tecidos contendo desidrodase. Mas a concentração final é inferior à que ocorreria naturalmente. Essa deficiência pode ser agravada porque, em parte das pessoas, a desidrodase não funciona bem devido a um polimorfismo genético. Para elas, é preciso adicionar T3.

Para esses pacientes, a pílula com o extrato era mais eficiente.

Exato, por conter os dois hormônios. Depois de quase 15 anos estudando a questão, escrevi o livro *Rethinking hypothyroidism: Why treatment must change and what patients can do*. As empresas farmacêuticas que vendiam o T4 sintético realizaram campanhas milionárias de marketing com os médicos, as sociedades médicas e os grupos de ajuda aos pacientes. Elas tinham uma influência grande sobre os médicos e as sociedades profissionais da área da tireoide. Para ter uma ideia, o T4 sintético foi aprovado pela FDA [Food and Drug Administration, a agência de controle de alimentos e medicamentos dos Estados Unidos] sem que sua eficácia e segurança tivessem sido determinadas em estudos clínicos randomizados.

Como se consegue isso?

Não sei os detalhes. Na época, líderes médicos da área de tireoide, incluindo gestores de sociedades médico-profissionais, escreveram para a FDA apoiando a aprovação. Conto isso no livro. Para as pessoas que não respondem bem só ao T4, uma boa solução é combinar o T4 com o T3. Meus colegas e eu já falamos tanto sobre isso que muita coisa mudou. Hoje, as sociedades médicas nos Estados Unidos e na Europa recomendam o uso dos dois hormônios para esse grupo de pacientes sintomáticos.

Os médicos aceitam a ideia?

Os mais jovens entendem. Os mais velhos não aceitam facilmente, sofreram a mesma lavagem cerebral que eu no passado. O comportamento da indústria farmacêutica tem sido interessante. Ela continua faturando muito porque o T4 sintético funciona bem na maioria dos casos. Mas já se reposicionou para atingir os pacientes que se beneficiam da adição de T3 ao tratamento. Hoje, nos Estados Unidos, cerca de 2 milhões de pessoas usam terapia com T4 e T3, a maioria à base do extrato de tireoide de porco. Esse número dobrou nos últimos 10 anos. Sou consultor de algumas indústrias farmacêuticas que atuam na área e achei que, quando publicasse o livro, iria ocorrer uma saia justa, mas elas ficaram entusiasmadas com o novo mercado.

Você cursou a graduação em medicina já pensando em fazer pesquisa?

Fiz medicina na Santa Casa por influência do meu irmão, Salvador Bianco, professor aposentado do Departamento de Psiquiatria da Unifesp [Universidade Federal de São Paulo], que é 10 anos mais velho que eu. Desde o início queria me tornar pesquisador. Junto com a Santa Casa, cursei biologia na USP, mas desisti no último ano porque botânica era chato. Depois fiz o mestrado e o doutorado no Instituto de Ciências Biomédicas da USP. Já no primeiro ano de medicina, comecei a perguntar onde se fazia pesquisa e me falaram: “Vá à fisiologia, onde fica o professor Carlos Roberto Douglas”. Em um primeiro momento, ele, que morreu há poucos anos, não topou: “Você está no primeiro ano, não sabe nada, precisa esperar um pouco; volta no ano que vem”. Insisti e ele cedeu. Comecei a ajudar as pessoas do grupo que estudavam os efeitos da nutrição na tireoide. Isso foi em 1978. Não parei mais. Foi um acaso eu ter me deparado com esse tema.

Certamente gostou, senão teria abandonado.

Sem dúvida. Naquele tempo, talvez 10% ou 20% dos pacientes que eu via no ambulatório da Santa Casa tinham bócio, por causa da deficiência de iodo.

Não havia sal com iodo na época?

Antes dos anos 1970 já se recomendava que o sal de cozinha fosse iodado. Mas não havia muito engajamento das in-

dústrias salineiras nem supervisão da vigilância sanitária. A situação começou a melhorar com o trabalho que o endocrinologista Geraldo A. de Medeiros-Neto [1935-2022] fez com o político André Franco Montoro [1916-1999], quando este foi senador [1971 a 1983]. Só a partir dali houve mais engajamento do governo em supervisionar a iodação do sal. Não é uma tarefa tão simples como parece. O sal passa por uma esteira e é preciso borrifar uma solução de iodo sobre ele. Tem de ser a quantidade correta, bem calculada, pois, com o tempo, o iodo evapora. Aliás, quem cozinha não pode guardar o sal perto do fogão ou em lugar quente porque acelera a evaporação.

O bócio endêmico ainda é um problema no Brasil?

Não mais. As ações dos endocrinologistas e da vigilância sanitária foram efetivas. Mas sempre haverá deficiência de iodo no solo e, conseqüentemente, nos alimentos. Essa deficiência é geográfica, ocorre quase no mundo inteiro. A tireoide precisa de iodo para produzir seus hormônios. Quando consumimos iodo na dieta, ele é absorvido pelo sangue e chega à tireoide. Se há pouco iodo no sangue, a glândula começa a crescer, na tentativa de captar mais. Normalmente ela pesa 20 gramas, mas pode chegar a quase 1 quilo porque suas células se multiplicam para absorver o pouco iodo disponível. É um mecanismo de compensação. Agora, se a carência de iodo for intensa a ponto de o bócio não conseguir compensá-la, pode ocorrer o hipotireoidismo. Hoje ainda há deficiência ou carência de leve a moderada em várias regiões do mundo. Em poucos a carência é intensa. Quem corre o risco de ser afetado pela carência de iodo são as crianças e as gestantes. As crianças porque seus mecanismos de compensação não são eficientes, e as grávidas porque, na gestação, podem perder mais iodo por ajustes na fisiologia da tireoide.

O que a deficiência de iodo pode provocar na gestante?

Se for intensa o suficiente para prejudicar a síntese dos hormônios da mãe e do feto, pode levar ao bócio e ao hipotireoidismo fetal. O organismo materno é capaz de compensar a deficiência, mas, para o bebê em formação, a falta de iodo é um problema sério. Os hormônios



O tratamento atual do hipotireoidismo não é eficaz para quem não consegue converter o hormônio T4 em sua forma ativa

tireoidianos são muito importantes para o desenvolvimento do cérebro do feto e do recém-nascido. Tanto que se faz de rotina o teste do pezinho em busca de problemas genéticos que afetam o desenvolvimento e o funcionamento da tireoide, que atinge 1 em cada 2.500 nascidos vivos.

Por que esses hormônios são tão importantes desde a gestação?

Principalmente para a neurogênese, bem no começo do desenvolvimento do cérebro, quando os neurônios são formados. Esse é um dos temas que estudamos no meu laboratório. A falta do hormônio tireoideano no começo da vida desencadeia mecanismos epigenéticos que modificam permanentemente a expressão de muitos genes em todo o organismo. Não dá para corrigir mais tarde. Hoje, esse é o tema que mais toma o meu tempo: entender como o T3, ou sua falta, modifica a expressão gênica.

O que já descobriram?

Nós criamos um camundongo que apresenta hipotireoidismo localizado no fi-

gado, só nos dois primeiros dias de vida. O animal se desenvolve normalmente, mas, quando atinge a idade adulta, o funcionamento do seu fígado é diferente daquele do fígado de quem não teve hipotireoidismo logo após o nascimento. O fígado perde a capacidade de armazenar gordura, produz mais corpos cetônicos e menos glicose. Isso porque o envelhecimento da cromatina [a fita de DNA no núcleo das células], que regula a expressão dos genes, é modificado pelo hormônio da tireoide.

Você se formou na Santa Casa e virou professor da USP. Tem alguma ligação com a Unifesp?

Tenho grandes amigos e colegas na USP e na Unifesp. Um dos meus mentores em São Paulo foi o professor Rui Monteiro de Barros Maciel, da Unifesp. Ainda hoje colaboramos. Em 1984, ele me apresentou ao pesquisador chileno J. Enrique Silva, por meio do qual fui para Harvard. Nunca trabalhei na Unifesp, embora seja professor credenciado do curso de pós-graduação em endocrinologia de lá até hoje e já tenha orientado vários doutorados. Na USP, fui professor do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas [ICB] por 15 anos.

Como surgiu a possibilidade de ir pra Harvard?

No mestrado, fui a um congresso de endocrinologia em Canela, no Rio Grande do Sul. Lá, o Rui me apresentou ao Enrique, que trabalhava no Brigham and Women's Hospital, da Universidade Harvard, em Boston, e não desejava retornar ao Chile em razão do golpe militar. Falei para o Enrique: "Quero ir para o seu laboratório". Fiz o doutorado no ICB, com a parte experimental em Harvard. Quinze anos mais tarde, decidi visitar Harvard novamente. Como o Enrique não trabalhava mais lá, liguei para o professor Philip Reed Larsen, que tinha sido o mentor dele, e fui aceito. Fiquei 10 anos em Boston, estabeleci meu laboratório e me tornei chefe do setor de tireoide do Brigham and Women's Hospital. Tornar-me independente foi um dos maiores desafios da minha mudança para os EUA.

Por quê?

Para ser bem-sucedido e reconhecido pelos colegas, o pesquisador precisa ser

independente, ter os seus próprios *grants* [bolsas ou subvenção para pesquisa]. Fui, em 1998, sem *grant*, e trabalhei no laboratório do Larsen, o PI [*principal investigator*, pesquisador principal]. Esse arranjo é ideal para quem faz pós-doutorado ou é professor visitante, pois o funcionamento do laboratório e os salários são financiados pelo PI. À medida que a permanência se prolonga, esse arranjo se torna menos vantajoso porque é preciso trabalhar no que o PI está disposto a financiar, e o salário é restrito.

Nesse caso, você será sempre pós-doutor ou consegue ter uma posição?

Dá para ser professor da faculdade, mas, até você se tornar independente, sempre estará vinculado a um PI. E, se ele perder os *grants*, acabou.

É o PI que define o quanto vai pagar para quem trabalha com ele?

Sim. Meu primeiro salário foi muito baixo, cerca de US\$ 6 mil por ano. Ainda hoje existe uma tendência muito forte de se pagar menos do que o valor de mercado aos pesquisadores visitantes. Eles geralmente não conhecem os padrões locais e não querem criar uma situação reclamando porque se entende que a visita é temporária e a alternativa é pegar o avião de volta.

Como ter sucesso na pesquisa nos Estados Unidos?

O pesquisador precisa se desligar do PI e virar um pesquisador independente, ter os seus próprios *grants* e laboratório, o que o transforma em um *asset* [ativo] da universidade. Como pós-doc, a universidade agradece a mão de obra barata e só. Ela se interessa pelo investigador principal porque, junto com o financiamento que ele consegue, chega muito dinheiro para a universidade. Se sou o pesquisador principal e consigo um *grant* de US\$ 250 mil dos NIH [Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos], o valor padrão de um *grant* modular, os NIH pagam uma taxa adicional altíssima, conhecida como “custos indiretos”, para a universidade. Essa taxa depende do acordo da universidade com os NIH. Harvard recebe cerca de 70%. Como só cerca de 10% dos *grants* solicitados ao NIH são financiados, dá para ter uma ideia de quão difícil é se tornar um pesquisador independente.

Como compara a sua vida no exterior com o tempo em que estava da USP?

Na USP, eu fazia pesquisa, mas dava muitas aulas. Em Harvard, dava uma aula por ano no curso de medicina, sobre tireoide. Na Universidade de Chicago também. Ao fazer o programa do curso, o coordenador escolhe entre os melhores em cada área. Nessas grandes instituições se encontram os melhores professores em todas ou quase todas as áreas. É um prestígio gigantesco dar uma aula.

No Brasil é outro sistema.

Em Harvard, tem muito pouco aluno para o número de professores. Lá, na faculdade de medicina, havia cerca de 11 mil professores. Não é exagero. São vários hospitais afilados, onde trabalham muitos profissionais. Uma dificuldade que eu tive no Brasil para fazer pesquisa era o processo de importação de reagentes, animais etc. A burocracia atrapalhava. Os Estados Unidos é a Disneylândia do pesquisador. A encomenda é feita via computador hoje e amanhã chega pelo FedEx.

Esse é o lado bom...

Meu chefe sempre foi um excelente pesquisador, líder mundial na área da tireoide. Então ele não tinha muita dificuldade

de renovar seus *grants*. Tive de me reinventar para conseguir escrever os pedidos de *grants*, obter financiamento, ter meu próprio laboratório e me tornar independente. A competição é muito acirrada, com os Estados Unidos inteiro, com os melhores pesquisadores. Tive sorte e obtive muitos *grants*. Logo recebi ofertas de emprego para sair de Harvard e acabei me tornando chefe da endocrinologia na Universidade de Miami. Esse sistema extremamente competitivo parece ser muito bom, mas merece uma palavra de cautela. Estimula a formação e o estabelecimento de indivíduos e núcleos de excelência, mas a que preço?

O que fazer para vender seu peixe com sucesso?

É preciso ter muita objetividade e desenvolver uma fórmula própria. É uma arte. Demorou muito tempo, mas consegui. É nesse gargalo que a maioria não passa. Por quase 10 anos tenho ido aos NIH para julgar os pedidos de *grants* no setor de endocrinologia celular e molecular. No final, volto para casa deprimido por ver tanta gente boa ter seus pedidos negados e saber das implicações profissionais e pessoais disso.

Por que saiu de Harvard?

Durante certo período da vida do pesquisador, estar em uma universidade como Harvard é muito importante. Ajuda na formação e no reconhecimento pelos pares. Com o tempo, a importância diminui. Além disso, quanto mais famosa é a universidade, menor é o salário. Tem o fator “salário Harvard”: “ganho pouco, mas trabalho em Harvard”. Outras boas universidades, com menos prestígio, querem atrair bons pesquisadores, que trazem seus *grants*, e pagam salários mais competitivos. Essa troca é um momento-chave na carreira, que deve ser muito bem estudado. Recebi uma oferta muito boa para ir para Miami e a oportunidade de liderar o serviço de endocrinologia, o que me fez aceitá-la. Foi fantástico. Deveria ter ido antes. Faltavam em minha formação a visão e o entendimento do *business* por trás da pesquisa e da medicina acadêmica nos Estados Unidos.

O que mudou?

Em Miami eu tinha uma função administrativa e mais responsabilidades. Eu era



Nos Estados Unidos, um pesquisador, para ser bem-sucedido, precisa ser independente e ter os seus próprios *grants*

o chefe do serviço de endocrinologia de três hospitais, com cerca de 20 médicos endocrinologistas e oito residentes. Nessa estrutura, o chefe pode quase tudo. Contratar, demitir, decidir a carga de trabalho e o salário das pessoas. Não é como a estrutura brasileira, muito engessada. Um chefe em uma universidade pública como a USP decide o quê? Pouco. O salário de ninguém muda e ele não pode reconfigurar o serviço rapidamente com novos professores. Assume uma função mais burocrática de dar presença e fazer com que a carga horária de aulas e atendimento de pacientes seja cumprida. Lá, o chefe molda o serviço como quiser. Se não funcionar, ele é substituído. O meu sucesso na pesquisa devo aos meus mentores e a Harvard. Em Miami, aprendi a administrar a área médica.

Você conseguia fazer pesquisa também?

Fazia. Estou há quase 30 anos nos Estados Unidos e nunca deixei de pesquisar. Mas Miami não é Harvard. Aprendi a botar a mão na massa, a fazer de tudo e a improvisar. Após seis anos surgiu a oportunidade de me mudar para Chicago. Não pelas minhas qualidades de pesquisador, mas administrativas. Fui como presidente de um grupo de cerca de 600 médicos para a Universidade Rush, uma instituição privada que tem um grande hospital em Chicago. Aí, mudou tudo.

Por quê?

Porque o bastidor de um grande hospital é uma bagunça, muitas vezes assustadora. De 20 médicos, passei a chefiar 600. Aprendi o *business* da medicina e o funcionamento de um grande hospital. Aprendi como as diferentes partes se interconectam e fazem a máquina funcionar. Foi estressante. Do CEO do hospital, eu escutava: “Você precisa fazer os médicos trabalharem mais”, “o salário deles está muito alto”. Dos médicos, ouvia: “Estamos trabalhando demais”, “queremos aumento”. Era responsável por um orçamento de cerca de US\$ 300 milhões por ano. Depois de quatro anos, decidi sair. Aprendi muito, mas o nível de estresse era altíssimo.

E foi para onde?

Para a Universidade de Chicago, onde não tenho função administrativa. Meu trabalho é fazer pesquisa. Nunca fui tão feliz profissionalmente e produtivo.



Seria fantástico formar no Brasil médicos-cientistas, com conhecimento clínico e em pesquisa básica

Qual o paralelo entre o que ocorre nos Estados Unidos e aqui?

Tenho alguma noção de como funcionam as instituições brasileiras por causa da minha associação com o pessoal da Unifesp e da USP e de minha esposa, a Miriam, que é bióloga e professora na Universidade Presbiteriana Mackenzie. De forma geral, sinto que hoje os mais jovens têm menos interesse na área científica. Não é um fenômeno só brasileiro. Quando comecei, não era assim. Havia uma sede de querer fazer e aprender muito. Acredito que esse desinteresse é, em parte, motivado por mudanças sociais que priorizam a qualidade de vida. Na pós-graduação, eu e meus colegas trabalhávamos muito, com pouca recompensa. Não vejo isso em meus alunos. Além disso, com raras exceções, o salário de quem faz pesquisa nos Estados Unidos é mais baixo e o recém-formado acaba a faculdade devendo para o programa de bolsas da instituição. Isso faz com que o interesse por posições mais bem pagas, longe da pesquisa, seja grande.

No Brasil é diferente?

Não conheço bem a situação do Brasil,

mas uma diferença é que aqui sempre houve a ideia de o médico que é professor e pesquisador universitário ter consultório particular. Isso atrapalha a continuidade das pesquisas. Nos Estados Unidos, não existe. O professor trabalha 100% do tempo fazendo pesquisa e vendo pacientes na universidade. O médico é proibido de atender fora da universidade em que trabalha. No meu caso, sou funcionário da Universidade de Chicago e eles pagam 100% do meu salário, independente da minha área de atuação. Mas posso fazer consultoria para empresas farmacêuticas, firmas de advocacia envolvidas em litígio entre médicos e pacientes, patentes etc. Isso não tem problema. Todos temos 20% do tempo para atuar nessa atividade de consultoria. Temos a obrigação de informar a universidade sobre o tópico e o valor recebido dessas consultorias, para que eventuais conflitos de interesse possam ser resolvidos.

Na palestra que deu na FAPESP, você abordou a questão sobre médico-pesquisador.

Falei sobre a formação do médico-cientista, uma subárea da medicina nos Estados Unidos que abrange o médico com excelente conhecimento clínico e de pesquisa básica. Boa parte dos médicos-cientistas nos Estados Unidos tem MD e PhD. O curso de medicina para eles é duas vezes mais longo, mas se formam com os dois títulos. No Brasil, muitos médicos fazem pós-graduação depois da residência. Uma diferença fundamental é que, lá, o PhD é obtido em uma disciplina básica. No Brasil, o PhD dos médicos frequentemente é em uma disciplina clínica. Formamos um superclínico e não um médico-cientista.

De qualquer forma, é difícil reproduzir o modelo norte-americano.

O orçamento anual dos NIH é de US\$ 50 bilhões. Eles investem meio bilhão na formação de médicos-cientistas. Seria fantástico estimular a formação de médicos-cientistas no Brasil, mesmo que em pequena escala. Para isso, precisamos pensar em pagar um salário institucional adequado para que os médicos dedicados à academia possam permanecer no hospital todo o tempo. Talvez as agências de fomento à pesquisa pudessem implementar algo semelhante no Brasil, mesmo que fosse um projeto-piloto. ■



A DINÂMICA DA CRISE DOS DOUTORES

Programas de pós-graduação amargam perda de interesse e planejam mudanças para responder a novas demandas

Fabrizio Marques | ILUSTRAÇÕES Bárbara Quintino

O sistema brasileiro de pós-graduação, que atende atualmente mais de 320 mil alunos em programas de mestrado e de doutorado acadêmicos ou profissionais, vive uma crise complexa marcada por problemas que se sobrepõem. O número de estudantes titulados cresceu sem parar por mais de três décadas, atingindo um pico de 24,4 mil doutores e 70,1 mil mestres em 2019, mas esse fôlego arrefeceu na pandemia, com o fechamento de laboratórios e o adiamento de projetos. Passada a emergência sanitária, a crise permaneceu. Há entraves para retomar o ritmo anterior: em 2022, o contingente de formados ainda estava 13% abaixo do de 2019. Em várias áreas do conhecimento, menos candidatos se dispõem a pleitear as vagas dos programas.

“A pandemia ofuscou dois processos que já tinham começado antes dela: um afastamento dos interessados na pós-graduação, principalmente devido à perda no valor de bolsas, e uma redução da atratividade desse tipo de formação em grupos de pessoas que, no passado, costumavam procurá-la”, afirma a cientista política Rachel Meneguello, pró-reitora de Pós-graduação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). A versão preliminar do novo Plano Nacional de Pós-graduação (PNPG), que deve ser lançado no segundo semestre pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), forneceu um diagnóstico do descrédito. Em mais de 20 áreas do conhecimento avaliadas

pela Capes, a oferta de vagas é maior do que a procura em ao menos um quarto dos programas de mestrado e de doutorado. É certo que, no ano passado, houve um reajuste de 40% no valor das bolsas federais de pós-graduação, depois de mais de uma década de estagnação, cujos efeitos ainda não puderam ser avaliados.

Na avaliação de Meneguello, o fenômeno tem a ver com transformações do mercado de trabalho e com as expectativas dos estudantes ou profissionais, que já não se sentem atraídos por um modelo baseado em um longo período de formação e orientado à preparação de docentes. Para complicar, os problemas são agudos em algumas áreas, mas não se manifestam em outras. A relação entre o número de candidatos inscritos e de ingressantes, um indicador do interesse pelos cursos, caiu de 1,29 em 2011 para 1 em 2022 nos doutorados em engenharia na Unicamp, enquanto, no mesmo período, esse índice subiu de 2,19 para 3,42 em ciências agrárias. Em ciências humanas e sociais, caiu de 3,4 para 2,3, enquanto em linguística, letras e artes, foi de 4,26 para 9,33.

Dados compilados por Renato Pedrosa, pesquisador do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP) e assessor da FAPESP na área de Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação, mostram uma recuperação desigual. Áreas que sofreram mais com o fechamento de laboratórios na pandemia, como as ciências biológicas, estão demorando mais a reagir. Algumas unidades da federação exibem dificuldade maior de retomar o fôlego do que outras.

Em São Paulo, o número de doutores titulados em 2022 foi de 6,3 mil, um avanço em relação aos cerca de 5,9 mil registrados em 2020 e em 2021, mas ainda distante dos 7,3 mil de 2019. Já Minas Gerais, com 2,5 mil titulados em 2022, conseguiu voltar ao nível pré-pandemia, enquanto Paraná, com 1,7 mil, e Goiás, com 466, até superaram o desempenho anterior à emergência sanitária. “São Paulo já exibiu uma pequena queda antes da pandemia. Em 2019, foram 7.289 doutores formados, ante 7.459 no ano anterior”, afirma Pedrosa.

A descentralização regional da pós-graduação nas últimas décadas pode ajudar a explicar a redução no patamar de titulados em estados como São Paulo, avalia o diretor científico da FAPESP, o geneticista Marcio de Castro Silva Filho. “Candidatos de outros estados que habitualmente vinham para universidades paulistas podem estar optando por programas mais próximos de seus locais de origem, onde também é mais fácil viver com o valor das bolsas”, afirma. Segundo ele, a redução do número de candidatos parece ser maior em programas com notas mais altas na avaliação da Capes, 6 e 7, que são mais comuns em estados consolidados do que os cursos que têm avaliações intermediárias, com notas de 3 a 5.

Agrônoma Connie McManus, ex-diretora da Capes e atualmente gerente de Relações Internacionais da FAPESP, afirma que a formação em pós-graduação se tornou menos atrativa também por ser vista como demasiadamente longa. “Entre o início da graduação e o final do doutorado, são cerca de 15 anos. Nas ciências humanas, um doutor se forma com mais de 40 anos de idade. Em programas profissionais, chega a 46 anos. É muito tempo até começar a recolher o INSS e iniciar uma carreira. Não é à toa que, em áreas em que o mercado de trabalho oferece boas oportunidades, como as engenharias, o desinteresse pela pós-graduação é mais forte.”

O mais recente volume da série *Mestres e doutores*, produzido pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e divulgado neste mês, mostra que a idade média de conclusão do curso de mestrado chegou a 33,8 anos em 2021 – o patamar é ligeiramente mais alto do que o observado em 1996, de 33,4 anos. Já entre os doutores, a idade de titulação diminuiu de 39,4 anos em 1996 para 37,4 anos em 2021. “Nos países da OCDE [Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico], eles se formam 2,1 anos mais cedo do que os brasileiros e, na Alemanha, 5,3 anos mais cedo”, afirma Sofia Daher, assessora técnica do CGEE que coordena a série de estudos. O estudo do CGEE registrou um aumento na proporção de doutores na população brasileira: de 7,9 titulados por gru-

po de 100 mil habitantes em 2013 para 10,2 em 2021. Nos Estados Unidos, há 21,9 doutores por 100 mil habitantes e no Reino Unido 37,4.

“Vamos precisar de mais doutores se quisermos nos aproximar de países que têm Índice de Desenvolvimento Humano maior do que o nosso. É uma falácia dizer que já formamos em quantidade suficiente”, comenta a presidente da Capes, Denise Pires de Carvalho, que enxerga razões estruturais na crise na pós-graduação. Segundo sua análise, um problema de fundo é o perfil dos estudantes de graduação. “O Brasil aumentou nos últimos anos a proporção de pessoas de mais de 24 anos com diploma de graduação de 15% para 23%, mas essa expansão se deu em universidades privadas e com ênfase na educação a distância. Esse contingente adicional de graduados é composto em boa parte por trabalhadores que não têm nenhum interesse em fazer pós-graduação”, afirma. Em contrapartida, diz Carvalho, o crescimento das matrículas nas universidades públicas desacelerou nos últimos anos porque houve redução nos investimentos desde 2016. “É natural que haja menos candidatos à pós-graduação se não aumentou o número de pessoas com diploma de graduação saindo de universidades públicas. O sistema não cresce sem investimento”, afirma.

O mercado de trabalho dos mestres e doutores tem características peculiares, como mostra o estudo do CGEE. De um lado, é mais resiliente às crises da economia. Em anos em que houve queda do Produto Interno Bruto (PIB), como 2015, 2016 e 2020, as taxas de crescimento de empregos para profissionais com pós-graduação mantiveram-se positivas, na contramão da média do mercado. “Isso tem a ver com o fato de muitos desses profissionais estarem empregados no setor público, mas também por se tratar de um tipo de mão de obra especializada e sofisticada, difícil de substituir”, afirma Daher, do CGEE. “A maioria dos doutores está empregada em universidades públicas, enquanto o mercado de trabalho para os mestres vem se tornando cada vez mais diversificado, com grande presença em empresas privadas.”

Daher destaca a necessidade de criar políticas públicas para ampliar chances de trabalho para os recém-formados – o relatório mostra que a proporção de doutores com emprego for-





mal após dois anos de titulação vem caindo: já esteve em 75,8% do total em 2010, mas, no dado mais recente, de 2021, chega a 65%. A baixa quantidade de bolsas de pós-doutorado está no radar de agências de fomento. “Temos mais de 20 mil doutores formados por ano no país e apenas cerca de 2 mil bolsas para pós-doutorados. Precisamos buscar atender a essa força de trabalho extremamente qualificada”, afirma Marcio de Castro, da FAPESP.

O novo Plano Nacional de Pós-graduação deverá propor mudanças no sistema, por exemplo, no sentido de estreitar a relação da pós-graduação com o setor produtivo não acadêmico e de orientar a formação para demandas do mundo do trabalho, além das de pesquisa e

docência. “O desenvolvimento do Brasil requer que mais empresas invistam em pesquisa e desenvolvimento e ampliem a empregabilidade dos nossos doutores”, diz Denise Carvalho, da Capes.

Há outras propostas em debate. O Conselho Nacional de Educação (CNE) discute há dois anos os contornos de um novo parecer para reorganizar a pós-graduação brasileira. Em linhas gerais, a ideia é disseminar trilhas profissionais para além da carreira acadêmica, quebrar a hierarquia do mestrado como curso preliminar do doutorado e flexibilizar os formatos dos programas, considerando, por exemplo, que o trabalho final de conclusão dos cursos, além de tese, também possa ser uma patente ou uma contribuição para políticas públicas. “É importante que a expansão da pós-graduação leve em conta as necessidades do país em áreas sensíveis para o desenvolvimento e tecnologicamente intensivas em inovação”, afirma Luiz Roberto Liza Curi, presidente do CNE. “A Capes tem feito um trabalho impecável. O objetivo da proposta não é corrigir rumos, mas amplificar o impacto na sociedade e na economia gerado pelo sistema.”

As três universidades estaduais paulistas vão promover um simpósio em agosto para discutir soluções conjuntas. Entre as mudanças discutidas na Universidade de São Paulo (USP), um dos destaques é a atualização de currículos, de modo a formar doutores com novas habilidades, capa-

zes de explorar outros tipos de emprego, como na indústria, no terceiro setor, no serviço público ou no empreendedorismo. “A experiência de um doutor pode ser muito valiosa para mercados de trabalho sofisticados em setores como serviços, hospitais, laboratórios, indústria farmacêutica ou na agroindústria”, diz Rodrigo Calado, pró-reitor de Pós-graduação da USP.

A instituição também planeja mudanças para que alunos vocacionados para a carreira científica obtenham o doutorado mais rapidamente. Uma proposta é iniciar a pós-graduação com um ciclo de um ano, no qual o estudante faria a maioria das disciplinas teóricas e prepararia seu projeto de pesquisa. Encerrado esse período, o projeto seria avaliado e poderia levar diretamente ao doutorado. “A ideia é identificar já na iniciação científica os jovens com maior potencial”, completa Calado. Denise Carvalho, da Capes, conta que ajustes desse tipo podem ser instituídos no curto prazo: a agência deve ampliar a possibilidade de que bolsas de mestrado se transformem em bolsas de doutorado direto. “Hoje, isso pode ser feito com até 20% das bolsas, mas os programas usam muito pouco esse recurso. Menos de 5% dos bolsistas seguem essa trilha mais rápida”, afirma.

A Universidade Estadual Paulista (Unesp) está preparando ações para atrair e reter estudantes de pós-graduação: a instituição, com unidades espalhadas por 24 cidades, já chegou a ter pouco mais de 14 mil alunos em seus programas e hoje tem 13.056. “Esse dado é impactante porque vimos uma redução de interesse dos alunos em áreas em que temos liderança, como ciências agrárias e da saúde”, afirma Maria Valnice Boldrin, pró-reitora de Pós-graduação da Unesp. Uma das medidas tomadas é oferecer uma bolsa de R\$ 1,2 mil para alunos em situação vulnerável que ainda não dispõem de bolsas de agências de fomento. A expectativa é atender 500 alunos neste ano. Outra ação prevista é unificar na mesma fundação que faz o vestibular da universidade, a Vunesp, os 140 processos seletivos dos programas de pós-graduação espalhados pelo estado, para facilitar o ingresso.

Independentemente do rumo das mudanças, há consenso de que os programas precisam ganhar mais autonomia para enfrentar o desinteresse dos alunos. “As regras aplicadas ao sistema de pós-graduação são as mesmas na Amazônia ou no Pampa gaúcho, ainda que as demandas regionais sejam bem diferentes”, observa Connie McManus. Para Rachel Meneguello, da Unicamp, uma abordagem flexível é essencial para lidar com problemas heterogêneos. “Em alguns cursos, pode ser interessante diminuir o número de disciplinas obrigatórias e investir em uma formação mais rápida e aplicada. Em outros, pode ser necessário manter uma base teórica maior. Cada área vai exigir uma abordagem particular.” ■

OS BRASILEIROS E A CIÊNCIA

Pesquisa *Percepção pública da C&T no Brasil 2023* aponta que interesse da população sobre o tema segue estável

Sarah Schmidt

Mais da metade (60,3%) dos brasileiros se diz interessada ou muito interessada por temas de ciência e tecnologia (C&T), segundo dados da pesquisa *Percepção pública da C&T no Brasil 2023*. Os resultados foram divulgados no dia 15 de maio pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O índice está no mesmo patamar de 2019, que era de 61%. “A população ainda vê mais benefícios do que malefícios na ciência, tem uma visão mais crítica e acredita que a área precisa receber mais investimentos”, resume a historiadora Adriana Badaró, coordenadora do estudo.

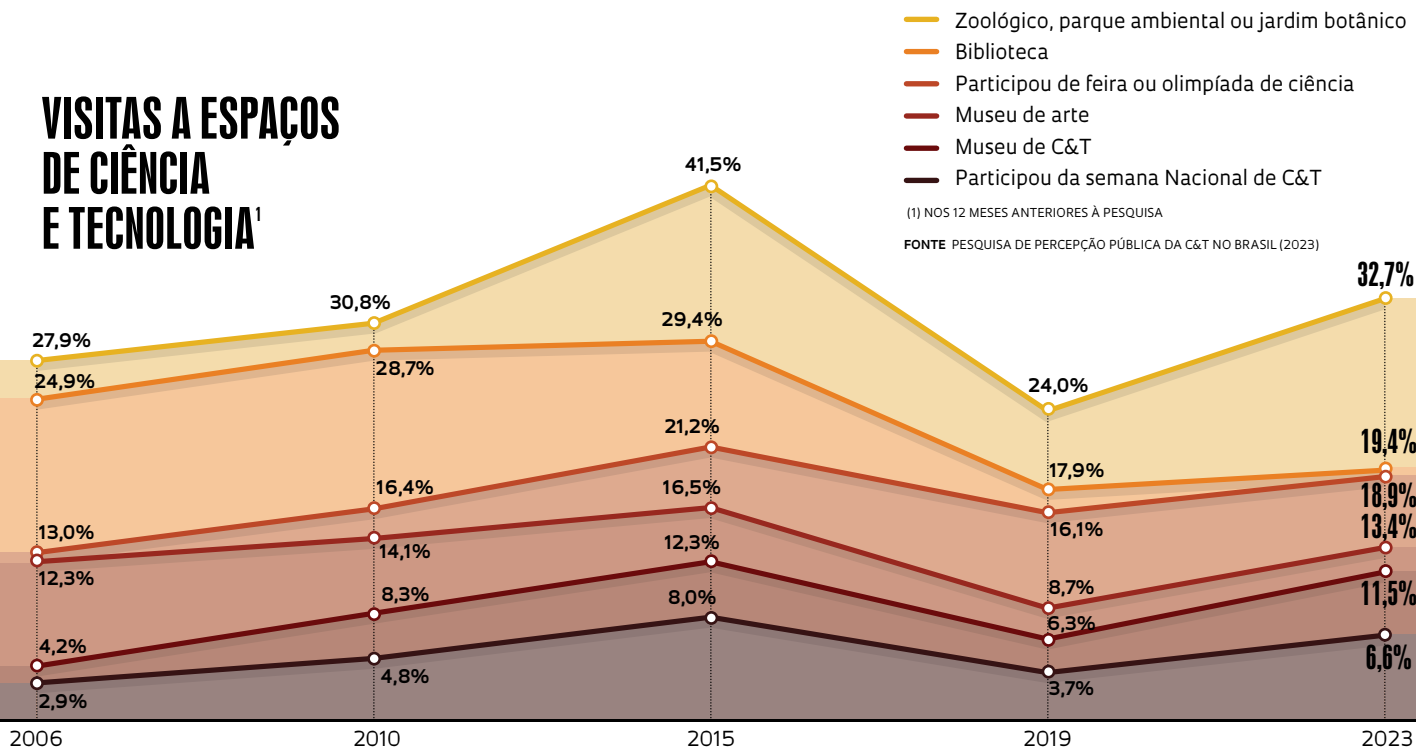
Em sua sexta edição, a pesquisa trouxe novidades como a visão dos participantes sobre mudanças climáticas e o consumo de desinformação. Os dados revelaram que metade dos 1.931 entrevistados (50,8%) se depara com notícias falsas com muita frequência – e, enquanto outros 29,2% dizem ver esse tipo de conteúdo de maneira ocasional, apenas 5,1% relatam nunca encontrar *fake news*. Os participantes foram ouvidos entre novembro e dezembro de 2023, tinham mais de 16 anos e eram de todas as regiões do país.

A pesquisa também detectou um avanço das mídias sociais como fontes de conhecimento: em 2023, quase 40% dos entrevistados buscaram e consumiram com frequência informações sobre ciência, tecnologia, saúde e meio ambiente nas redes sociais, aplicativos de mensagens e plataformas digitais (*ver infográfico*) – até 2015, a televisão ocupava esse posto. Instagram, Facebook, YouTube e WhatsApp foram as principais redes usadas.

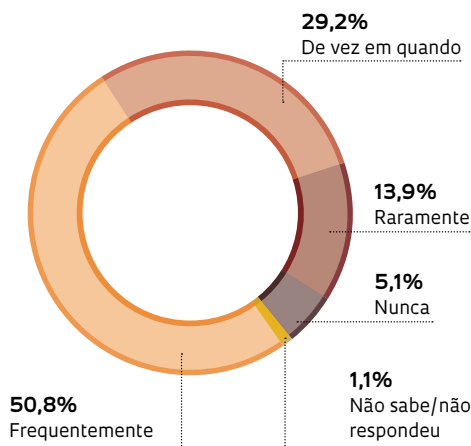
“De um lado, há o crescimento no uso das mídias sociais, e, de outro, um índice elevado de contato com notícias falsas. É importante analisar esses dados em conjunto para encontrar pistas sobre como criar estratégias para combater a desinformação científica”, avalia o sociólogo Marcelo Paiva, assessor técnico do CGEE. O centro estuda fazer rodadas de pesquisas com foco em mídias sociais e desinformação em períodos mais curtos, de dois anos – a pesquisa de percepção tem sido conduzida com intervalos de quatro anos ou mais (1987, 2006, 2010, 2015 e 2019).

Sobre as mudanças climáticas, 95,4% dos entrevistados afirmaram ter consciência de que elas estão ocorrendo. Entre eles, 78,2% acreditam que elas são causadas principalmente pela ação humana, como apontam as evidências científicas, enquanto 19,6% afirmam que elas ocorrem de maneira natural.

VISITAS A ESPAÇOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA¹



FREQUÊNCIA NO CONTATO COM DESINFORMAÇÃO



FONTE PESQUISA DE PERCEÇÃO PÚBLICA DA C&T NO BRASIL (2023)

À frente de ciência e tecnologia, os temas que mais despertam o interesse dos entrevistados são medicina e saúde (77,9%), meio ambiente (76,2%) e religião (70,5%). Para 66,2% dos entrevistados, a ciência e a tecnologia trazem apenas benefícios ou mais benefícios que malefícios para a humanidade, proporção menor que a de 2019 (72,1%). Esse índice já esteve em 81,2% em 2010. Aqueles que veem a ciência e a tecnologia como neutras – trazem tanto benefícios como malefícios – cresceram de 18,9%, em 2019, para 24,6%, em 2023. Na avaliação de Badaró, esse movimento não indica o crescimento de uma visão negativa. “Historicamente, o Brasil se destaca como um país muito otimista em relação à ciência. Pode ser que nos últimos anos a população venha desenvolvendo um olhar mais crítico sobre o fazer científico, mas ter uma visão crítica não é algo ruim”, pondera.

A historiadora destaca que essa hipótese é reforçada por um outro dado: quando questionados se o governo deveria aumentar, manter ou diminuir os investimentos em C&T, 82% dos brasileiros apoiaram o aumento e 12% disseram que os recursos deveriam ser mantidos. Em 2019, esses índices eram de 66% para o aumento e 24% para a manutenção.

Também aumentou de 24% para 32,7%, entre 2019 e 2023, o contingente de pessoas que disseram ter visitado zoológicos,

parques e jardins botânicos nos 12 meses anteriores. O índice, contudo, não supera o de 2015, que foi de 41,5%. Visitas aos museus de ciência e tecnologia foram mencionadas por 11,5% dos entrevistados, ante 6,3% em 2019 e 12,3% em 2015.

Já o conhecimento sobre a ciência brasileira ainda tem um campo amplo para ser trabalhado, segundo o estudo. Apenas 17,9% dos brasileiros souberam indicar o nome de alguma instituição de pesquisa científica em 2023: Instituto Butantan, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e Universidade de São Paulo (USP) foram as mais lembradas. Já 9,6% se lembraram do nome de um cientista, como Carlos Chagas (1878-1934) e Oswaldo Cruz (1872-1917).

Mesmo assim, houve um aumento de quase 9% no contingente dos que se lembram de alguma instituição de pesquisa e 3% de algum pesquisador em relação a 2019. Badaró avalia que esse crescimento pode estar relacionado com a pandemia de Covid-19, quando instituições e cientistas estiveram em evidência no noticiário.

Para Simone Pallone, pesquisadora do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que

não participou do estudo, seria de esperar que esse crescimento fosse maior. “Com a pandemia e a alta exposição dos institutos, dos cientistas e do próprio processo científico, a expectativa era de que houvesse um aumento significativo do interesse geral por C&T e o conhecimento sobre esses atores”, observa. Ela destaca ainda que a série histórica mostra uma tendência de queda em indicadores como os interesses dos entrevistados em C&T e em meio ambiente, que estão hoje abaixo do que eram em 2010, de 64,2% e 83%, respectivamente.

Pallone enfatiza que os dados da pesquisa são ferramentas importantes para orientação de políticas públicas e que, na sua avaliação, podem embasar estudos aprofundados. “O ideal seria analisar o interesse e a confiança em C&T também com metodologias qualitativas, como etnografia e entrevistas em profundidade, para entender melhor o que as pessoas pensam sobre o setor”, propõe. Paiva, do CGEE, interpreta que a recuperação parcial de alguns índices que haviam caído na pesquisa anterior pode apontar uma nova tendência. “O Brasil passou por uma crise de confiança pública em suas instituições, inclusive nas científicas, e agora pode estar se recuperando”, sugere. ■

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

AS PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÃO²

Com frequência De vez em quando Raramente Nunca Não sabe/não respondeu

Redes sociais, apps de mensagens, plataformas digitais



Programas de televisão



Matérias de jornais ou revistas



Rádios e podcasts



Livros



Enciclopédias on-line



(2) SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SAÚDE E MEIO AMBIENTE



BOAS PRÁTICAS

Treinamento que flerta com a má conduta

Empresas de escrita científica oferecem a chance de assinar artigos produzidos em workshops a jovens médicos que disputam bolsas e vagas de emprego nos Estados Unidos

Jovens médicos que publicaram um bom número de artigos têm mais chance de sucesso na disputa por bolsas, empregos em hospitais e vagas em programas de residência nos Estados Unidos. O estímulo para que esses profissionais multipliquem sua produção acadêmica gerou um efeito colateral que flerta com a má conduta: a proliferação de empresas e workshops que, oficialmente, fornecem aos clientes treinamento em escrita científica, mas, na prática, viabilizam em troca de dinheiro a inclusão dos nomes dos alunos em *papers* produzidos coletivamente e divulgados principalmente em anais de conferência, muitas vezes com baixa qualidade.

Uma reportagem da revista *Science* contabilizou pelo menos 24 empresas em diversos países que oferecem serviços desse tipo na internet e mostrou como elas operam. O trabalho foi feito pelo jornalista dinamarquês Frederik Joelsing, editor do site de notícias Retraction Watch, e foi patrocinado por um fundo criado pela *Science* para fomentar matérias investigativas, com recursos doados pelo biofísico

Daniel Pinkel, professor emérito da Universidade da Califórnia em São Francisco.

O público-alvo desses serviços são os cerca de 12 mil médicos estrangeiros que se candidatam a vagas de residência e bolsas nos Estados Unidos todos os anos e precisam robustecer o currículo para enfrentar os concorrentes locais. O caso mais impressionante é o de uma empresa sediada em Atlanta, comandada pelo médico indiano Rupak Desai. Ela cobra US\$ 1 mil de clientes que se dispõem a trabalhar remotamente por até 15 horas ao longo de algumas semanas na elaboração coletiva de manuscritos científicos, em um programa chamado Express Research Workshop. Com o acompanhamento do *staff* de Desai, como informa a propaganda do serviço, os participantes podem assinar três trabalhos breves nos anais de uma conferência anual da American Heart Association. Por mais US\$ 600, também têm a chance de publicar mais dois resumos em outros anais de conferência e dois artigos em revistas indexadas na base PubMed. Embora resumos apresentados em conferência não sejam submetidos ao mesmo crivo de qualidade das revistas científicas, são valorizados em formulários de programas de residência nos Estados Unidos, segundo a *Science*. A oferta dos serviços usualmente é feita em grupos de WhatsApp ou na rede social profissional LinkedIn, usando como chamariz a existência de vagas disponíveis em hospitais e de bolsas.

Desai nega que os mais de 300 clientes que já atendeu tenham comprado a autoria de artigos ao participar dos workshops e diz que todos contribuíram de alguma forma para a elaboração dos manuscritos, seja na discussão sobre o desenho do estudo, seja em outras atividades, como na pesquisa em grandes bases de dados de acesso aberto, em revisões da literatura, na redação do texto ou na elaboração de gráficos. Segundo ele, os mentores conhecem em profundidade as fontes de informação utilizadas e, com isso, conseguem orientar o grupo de alunos a selecionar e analisar dados e produzir um manuscrito em semanas. Conforme registrou a *Science*, o próprio Desai é um exemplo de como o método pode ser eficiente para multiplicar a produção científica. Embora não trabalhe em nenhum hospital ou instituição acadêmica, foi coautor de 163 publicações em 2023 – dessas, perto de 40 eram resumos em anais de conferência da American Heart Association.

A reportagem lista outras empresas do ramo. Em uma delas, sediada no estado de Arizona, clientes pagam US\$ 275 para participar de um estudo feito coletivamente de forma remota, que gera um artigo após duas ou três semanas de trabalho. Outra, da Califórnia, usava como garoto-propaganda um cliente que conseguiu uma vaga de residência depois de acrescentar 34 publicações ao seu currículo. Se a oferta de treinamento em escrita científica é legítima, a inclusão do nome de um indivíduo em

um estudo para o qual dedicou apenas um punhado de horas de forma remota desafia o conceito de autoria acadêmica, que deve ser atribuída a quem gerou contribuições significativas para a construção de um *paper*. “Na minha opinião, isso é uma má conduta”, disse à *Science* a biomédica croata Ana Marušić, consultora de integridade de pesquisa e membro do conselho do Comitê de Ética em Publicações (Cope), um fórum internacional de editores de revistas encarregado de discutir normas éticas.

As empresas têm mecanismos engenhosos para viabilizar a publicação dos manuscritos. Duas delas, a Research Update Organization e o California Institute of Behavioral Neurosciences & Psychology, informam aos clientes que têm “canais” na revista *Cureus*, um periódico de ciências médicas que adota um modelo editorial com duas peculiaridades: aceita manuscritos para publicação imediata e revisão após a publicação, seguindo conceitos da chamada ciência aberta, e permite que empresas cadastradas indiquem nomes de pesquisadores que atuarão como editores de um artigo, gerenciando seu conteúdo da submissão à publicação, o que pode torná-la vulnerável a manipulações. Graham Parker-Finger, diretor da *Cureus*, disse à *Science* que a revista avalia “todas as organizações que possuem um canal na *Cureus* cuidadosamente antes da aprovação, considerando seu histórico e padrões éticos”.

Estudos produzidos por esses serviços já geraram controvérsia. A Research Update Organization, com sede em Houston, foi responsável por um estudo polêmico, divulgado na revista de acesso aberto *Neurology International*, da editora MDPI, e em anais de uma conferência publicados pelo periódico *Stroke*. O trabalho reverberou na imprensa e nas redes sociais por concluir que os usuários de cigarros eletrônicos apresentavam risco maior e mais precoce de acidente vascular cerebral do que os fumantes de tabaco. A repercussão colocou o estudo sob escrutínio de fabricantes de cigarros eletrônicos, que apontaram inconsistências. Um exemplo: o trabalho analisava dados brutos obtidos por uma pesquisa anual de saúde e nutrição feita pelos Centros de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), dos Estados Unidos, e mencionava um contingente de 266.058 entrevistados entre 2015 e 2018, embora o levantamento envolva apenas 5 mil pessoas por ano. O autor principal do artigo da *Neurology International* e responsável pela análise estatística do estudo é Urvisch Patel, fundador da Research Update Organization, e os demais autores são jovens médicos estrangeiros, alguns dos quais frequentaram os workshops da empresa. Patel declara que é afiliado à Escola de Medicina Icahn, em Nova York, vinculada à rede de hospitais Mount Sinai – que nega o vínculo e informa que teve um aluno com esse nome em 2015 em um mestrado em saúde pública. ■

Fabício Marques

Universidades norte-americanas monitoram evolução de violência sexual em seus *campi*

Alunos de graduação e pós-graduação e funcionários de 10 universidades dos Estados Unidos participaram entre fevereiro e abril de um levantamento sobre a prevalência de assédio e violência sexual em seus *campi*. A pesquisa “Conscientização e má conduta sexual no ensino superior (Hesma)” foi aplicada em universidades como Harvard, Stanford, Yale e Georgetown. Os resultados devem sair no segundo semestre e serão usados para orientar políticas acadêmicas e estratégias de serviços de apoio para casos de má conduta sexual.

As conclusões da pesquisa serão comparadas com as de levantamentos realizados em 2015 e 2019 em 33 universidades e faculdades dos Estados Unidos: a “Pesquisa de clima no *campus* sobre má conduta e violência sexual”, encomendada pela Associação de Universidades Americanas à empresa Westat, a mesma

que está fazendo a Hesma. Segundo o levantamento de 2019, 13% dos estudantes relataram terem tido contatos sexuais não consensuais, seja por violência ou incapacidade de consentir – as taxas foram significativamente maiores para mulheres e estudantes transgêneros e não binários do que para homens. Para alguns grupos, como o de estudantes do sexo feminino, os índices de violência registrados em 2019 foram até 3% superiores aos de 2015.

“A má conduta sexual continua a ser um problema sério nos *campi* universitários dos Estados Unidos”, disse Jenny Martinez, reitora da Universidade Stanford, segundo o site oficial de notícias da instituição, o *Stanford Report*. “A pesquisa Hesma é uma ferramenta importante para medirmos a prevalência de agressão, assédio e outras formas de violência sexual em Stanford, para avaliar a conscientização dos alunos e

também para compreender o clima nacional em torno dessas questões.”

A adesão das universidades ao Hesma é estimulada por legislações que determinam a realização de pesquisas periódicas para monitorar a incidência de violência e assédio. “Adicionamos perguntas a esse novo levantamento para garantir que cumprimos os principais requisitos exigidos pela lei do estado de Massachusetts”, explicou ao jornal *The Harvard Gazette* Peggy Newell, vice-reitora da Universidade Harvard. Segundo ela, as pesquisas de 2015 e 2019 ajudaram a instituição a ajustar suas estratégias contra má conduta sexual – a instituição passou a tratar o problema como questão de saúde pública, com foco também em mudanças de cultura e ações de conscientização. “O foco inicial, apenas em formulação de políticas e no cumprimento da legislação, não mudou comportamentos nem reduziu danos.”

Ferramenta avisa se artigo foi apontado como suspeito de conter erros ou fraudes

Uma empresa de softwares de apoio à pesquisa acadêmica, a RedacTek, lançou uma ferramenta on-line gratuita que avisa pesquisadores se um artigo que ele pretende usar como referência em um trabalho científico já teve alguma menção no site PubPeer, um fórum que aponta e discute indícios de erros ou de fraude em *papers* publicados e se consolidou como uma vitrine de denúncias de má conduta (ver Pesquisa FAPESP nº 332). O *plug-in* da RedacTek extrai e cruza informações de várias fontes, incluindo os bancos de dados do próprio PubPeer; da organização Crossref, que atribui identificadores de objetos digitais a artigos; e da OpenAlex, que reúne centenas de milhões de documentos científicos.

O objetivo da iniciativa é alertar pesquisadores desavisados e reduzir a circulação de ciência de baixa qualidade, como disse à revista *Nature* o empresário Rick Meyler, fundador da empresa sediada em Emeryville, no estado norte-americano da Califórnia. A ferramenta também fornece uma métrica, denominada valor de associação a retratações, que mapeia em que grau um artigo científico tem sua bibliografia contaminada por estudos que foram retratados, ou seja, que acabaram cancelados após a publicação devido à ocorrência de erros ou fraudes. O *plug-in* é capaz de vasculhar se *papers* citados em referências de artigos sofreram retratação e até mesmo se há eventuais retratações de “terceira geração”, nas referências de artigos citados como referência. Segundo Meyler, o recurso pode ser útil para editores de periódicos no controle da qualidade de trabalhos submetidos à publicação.

CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



Entre no QR Code para assinar nossas newsletters



- ▶ Em 5 de junho comemorou-se o Dia Mundial do Meio Ambiente. Por isso, destaca-se aqui a importância da água para a economia brasileira. Utilizou-se para tanto o terceiro número das *Contas econômicas ambientais da água: Brasil 2018-2020*, lançado em 2023 pelo IBGE, em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Seu objetivo foi produzir e disseminar informações sobre o balanço entre demanda e disponibilidade de recursos hídricos na economia brasileira
- ▶ Em 2020, no Brasil, foram retirados do meio ambiente 4,1 milhões de hectômetros cúbicos (hm³) de água para integrar o sistema econômico. A atividade de eletricidade e gás foi a que mais captou água (85,1%), mas não a consumiu, pois apenas a utilizou para movimentar turbinas geradoras de energia elétrica e a devolveu à natureza. As atividades de coleta de águas pluviais tampouco consomem a água que captam
- ▶ Excluídas essas duas atividades, chega-se às que consomem a água captada (14% do total). As principais atividades econômicas que consomem a água que captam são a agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (95,2%); e a captação, tratamento e distribuição de água (3,5%). Os volumes consumidos são, de uma forma ou de outra, devolvidos à natureza, mas muitas vezes tão modificados que seu reúso depende de grandes esforços de recuperação
- ▶ No caso das atividades da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, 92,4% do volume retirado em 2020 originou-se da água armazenada no solo, usada principalmente para a agricultura não irrigada. Essa atividade também retirou a maior parte das águas superficiais e subterrâneas, pois respondeu por 58,2% dos 71,2 mil hm³ diretamente captados naquele ano, seguida pelas de captação, tratamento e distribuição de água (27,9%) e indústrias de transformação e construção (8,4%)

PRINCIPAIS ATIVIDADES COM CAPTAÇÃO DIRETA DE ÁGUA PARA CONSUMO

Brasil – 2020

Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura



Captação, tratamento e distribuição de água

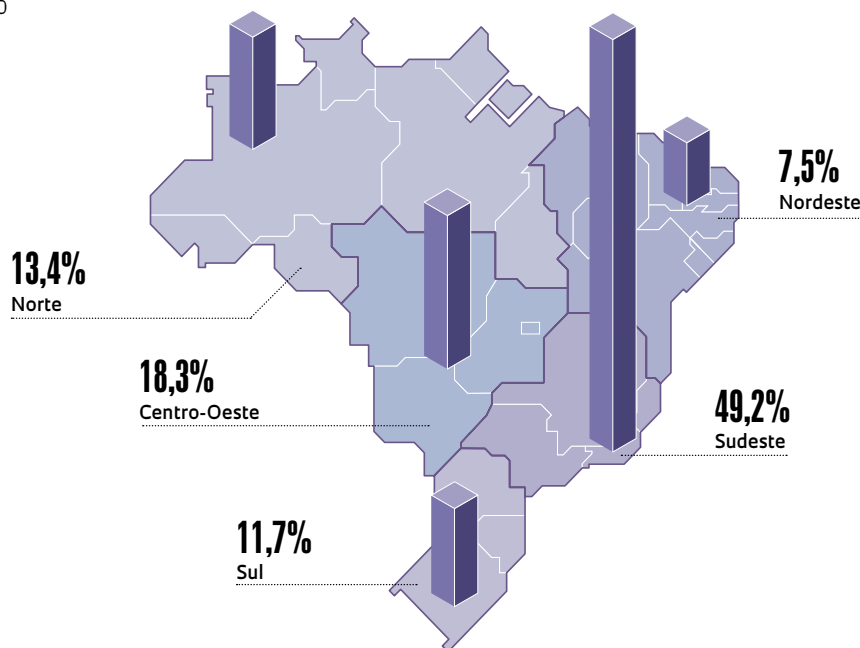


Demais

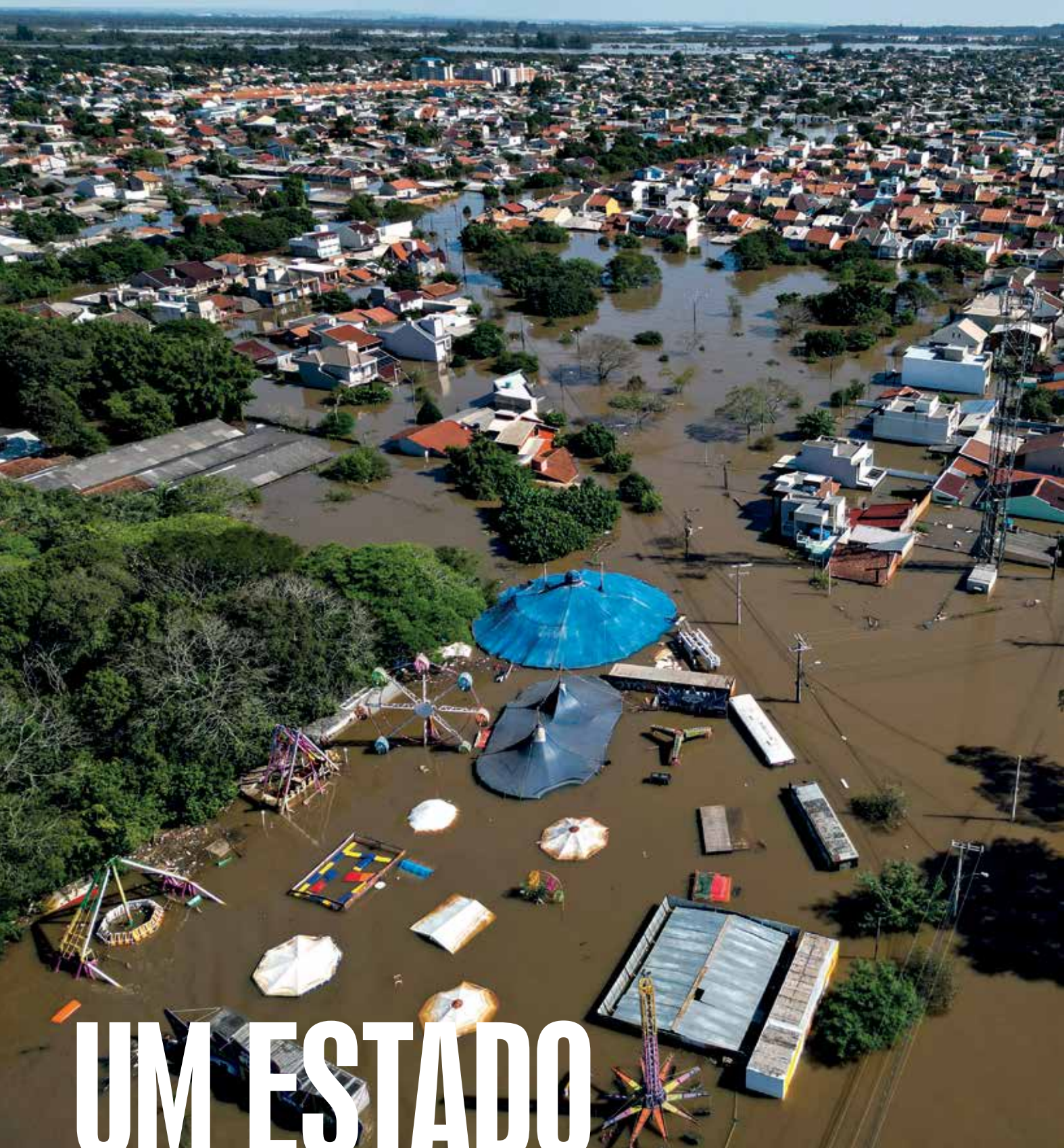


PARTICIPAÇÃO NA RETIRADA TOTAL DE ÁGUA

2020



- ▶ Sob a ótica regional, o Sudeste foi a região que mais contribuiu para a retirada total de água. Mas é notável a participação do Centro-Oeste, reflexo da importância das atividades agrícolas naquela região
- ▶ A importância da água para a geração de valor é visível também por meio do indicador de intensidade hídrica de consumo. Ele mostra a vazão consumida de água (em litros) para cada real de valor adicionado bruto (VAB) gerado pelas atividades econômicas. Sob essa ótica, o estudo indica que, em 2020, foram consumidos 6,2 litros de água para cada real de VAB gerado pela economia brasileira (desconsiderada a água do solo)



UM ESTADO SUBMERSO

Chuvas torrenciais, geografia local e falhas de prevenção causam um desastre sem precedentes no Rio Grande do Sul


Renata Fontanetto

O volume de chuvas que atingiu o Rio Grande do Sul entre o fim de abril e o início de maio foi um evento extremo que causou o maior desastre socioambiental na história do país. No dia 2 de maio, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) emitiu uma nota alertando que, nas 72 horas anteriores, alguns municípios gaúchos haviam registrado quase 500 milímetros (mm) de chuva, como Santa Maria, no centro do estado, e Caxias do Sul, na Serra Gaúcha. Outras cidades, também ao longo de três dias, receberam de 200 a 300 mm de água.

Esses volumes são enormes. Nos últimos 30 anos, a média de chuva mensal entre abril e maio em todo o estado variou de 100 a 220 mm, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). “Toda previsão meteorológica tem limitações. Mas o aviso de risco de desastre no Rio Grande do Sul foi emitido com antecedência, ainda em abril”, diz o climatologista José Marengo, do Cemaden.

As fortes chuvas persistiram maio adentro e começaram a afetar também o estado de Santa Catarina. Até o fechamento desta reportagem, 471 dos 497 municípios gaúchos tinham sido afetados em maior ou menor grau de severidade pelas chuvas e enchentes persistentes, de acordo com a Defesa Civil do Rio Grande do Sul – é como se um tsunami tivesse varrido o estado. O número de mortes chegou a 169 e o de desaparecidos a 44. Além do cenário de destruição e prejuízo de bilhões de reais em infraestrutura e bens materiais, mais de 580 mil moradores tiveram de deixar suas casas, 47 mil estão em abrigos e 2,3 milhões de pessoas foram afetadas. A mensuração final dos estragos só virá quando a água escoar de todas as áreas alagadas, o que ocorre muito lentamente.

A característica da rede hidrográfica gaúcha contribuiu para agravar a grande enchente. Boa parte da chuva que cai no centro e no norte do estado é transportada pelos rios até o lago Guaíba, na Região Metropolitana de Porto Alegre, e, em seguida, à Lagoa dos Patos, mais ao sul, que desemboca no oceano. “Na região de Porto Alegre, as águas não baixaram rapidamente por causa das chuvas persistentes, solo encharcado e saturado e pela dificuldade de escoamento da água em direção ao oceano devido à ação dos ventos”, explica o engenheiro ambiental Fernando Mainardi Fan, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



Município de Canoas, na Região Metropolitana de Porto Alegre, tomado pelas águas em 7 de maio

“Nas chuvas do ano passado, o sistema de contenção das enchentes no Guaíba já tinha apresentado algumas falhas na vedação de comportas e no funcionamento de bombas. Agora ele não aguentou.”

Devido aos alagamentos persistentes, várias cidades tiveram de ser parcial ou totalmente evacuadas, como Eldorado do Sul, Canoas e Porto Alegre, que são coladas ao Guaíba. A cota de inundação do lago é de 3 metros (m), mas, em tese, o sistema poderia dar conta de uma cheia de até 6 m. A enchente deste ano levou o nível ao recorde de 5,35 m. A maior marca anterior tinha ocorrido na grande enchente de 1941, com 4,77 m de alta.

Segundo Fan, as áreas mais atingidas foram no entorno dos rios Jacuí, Taquari, Caí, Sinos, Grava-

taí e Vacacaí, além do Guaíba (*ver imagens comparativas nas página 43*). Cidades próximas aos dois primeiros rios, como Encantado e Muçum, já haviam sido afetadas pelas enchentes no fim de 2023 e voltaram a ficar cobertas de água. O nível subiu principalmente por causa da chuva e do represamento das águas no início do Guaíba.

O Rio Grande do Sul está em uma região que tem sido alvo de alertas frequentes sobre possíveis desastres associados a variações bruscas no clima. Desde maio de 2023, o estado foi citado em 12 boletins mensais sobre eventos extremos do Inmet, que registram fenômenos meteorológicos como chuvas e ondas de calor que fogem ao padrão das médias históricas observadas e podem causar alagamentos, deslizamentos e outros impactos. Os alertas mais recentes no território gaúcho tiveram relação com chuvas



Vista área da mesma região do Vale do Taquari depois das cheias de setembro de 2023 (*no alto*) e de maio deste ano



Cidade de Porto Alegre totalmente alagada em 5 de maio

intensas, como em setembro do ano passado (ver Pesquisa FAPESP nº 334).

Nos últimos 30 anos, com o aumento do aquecimento global, uma nova realidade climática se instalou no país e, de acordo com especialistas, a região Sul é uma das mais afetadas por fortes chuvas. Mapas do Inmet referentes ao período de 1991 a 2020 indicam um acumulado médio anual de chuvas no Sul entre 1.400 e 2.200 mm. Entre as décadas de 1960 e 1990, esse índice se situou na faixa de 1.050 a 2.050 mm.

A tendência de aumento da precipitação no Sul e em parte do Sudeste também foi observada em diferentes estudos e difere da realidade de grande parte do país, que vem ficando cada vez mais seco (ver Pesquisa FAPESP nº 338). “É possível diferenciar bem os períodos secos dos chuvosos em outras regiões. Mas, no Sul, temos uma precipitação que costumava ser bem distribuída ao longo de todo o ano”, comenta o meteorologista Douglas Lindemann, da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). “Oscilações sempre existiram, devido às influências de fenômenos naturais como o El Niño, que traz

mais chuvas, e o La Niña, que ocasiona períodos de seca. O que vem mudando é que as chuvas deixaram de ser bem distribuídas e, em alguns meses, chove torrencialmente.”

A intensificação das cheias em rios sulistas foi constatada num artigo publicado em setembro de 2022 na *Nature Communications*. O estudo buscou analisar o quanto o ciclo da água vem se modificando em todo o território nacional. Com o aquecimento do planeta, esse ciclo natural – que envolve os processos de evaporação, transpiração das plantas, formação de nuvens, chuva e abastecimento de aquíferos – sofre alterações. Uma das explicações reside no fato de que, em condições mais quentes, a atmosfera carrega mais umidade (vapor-d’água). Isso abastece condições meteorológicas que levam a chuvas, como os ciclones extratropicais.

A análise compreendeu os dados de observação diária do fluxo e escoamento de rios em 886 estações hidrométricas entre 1980 e 2015. Os resultados indicam que, em parte do Sul do Brasil, no norte da Amazônia e no território mais ao leste de Mato Grosso do Sul, as enchentes se tornaram mais frequentes e as secas menos comuns. “O ciclo mudou em praticamente todo o país. No Sul, as atividades humanas estão causando instabilidades na va-

ção natural dos rios”, observa o geógrafo Vinícius Chagas, primeiro autor do estudo e atualmente pesquisador de pós-doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob supervisão do engenheiro ambiental Pedro Chaffe.

No total, segundo o artigo, 69% do território da região Sul vem enfrentando mais cheias. A situação é crítica no nordeste do Rio Grande do Sul (onde a atual tragédia foi devastadora), em quase todo o território catarinense e no sudeste do Paraná. Por outro lado, no sul do Rio Grande do Sul, tanto as cheias quanto as secas se mostraram menos frequentes ou intensas nos últimos 40 anos. Os dados acendem um alerta, ainda que nem todos os episódios de cheias ou secas tenham gerado grandes transtornos. “O período de recarga dos aquíferos costumava ser ao longo do ano, mas isso mudou”, diz Chagas.

É difícil enumerar todas as razões para as mudanças observadas no padrão pluviométrico no Sul do Brasil. A ocorrência de chuva depende de fatores atmosféricos e oceânicos, cada evento extremo é único e o clima da região não é homogêneo. No desastre atual, devido a condições climáticas específicas, as nuvens de chuvas permaneceram estacionadas por muitos dias sobre partes do Rio Grande do Sul, o que concentrou a precipitação em certos lugares. “A frente fria, resultado da interação entre as massas de ar frio e quente, está se retroalimentando no Rio Grande do Sul porque há muita umidade e está quente para essa época do ano”, explica Lindemann.

De acordo com a literatura científica, os sistemas climáticos ficam mais instáveis e imprevisíveis com o aumento das temperaturas. O ano de 2023, por exemplo, foi o mais quente da história do planeta. Segundo o Inmet, a temperatura média no Brasil no ano passado foi 0,69 grau Celsius (°C) acima da média histórica das últimas três décadas, que foi de 24,23 °C.

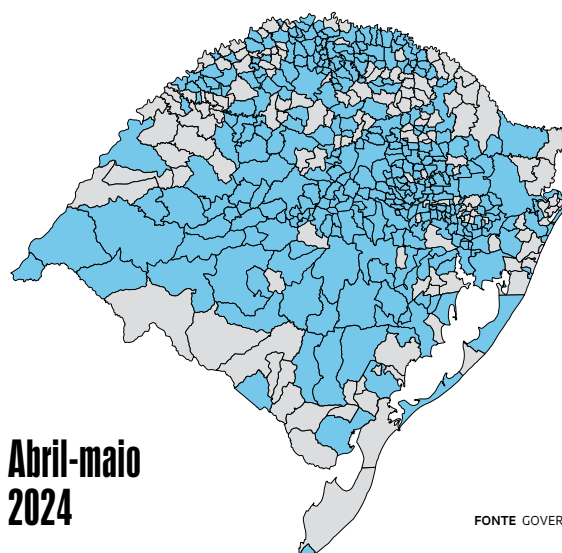
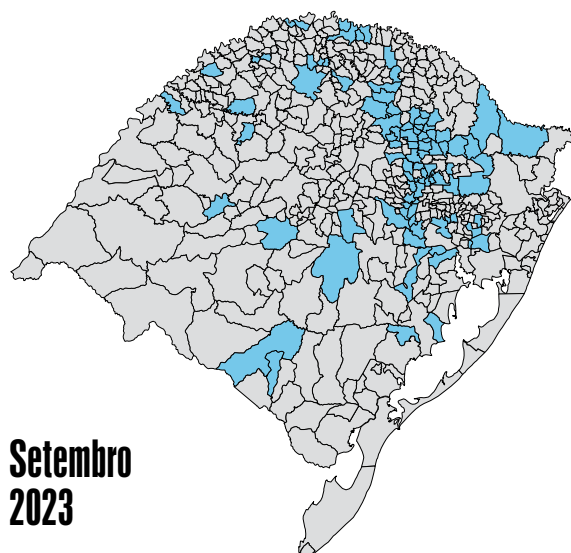
No entanto, as chuvas torrenciais deste ano no Rio Grande do Sul caíram em um momento razoavelmente esperado e previsto por vários estudos. Quando ocorre o fenômeno climático El Niño, marcado pelo aquecimento excessivo das águas superficiais do centro e do leste do oceano Pacífico equatorial, aumenta o risco de formação de eventos extremos em todo o território nacional.

Um trabalho publicado em agosto de 2017 na revista *International Journal of Climatology* observou em Santa Catarina a intensificação de chuvas extremas associadas ao El Niño, principalmente na primavera, entre 1979 e 2015. O El Niño produziu mais eventos extremos do que os associados à La Niña (resfriamento anormal desse trecho do Pacífico) ou a anos neutros, quando as temperaturas do oceano estão dentro do padrão esperado. Ainda assim, entre 2000 e 2015, o número de anomalias climáticas na primavera durante o La Niña e em anos neutros aumentou consideravelmente em comparação às duas décadas anteriores, enquanto houve uma pequena queda na quantidade de eventos significativos associados ao El Niño.

“No Rio Grande do Sul, houve uma estiagem severa de três anos por causa de episódios consecutivos de La Niña. O que se observa é que o espaço entre esses eventos vem encurtando, e o La

O IMPACTO DE DUAS ENCHENTES

Um total de 471 municípios foram afetados pelas chuvas deste ano; em setembro de 2023 as inundações atingiram 108



FONTE: GOVERNO DO RIO GRANDE DO SUL

NOS RASTROS DO PASSADO

Traços deixados em ossos fossilizados revelam comportamento de insetos à época do surgimento dos primeiros dinossauros

Laura Tercic




Em ilustração artística, um dos primeiros dinossauros observa um rincossauro morto, em primeiro plano

Pistas em restos mortais muito antigos e recados assinados por ecossistemas extintos, esperando milhões de anos para serem lidos, atraem pesquisadores para a icnologia. Trata-se de uma área da paleontologia que, em vez de focar diretamente no organismo fossilizado, como esqueletos, pólen ou asas de insetos, investiga elementos que foram consequência de sua atividade em vida, como pegadas, ninhos, fezes e traços de mordidas em ossos.

Foi por meio dessa especialidade que o geógrafo Lucca Cunha, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em parceria com colegas, descobriu que insetos se alimentaram de uma carcaça já soterrada, um comportamento que não é encontrado em invertebrados atuais que atuam na decomposição de organismos. O artigo foi publicado em janeiro na revista científica *Acta Palaentologica Polonica*.

Os pesquisadores analisaram fragmentos de osso de um rincossauro, réptil herbívoro que viveu no que hoje é o interior do Rio Grande do Sul durante o Triássico (entre 250 milhões e 199 milhões de anos atrás). Os fósseis foram encontrados no sítio paleontológico Buriol, em São João do Polêsine, perto de Santa Maria. A área é conhecida por abrigar os ossos mais antigos de dinossauros já encontrados. O que chamou a atenção de Cunha, no entanto, foram os sinais que outro grupo de seres vivos – insetos – deixaram.

Os alagamentos recorrentes do período cobriram de lama e minerais os ossos do rincossauro, que fossilizaram. Entre os 520 fragmentos de crânio examinados, 29 apresentavam trilhas e túneis fósseis escavados por diferentes espécies de insetos. Por meio de fotografias e tomografia computadorizada, a equipe da UFRGS analisou o formato dos traços dentro do osso e concluiu que, pelo menos em um dos tipos, o corpo foi atacado por insetos quando já estava soterrado. “O padrão de deposição indica que o sedimento foi remobilizado pela ação do inseto conforme ele perfurava o osso soterrado, preenchendo os espaços deixados”, explica o pesquisador.



Detalhe de osso fossilizado revela as marcas roídas por insetos

O biólogo Voltaire Paes Neto, que não participou do estudo e é filiado ao Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN-UFRJ) e à Universidade Federal do Pampa (Unipampa), conta que até pouco tempo atrás se supunha que a atuação de invertebrados pré-históricos em ossos ocorresse sempre na superfície. “Nenhuma das espécies existentes no presente que os paleontólogos usam de referência age assim”, explica. “Isso significa que eram parentes muito distantes das espécies atuais ou eram completamente diferentes dos conhecidos hoje.”

O biólogo foi pioneiro no país na investigação de vestígios da corrosão feita por organismos vivos em algum substrato duro, a chamada bioerosão. Em 2016, ele encontrou a mais antiga marca de mordida feita por insetos em ossos. A estimativa a que ele chegou, de 240 milhões de anos atrás, é um pouco anterior à datação dos fósseis estudados pela equipe da UFRGS, de cerca de 233 milhões de anos – quando pequenos dinossauros já tinham começado a perambular por ali. O Triássico foi um período de produção explosiva de biodiversidade, no qual também surgiram os ancestrais dos crocodilos e dos mamíferos.

Atualmente, os cupins e as larvas de um dos gêneros de besouros dermestí-

deos são os invertebrados que deixam as marcas mais parecidas com as encontradas pelo grupo da UFRGS. Eles alcançam as raspas de carne que sobram na superfície ou no interior do tecido ósseo, inacessíveis aos demais animais. As espécies atuais, no entanto, não têm o hábito de se infiltrar e agir debaixo da terra.

“Seria muito difícil desvendar quem eram exatamente esses insetos de mais de 200 milhões de anos, mas agora sabemos que esse comportamento subterrâneo acontecia e isso diz algo sobre interações ecológicas do ambiente no Triássico”, explica Cunha. Uma

variedade de espécies de vertebrados, invertebrados, bactérias e fungos atua na decomposição de vertebrados, ação essencial para a ciclagem de nutrientes em um ecossistema natural. Detectar o processo em um momento antigo da história evolutiva revela parte do papel dos artrópodes na ecologia do ambiente.

Essa tentativa de reconstrução ambiental do passado, por meio de pistas deixadas pela ação dos organismos, faz Paes Neto comparar a icnologia “a uma espécie de CSI”, referindo-se à série norte-americana de investigação policial em que peritos criminais se baseiam em evidências deixadas por larvas no cadáver para decifrar o ocorrido. O trabalho de Cunha se valeu da ciência forense, assim como em registros de insetos fossilizados.

A paleontóloga Marina Bento Soares, especialista em vertebrados fósseis no MN-UFRJ, ressalta o *boom* do surgimento e da diversificação de formas de vida do Triássico e lembra que o período culminou em uma série de extinções na fauna, concomitantes com mudanças drásticas no clima. “Estamos vivendo agora um período de intensos eventos climáticos e, apesar de os atuais serem agravados pela ação humana, o conhecimento sobre o que se passou com os organismos durante alterações aceleradas no clima, como no Triássico, pode ajudar a inferir tendências futuras”, afirma. ■

O clima e a preservação de fósseis

Muito antes de o Rio Grande do Sul ter sido assolado pela água neste ano, a região já foi uma planície inundável. Durante o Triássico (até 250 milhões de anos atrás), toda a área onde é o estado hoje estava unida aos demais territórios do continente único da Pangeia. O ambiente era árido e seco no começo do período, mas foi mudando drasticamente até se tornar uma planície repleta de rios e lagos que receberam chuvas constantes por milênios seguidos. Na transição de clima, muitas espécies foram extintas e outras, mais adaptadas à umidade, prevaleceram.

Com as chuvas abundantes, os rios extravasavam de tempos em tempos e alagavam a planície. Lama e minerais cobriam o que estivesse pela frente, inclusive carcaças de animais mortos. A sequência de alagamentos do Triássico superior ajudou na sedimentação episódica em restos expostos de muitas espécies e contribuiu para o atual estado sulino ser uma das regiões mais ricas em registros fósseis no mundo.

Nos milhões de anos que separam o momento em que o rincossauro foi encoberto pelos alagamentos constantes e o presente, continentes se formaram, placas tectônicas se moveram, planícies sumiram e reapareceram, grupos inteiros da fauna foram extintos e sucedidos por outras espécies.

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



FIM DO MISTÉRIO

Causador da chikungunya provoca inflamação em vários órgãos, incluindo o cérebro, e pode levar à morte

Felipe Floresti

A chikungunya é uma doença altamente incapacitante. Causada por um vírus transmitido pela picada de fêmeas de mosquitos do gênero *Aedes*, ela provoca febre alta, manchas vermelhas pelo corpo e, principalmente, inchaço e dor intensa nas articulações, que podem durar meses e fazem as pessoas andarem ou se manterem curvadas. Pouco se fala, no entanto, do risco de morte, que é baixo, mas existe e, em certas regiões, pode até superar a média nacional de óbitos por dengue, que é de um caso a cada mil doentes.

Desde que chegou ao Brasil em 2014, o vírus da chikungunya comprovadamente infectou 254 mil pessoas – os casos suspeitos da doença chegam a 1,2 milhão – e matou ao menos 909. O Ceará, estado mais afetado ao longo desses 10 anos, contabilizou 31% dos óbitos. “Sa-

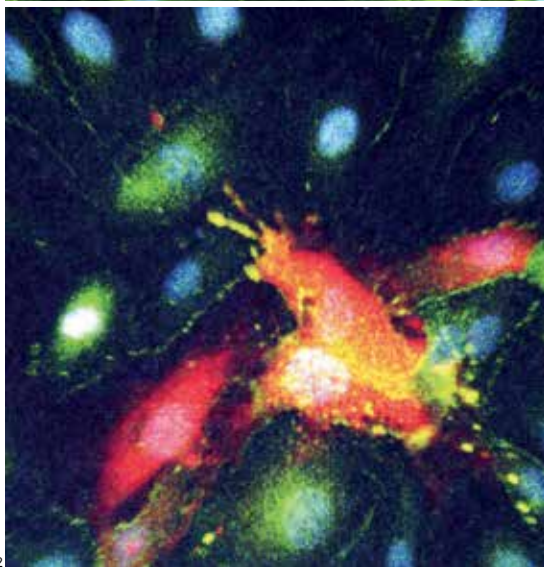
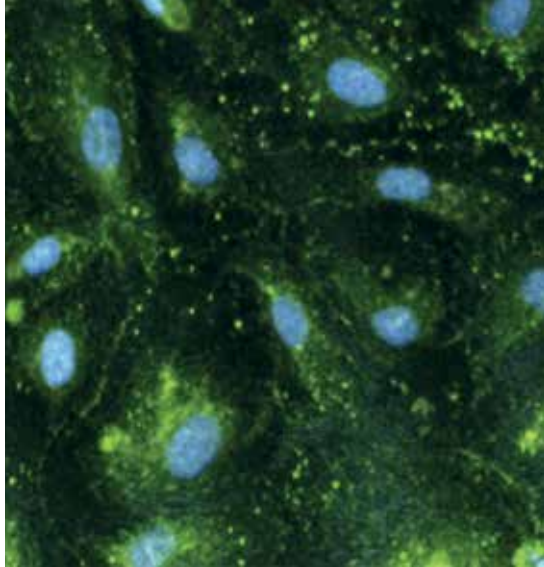
bemos que a chikungunya pode matar, mas sempre ficou a dúvida: por que as pessoas morrem?”, questiona o virologista brasileiro William Marciel de Souza, da Universidade de Kentucky, nos Estados Unidos.

Para solucionar o mistério, Souza e pesquisadores de várias instituições no Brasil, nos Estados Unidos e no Reino Unido analisaram amostras de sangue e diversos tecidos de 32 pessoas que morreram em consequência de infecção aguda por chikungunya em 2017 no Ceará. Depois, as informações foram comparadas com as de 39 indivíduos que desenvolveram formas mais leves da doença e sobreviveram e com as de outros 15 doadores de sangue saudáveis. Os resultados da pesquisa, que contou com financiamento da FAPESP, foram publicados em abril na revista *Cell Host & Microbe*. A conclusão é que a chikungunya mata porque o vírus, conhecido pela sigla CHIKV, espalha-se por diver-

sos tecidos, inclusive o cerebral, e causa uma inflamação intensa que danifica os órgãos, impedindo-os de funcionar adequadamente.

Examinando as amostras, os pesquisadores verificaram que, em geral, quem morreu apresentava aumento da concentração de sangue e acúmulo de líquido nos pulmões, no coração, no fígado, no baço, nos rins e no cérebro, embora não tivesse concentração maior de vírus do que os sobreviventes nem estivesse infectado com uma variedade mais agressiva de CHIKV.

O sangue das pessoas que foram a óbito também continha níveis significativamente mais altos de dois grupos de comunicadores químicos do que os dos demais grupos: as citocinas pró-inflamatórias, proteínas que coordenam a defesa, e as quimiocinas, uma classe de citocinas responsável por atrair células do sistema imunológico para os locais de inflamação. Associadas a um quadro de



Células do revestimento de vasos sanguíneos do cérebro íntegras (no alto) e infectadas pelo CHIKV e destruídas (ao lado, em vermelho)

superinflamação, essas moléculas alteram a permeabilidade da parede interna dos vasos sanguíneos, deixando a parte líquida do sangue escapar para o interior dos tecidos. Elas facilitam também a penetração de células de defesa nos tecidos – essas células, ao tentarem eliminar o vírus, podem, por vezes, destruir as células saudáveis.

Entre os mortos, foi observada a presença de células de defesa no coração, no fígado, nos rins e, o que mais intrigou os pesquisadores, no cérebro. Os vasos que irrigam o sistema nervoso central têm um revestimento especial e altamente seletivo chamado barreira hematoencefálica. Ela permite a passagem de oxigênio, nutrientes e algumas raras células de defesa do sangue para o cérebro, mas costuma impedir a entrada de patógenos. Souza e colaboradores notaram que todos os que morreram continham o vírus no líquido cefalorraquidiano, o fluido que banha o cérebro

e os outros órgãos do sistema nervoso central, um sinal de que o CHIKV havia atravessado a barreira hematoencefálica. O vírus foi detectado em 13% das amostras de cérebro, 20% das de coração e rim, 28% das de fígado, 44% das de pulmão e 52% das de baço das pessoas que haviam falecido.

Todas as pessoas infectadas apresentaram uma desregulação metabólica, mais intensa em quem foi a óbito do que nos sobreviventes. Essa desregulação afetou a integridade e a permeabilidade da barreira hematoencefálica, o que pode ter facilitado a invasão do cérebro pelos patógenos.

Esse, no entanto, não foi o único artifício. Testes em laboratório realizados pelo grupo mostraram que o vírus também foi capaz de infectar os monócitos, células de defesa que naturalmente atravessam a barreira, usando-os como uma espécie de cavalo de troia. “Ele se esconde no interior dos monócitos e,

assim, chega ao cérebro”, explica a farmacêutica Shirlene de Lima, do Laboratório Central de Saúde Pública do Estado do Ceará (Lacen/CE), uma das autoras principais do trabalho.

Ao analisar os diferentes órgãos e tecidos afetados, os pesquisadores identificaram danos extensos no cérebro, com sangramento e morte celular. Eles ainda não sabem qual dos fatores – o desequilíbrio hemodinâmico, a inflamação exacerbada ou a infecção do sistema nervoso central – é o mais importante para definir o desfecho fatal. “Precisamos de mais estudos para entender a contribuição de cada um desses problemas e por que eles afetam mais algumas pessoas do que outras”, conta Lima. “Esse conhecimento é fundamental para desenvolver melhores abordagens de tratamento.” Hoje a terapia consiste na administração de analgésicos, antitérmicos e anti-inflamatórios para aliviar os sintomas.

“O estudo traz informações relevantes principalmente sobre o comportamento das quimiocinas e sobre assinaturas moleculares associadas aos pacientes que foram a óbito”, afirma o infectologista Julio Croda, da Fundação Oswaldo Cruz em Mato Grosso do Sul (Fiocruz-MS), que não participou da pesquisa. “A infiltração dos monócitos infectados no cérebro e seu efeito é uma novidade. Precisamos agora de estudos maiores, com pessoas de diferentes etnias, idades e sexos, para validar essas conclusões.”

Enquanto não se chega a um tratamento mais eficaz, a esperança é depositada na chegada de uma vacina. Em novembro de 2023, a Food and Drug Administration (FDA), agência que regula alimentos e medicamentos nos Estados Unidos, aprovou o uso por adultos do Ixchiq, um imunizante à base de vírus enfraquecido desenvolvido pela farmacêutica franco-austriaca Valneva. No Brasil, a empresa tem parceria com o Instituto Butantan, que atualmente testa o composto em ensaios clínicos de fase 3 em adolescentes antes de submeter o pedido de aprovação à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). ■

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

O CONTROLE DA VONTADE DE COMER

Células de estrutura na base do cérebro induzem busca de alimentos em animais saciados e dão pistas sobre a origem de transtornos alimentares

Washington Castilhos

Quem nunca se pegou buscando algo mais para comer, em geral gostoso, como uma segunda fatia de pudim ou outra bola de sorvete, depois de uma refeição farta? O responsável por esse comportamento, aparentemente impulsivo e associado à ativação dos circuitos cerebrais ligados à sensação de prazer, é, ao menos em alguns casos, um pequeno grupo de células do tronco encefálico, uma estrutura do sistema nervoso central muito primitiva, localizada perto da base do cérebro e encontrada nos vertebrados há centenas de milhões de anos. A função peculiar desses neurônios, que despertam a vontade de comer mesmo sem fome, foi descrita em março em um artigo publicado na revista *Nature Communications* pela equipe do neurocientista brasileiro Avishek Adhikari, pesquisador da Universidade da Califórnia em Los Angeles (Ucla), nos Estados Unidos.

Descendente de indianos, Adhikari se interessou por neurociência ainda na graduação em química na Universidade de São Paulo (USP). Durante o mestrado e o doutorado, feitos nos Estados Unidos, especializou-se em caracterizar como diferentes áreas do cérebro atuam para disparar as sensações de medo e ansiedade. O seu grupo de pesquisa na Ucla dedica-se a estudar uma região do sistema nervoso central



Neurônios na base do cérebro controlam a ingestão compulsiva de comida

chamada substância cinzenta periaquedutal (PAG). Localizada no tronco encefálico, a PAG é uma espécie de alarme potente. Quando ativada por completo, essa região dispara uma resposta intensa de pânico.

Em experimentos com camundongos, o neurocientista brasileiro Fernando Reis, pesquisador no laboratório de Adhikari, tentava descobrir a função de um punhado específico de células da PAG – os neurônios VGAT, que liberam o neurotransmissor ácido gama-aminobutírico – quando teve uma surpresa. Em vez de alterar a resposta de medo como as demais células da PAG, os neurônios VGAT levavam os roedores a iniciar uma busca frenética por comida – em especial, por alimentos calóricos. “Não esperávamos esse efeito”, conta Adhikari.

Para avaliar a função dessas células, os pesquisadores usaram uma técnica chamada optogenética. Eles injetaram na PAG dos roedores um vírus contendo o gene para a produção de uma proteína sensível à luz e, depois, com laser de cores diferentes, estimulavam ou inibiam a ação dos neurônios VGAT enquanto os animais eram expostos a diferentes objetos ou tipos de alimentos.

Testes iniciais indicaram que, naturalmente, os neurônios VGAT se tornavam mais ativos quando os camundongos buscavam alimentos do que depois de começar a consumi-los, um sinal de que poderiam estar envolvidos na vontade de comer.

Reis, então, realizou uma bateria de experimentos nos quais colocou os roedores em uma caixa ora com um objeto novo (uma bola de pingue-pongue ou um bloco de madeira), ora com um grilo ou uma noz.

Quando os neurônios VGAT eram acionados pela luz, o animal rapidamente passava a explorar o ambiente e o objeto que desconhecia – por exemplo, mordiscava a bolinha ou o bloco. Na caixa com o grilo, uma presa habitual dos roedores, o camundongo, mesmo estando bem alimentado, rapidamente capturava o inseto e o consumia. Diante da noz, um alimento mais calórico do que o grilo, o roedor corria para comê-la. Os animais também ingeriam mais desses alimentos e de outros de que gostam, como chocolate e queijo, mas menos verduras e legumes.

Nos testes em que era exposto simultaneamente à bolinha e à noz, sem poder alcançar nenhuma delas, o camundongo passava a maior parte do tempo no canto da caixa próximo à castanha, um indicativo de que a ativação desses neurônios motivava a busca de comida. Com os neurônios VGAT ativados, os animais, sempre bem alimentados, suportavam caminhar sobre um piso que lhes dava leves descargas elétricas nas patas – que provocavam um leve desconforto, sem machucar nem causar dor –

para chegar até a comida. Em geral, camundongos sem fome evitariam esse estímulo aversivo.

Observando os animais, Reis e colaboradores encontraram ainda indícios de que a ativação dos neurônios VGAT estava associada a um estado agradável e prazeroso. “Se a ativação dessas células era feita toda vez que o animal estava no lado direito da caixa, depois de algumas repetições, ele passava a permanecer mais tempo naquele local. Se a ativação ocorria depois de apertar um botão, o roedor passava a pressioná-lo mais vezes”, conta Adhikari. “Se essas células disparassem sensações desagradáveis, como a fome, eles não repetiriam o comportamento”.

Os testes mostraram ainda que a atividade desses neurônios é necessária para estimular a busca por comida. Quando os pesquisadores usaram um laser verde para inibir os neurônios VGAT, os roedores pararam de procurar alimento, mesmo que estivessem com fome.

Como a substância cinzenta periaquedutal e os neurônios VGAT também existem em humanos, os pesquisadores supõem que eles possam estar ligados a transtornos alimentares. “Os resultados sugerem que, se estiver menos ativado que o normal, esse circuito poderia levar à anorexia. Já a ativação excessiva poderia provocar compulsão alimentar”, conta Reis. Caso isso de fato ocorra nos seres humanos, argumenta o pesquisador, talvez seja possível encontrar uma forma de modificar o funcionamento desses neurônios e auxiliar no tratamento desses transtornos alimentares.

“Eventualmente, a ativação desse circuito poderia ser usada para compensar, por exemplo, a perda de apetite decorrente de tratamentos do câncer”, relata o neurocientista Alexandre Kihara, da Universidade Federal do ABC e coautor do estudo.

Para o imunologista Lício Velloso, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que não participou da pesquisa, o mérito do trabalho foi identificar como esse circuito influencia a forma de buscar comida e a escolha do alimento procurado. Para ele, por ora, os achados do modelo animal não devem ser extrapolados para os seres humanos. “Nas pessoas, essas células podem fazer conexões com outros circuitos envolvidos na alimentação”, explica. “Além disso, o ácido gama-aminobutírico é um neurotransmissor importante em quase todas as regiões do sistema nervoso central. Uma terapia que influenciasse seus níveis poderia causar efeitos colaterais importantes.” Uma saída imaginada por Velloso seria identificar compostos que atuassem exclusivamente sobre esses neurônios para, depois, avaliar como afetariam a busca por alimento. ■

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

CÉSAR LATTES, 100

Lattes no cíclotron
de Berkeley
em março de 1948



O FÍSICO QUE VIA ALÉM

Seus estudos alavancaram experimentos com raios cósmicos e o emprego de aceleradores na física de partículas

Marcos Pivetta

Em 11 de julho deste ano, o físico Cesare Mansueto Giulio Lattes (1924-2005) faria 100 anos. Nascido em Curitiba de um casal abastado de imigrantes do noroeste da Itália, César Lattes, como era comumente chamado, foi um personagem singular da ciência brasileira. Ainda muito jovem, já morando na capital paulista, conseguiu se destacar em meio a uma brilhante geração de físicos e matemáticos formados nas décadas de 1930 e 1940 na então recém-criada Universidade de São Paulo (USP), como Marcello Damy (1914-2009), Mário Schenberg (1914-1990) e Oscar Sala (1922-2010).

Seus estudos realizados logo após o fim da Segunda Guerra Mundial impulsionaram duas áreas correlatas, mas que usam abordagens diferentes para tentar entender a origem e o papel das partículas subatômicas, menores do que o átomo: a pesquisa dos raios cósmicos que caem sobre a Terra e a chamada física (dos aceleradores) de partículas.

Como investigador do mundo diminuto escondido dentro do átomo, propôs um aprimoramento nas chamadas emulsões nucleares, um tipo especial de chapa fotográfica então usada para registrar a passagem de partículas subatômicas de vida efêmera, de frações de microssegundo. A ideia possibilitou aumentar a sensibilidade das emulsões e lhe permitiu ver antes o que outros não enxergavam ou só vislumbrariam mais tarde.

Em 1947, quando trabalhava na Universidade de Bristol, no Reino Unido, Lattes foi codescobridor de um novo tipo de partícula subatômica, o méson pi, hoje denominado pión, produzido por raios cósmicos que caem sobre a Terra. A função primordial do méson pi é manter o núcleo atômico coeso e, assim, evitar o escape de prótons e nêutrons de seu interior. As chapas aprimoradas possibilitaram divisar os rastros das partículas em registros obtidos na França e sobretudo na Bolívia. No ano seguinte, Lattes foi o primeiro a

observar o mesmo pión, dessa vez produzido artificialmente no interior do acelerador de partículas da Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos (*ver texto na página 56*). Em 1950, a melhoria no método fotográfico de detecção de partículas e a identificação do pión renderiam o Nobel de Física a seu ex-chefe de laboratório em Bristol, o britânico Cecil Powell (1903-1969).

Mesmo sem ter recebido o Nobel, Lattes angariou rapidamente respeito e fama. A engenhosidade prática garantiu ao brasileiro uma ascensão meteórica e seus trabalhos realizados na juventude repercutiram dentro e fora do país. No Brasil, no auge de sua popularidade, foi tratado como celebridade científica, como ocorrera antes com os médicos sanitaristas Carlos Chagas (1879-1934) e Oswaldo Cruz (1872-1917). Foi tema de enredo de escola de samba e capa de revista.

Com seu prestígio científico, foi um dos fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) em 1949 e apoiou a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1951 (*ver texto na página 60*). Fez tudo isso antes de completar 27 anos. “Não há livro sobre a história da física no século passado que não fale da importância do trabalho do Lattes com o pión”, comenta o historiador da física Olival Freire Junior, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e atualmente diretor científico do CNPq. “Lattes é considerado um gênio nos moldes do matemático John Nash [1928-2015].”

Como o colega norte-americano, que ganhou o Nobel de Economia de 1994 por sua contribuição à teoria dos jogos, Lattes enfrentou problemas mentais. Nash tinha esquizofrenia, condição que o alienava da realidade em certos momentos e causava alucinações. Lattes alternava períodos de normalidade com episódios de depressão extrema e de euforia exacerbada, um quadro mais ou menos compatível com o transtorno bipolar. “A doença mental o levou a ser internado algumas vezes e atrapalhou sua carreira. Ele talvez pudesse ter produzido mais se não tivesse enfrentado

esse problema”, comenta o filósofo e historiador da ciência Antonio Augusto Passos Videira, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e pesquisador colaborador do CBPF. “Mas isso não tira o mérito do seu trabalho.”

Lattes era um entusiasta da física experimental e, não raro, um crítico dos matemáticos e dos teóricos (Albert Einstein foi um dos seus alvos preferenciais ao longo da vida). “Só interessa o que você pode detectar ou o que você pode induzir a partir do que você detectou”, disse, em uma entrevista não publicada, que faz parte do acervo do físico mantido na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), seu último local de trabalho. “Lattes dominava o saber fazer científico”, explica Heráclio Duarte Tavares, da Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), historiador da ciência que tem estudado nos últimos anos a trajetória do físico.

Embora tenha sido um dos primeiros pesquisadores a mostrar o potencial dos aceleradores de partículas para gerar novos conhecimentos sobre o mundo subatômico, Lattes acabou dedicando a maior parte da carreira a estudos com raios cósmicos. Essa foi a área em que iniciou e terminou sua carreira científica.

Antes de se fixar em São Paulo no início dos anos 1930, a família Lattes morou em Curitiba, em Porto Alegre e, por seis meses, na italiana Turim. Na capital paulista, César Lattes concluiu em 1938 o equivalente ao ensino médio no Colégio Dante Alighieri, tradicional estabelecimento privado de ensino básico fundado por imigrantes italianos que existe até hoje. Uma conexão familiar permitiu que o adolescente Lattes, com apenas 15 anos, fosse aceito como aluno da graduação na nascente física na USP.

Seu pai, Giuseppe, era gerente de câmbio do Banco Francês e Italiano em São Paulo e tinha um cliente especial: Gleb Wataghin (1899-1986), o ítalo-ucraniano que fora atraído a São Paulo para implantar em 1934 o curso de física na antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP, antecessora da atual FFLCH. O salário de Wataghin, que estudava raios cósmicos, era pago no banco em que Giuseppe trabalhava.

Um dia, Lattes pai perguntou ao físico se ele não aceitaria conversar com seu filho, que gostava de ciências. O imberbe Lattes, que chegou a pensar em ser professor primário, foi falar com Wataghin e os dois se acertaram. As normas de ingresso na universidade tinham então uma certa flexibilidade e o garoto, depois de passar por testes acadêmicos, foi aceito no curso. Outro correntista do banco, o italiano Giuseppe Occhialini (1907-1993), que também dava aulas



Sem paletó, Lattes posa entre o irmão Davide, a mãe Carolina e o pai Giuseppe (*acima*). Retrato de Lattes aos 19 anos na formatura do curso de física da USP em 1943 (*ao lado*)





Membros do laboratório H. H. Wills, da Universidade de Bristol, chefiado por Powell (sentado à esquerda de terno e gravata). Lattes é o quarto na segunda leva de sentados da esquerda para a direita

de física na USP, logo se tornou uma referência para Lattes filho.

Talento precoce, terminou a graduação em 1943, aos 19 anos. Não defendeu tese de doutorado, mas isso nunca foi um problema. Já em 1948, em razão da descoberta do pión, a USP lhe concedeu o título de doutor *honoris causa*. Depois de formado, Lattes ficou um tempo estudando raios cósmicos em experimentos de campo com dois colegas italianos também graduados em física pela USP, Ugo Camerini (1925-2014) e Andrea Wataghin (1926-1984), filho de Gleb. Em 1946, viajou ao Reino Unido e se juntou a Occhialini, que já estava na Universidade de Bristol fazendo pesquisas no grupo de Powell.

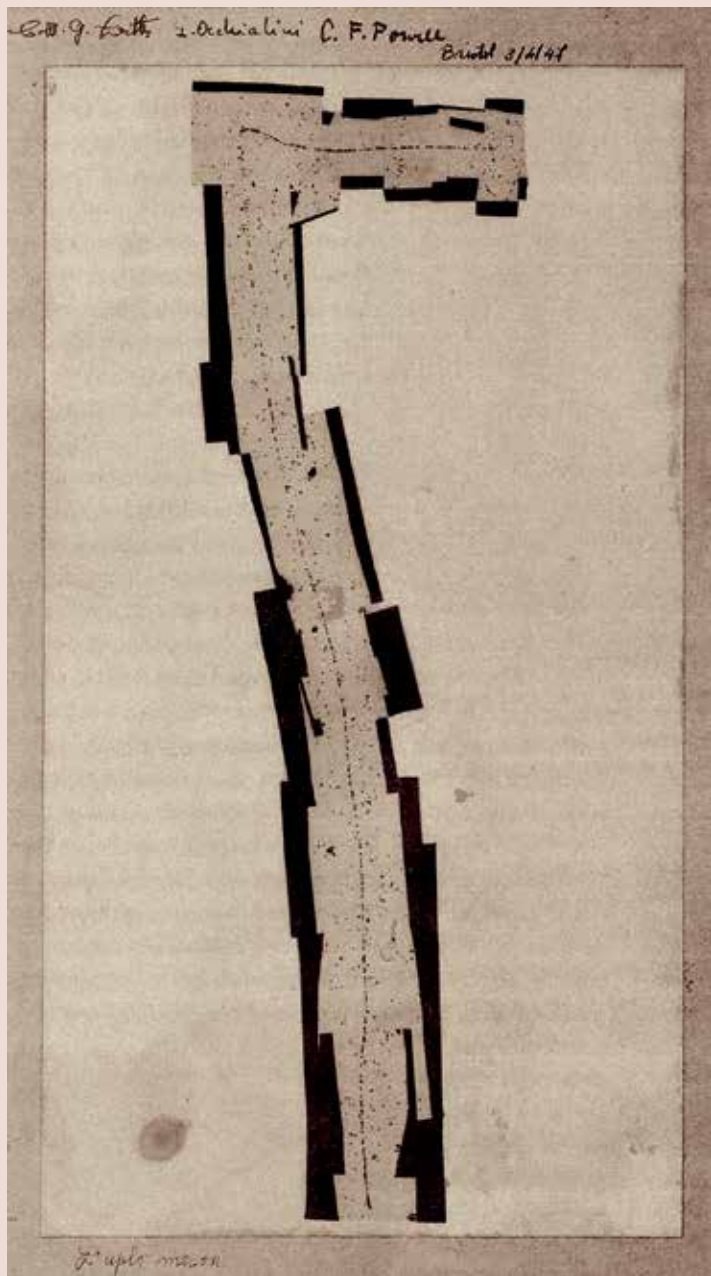
Era a segunda temporada do italiano no Reino Unido. Entre 1931 e 1934, trabalhara no respeitado Laboratório Cavendish do Departamento de Física da Universidade de Cambridge, então sob a chefia de Patrick Blackett (1897-1974). Foi o responsável, ao lado do chefe britânico, por aprimoramentos na chamada câmara de Wilson, ou câmara de nuvens, um recipiente fechado que usa um vapor supersaturado para detectar o caminho da radiação ionizante, como partículas provenientes de raios cósmicos. O aparelho melhorado foi usado pela dupla para confirmar a existência do pósitron, o antielétron de carga positiva. Em 1948, Blackett ganhou, sozinho, o Nobel de Física por esses trabalhos. Uma curiosidade: durante sua passagem em meados da década de 1920 por Cambridge, um jovem Robert Oppenheimer (1904-1967), que sofria de depressão, teria dei-

xado uma maçã envenenada sobre a mesa de Blackett, seu supervisor. A cena, fictícia ou real, aparece no início da cinebiografia *Oppenheimer*, ganhadora do Oscar de 2024, sobre o físico norte-americano, “pai” da bomba atômica.

Foi a relação estabelecida na USP com Occhialini que possibilitou a ida de Lattes para Bristol em 1946. No Reino Unido, o brasileiro tomaria contato com emulsões nucleares expostas a raios cósmicos obtidas pelo italiano em uma montanha de cerca de 2.800 metros nos Pirineus franceses, o Pic du Midi. As chapas fotográficas mais sensíveis pareciam ter flagrado rastros produzidos por partículas da classe dos mésons. Para ter certeza da descoberta, Lattes propôs realizar um experimento semelhante em um local mais elevado nos Andes bolivianos. No monte Chacaltaya, a uma altitude de 5.421 metros, a chance de, com a versão mais adequada das chapas fotográficas, registrar partículas desse tipo provenientes de raios cósmicos seria muito maior. E assim foi.

Um episódio não muito conhecido quase pôs fim precocemente à ascendente carreira de Lattes. Em abril de 1947, antes de ir à Bolívia para realizar o experimento de campo, Lattes teria de passar pelo Brasil. Como a viagem era financiada pelos britânicos, foi aconselhado a comprar uma passagem aérea de uma companhia estatal, a British South American Airways (BSAA). Era um voo cansativo, que durava mais de um dia. Saía de Londres e fazia escalas em Lisboa, Dacar e Natal antes de chegar ao Rio de Janeiro, o destino final.

Lattes não seguiu o conselho. Um funcionário da embaixada brasileira de Londres lhe dissera que as aeronaves britânicas eram bombardeiros de guerra adaptados e o serviço de bordo deixava



Rastros deixados pelos mésons (acima) observados pelo grupo de Bristol em chapas fotográficas (abaixo)



a desejar. “Sugestão do interlocutor: vá pela brasileira Panair. Razões: aviões novinhos, comida boa e aeromoças bonitas”, contou o jornalista Cássio Leite Vieira no livro *César Lattes – Arrastado pela história*, uma breve biografia de Lattes publicada em 2017 pelo CBPF que pode ser baixada gratuitamente na internet. O físico brasileiro voou de Panair e provavelmente escapou da morte. O avião britânico caiu em Dacar. “Há relatos de que não houve sobreviventes”, escreveu Leite Vieira.

Depois da confirmação da descoberta do pión no experimento na Bolívia e, em 1948, no acelerador de Berkeley, Lattes voltou ao Brasil com prestígio em alta. Logo após participar da criação do CBPF e do CNPq, permaneceu no Rio de Janeiro durante a maior parte da década de 1950. Passou uma temporada nos Estados Unidos, entre 1955 e 1957, nas universidades de Chicago e Minnesota. “Sua produção científica nesse período foi baixa – provavelmente, decorrência de seu estado de saúde mental, marcado por episódios de depressão”, relatou Leite Vieira em seu livro.

Em 1960, Lattes voltou, como catedrático, ao local onde sua carreira começara, a USP. Dois anos depois, iniciou um grande projeto internacional de pesquisa, a chamada Colaboração Brasil-Japão (CBJ), que durante quatro décadas estudou os raios cósmicos, em especial no laboratório de física montado em Chacaltaya, na Bolívia. “Lattes poderia ter ficado no exterior”, diz o historiador da ciência Climério Paulo da Silva Neto, do Instituto de Física da UFBA. Mas sempre foi nacionalista, queria desenvolver a ciência brasileira e priorizava fazer parcerias com os sul-americanos e com países de fora da Europa e que não fossem os Estados Unidos

A volta à instituição que o formara não foi definitiva. Em 1967, pouco depois de ter passado um ano na Universidade de Pisa, na Itália, onde trabalhou mais com geocronologia, Lattes transferiu-se para a Unicamp, que havia sido criada no ano anterior. A razão da saída foi uma discordância por uma vaga de professor titular na USP. Levou para Campinas os projetos da CBJ. A nova universidade instalada no interior paulista foi o lugar em que Lattes passou maior tempo como professor e pesquisador, até sua aposentadoria em 1986 e morte, aos 80 anos, em 2005.

Embora vindo de família abastada, Lattes sempre foi visto como uma pessoa simples e acessível. Adorava animais. Deu entrevistas dizendo que gostaria de ter sido veterinário se não tivesse se tornado físico. Há muitas histórias em torno de um de seus cachorros, o Gaúcho, um perdigueiro que era sua sombra na Unicamp nos anos 1970 e

1980. O cão participava de suas aulas, frequentava o laboratório, acompanhava-o em viagens de carro. “Meu marido [José Augusto Chinellato, professor da Unicamp] defendeu a tese de doutorado com o Gaúcho na sala”, lembra, com humor, a física Carola Dobrigkeit Chinellato. Também docente na mesma universidade, a pesquisadora foi igualmente orientada por Lattes no doutorado e, como o marido, passou a investigar os raios cósmicos.

Amigos e colegas dizem que Lattes, embora predominantemente gentil e humilde, nem sempre era uma pessoa fácil de conviver. Ele podia ser duro e até injusto em certas ocasiões. Um episódio histórico foi sua tentativa pública de desbancar a teoria da relatividade de Albert Einstein (1879-1955) em 1980. “Lembro de ele ter me ligado e dizer que queria fazer uma conferência para criticar o trabalho de Einstein”, conta o físico Roberto Leal Lobo, diretor do CBPF entre 1979 e 1982. “Estranhei o telefonema. Mas não havia como recusar o pedido do Lattes, que tinha sido fundador do centro.”

Lattes fez uma apresentação de suas ideias, polêmicas, no CBPF. E chamou a imprensa para o evento. “Ele [Einstein] apenas deu um chute ao gol. Acho que era débil mental. Mas o débil mental, às vezes, enxerga coisas que outros não enxergam. Deu dois chutes em gol: teoria do efeito fotoelétrico e teoria do corpo negro, a base da mecânica quântica. Mas no resto eu acho que ele é uma besta”, disse Lattes em reportagem publicada no antigo *Jornal do Brasil* em 15 de junho de 1980.

Na apresentação na ABC, o físico carioca Jayme Tiomno (1920-2011), então na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), defendeu as ideias de Einstein. “Mais tarde, Lattes se arrependeu desse episódio”, conta o físico Edison Shibuya, professor aposentado da Unicamp que foi orientado no doutorado pelo descobridor do pión, com quem trabalhou em pesquisas sobre raios cósmicos e conviveu por quase quatro décadas. “Lattes viu que as medidas usadas por ele para testar a relatividade podiam ter sofrido a interferência de um equipamento.”

Lattes foi casado e teve quatro filhas, três ainda vivas. Nenhuma estudou física ou se tornou pesquisadora. Teve também um irmão, Davide, que foi dono de construtora. Nas universidades por que passou, além dos trabalhos científicos, gerou algumas centenas de descendentes acadêmicos: pesquisadores orientados por ele no mestrado ou no doutorado, que, por sua vez, formaram novos alunos na pós-graduação (*ver texto na página 62*). Para um mestre, não há legado maior do que o sucesso de seus pupilos. Em abril de 2024, a Presidência da República incluiu o nome de Lattes no *Livro dos heróis e heroínas da pátria*. ■

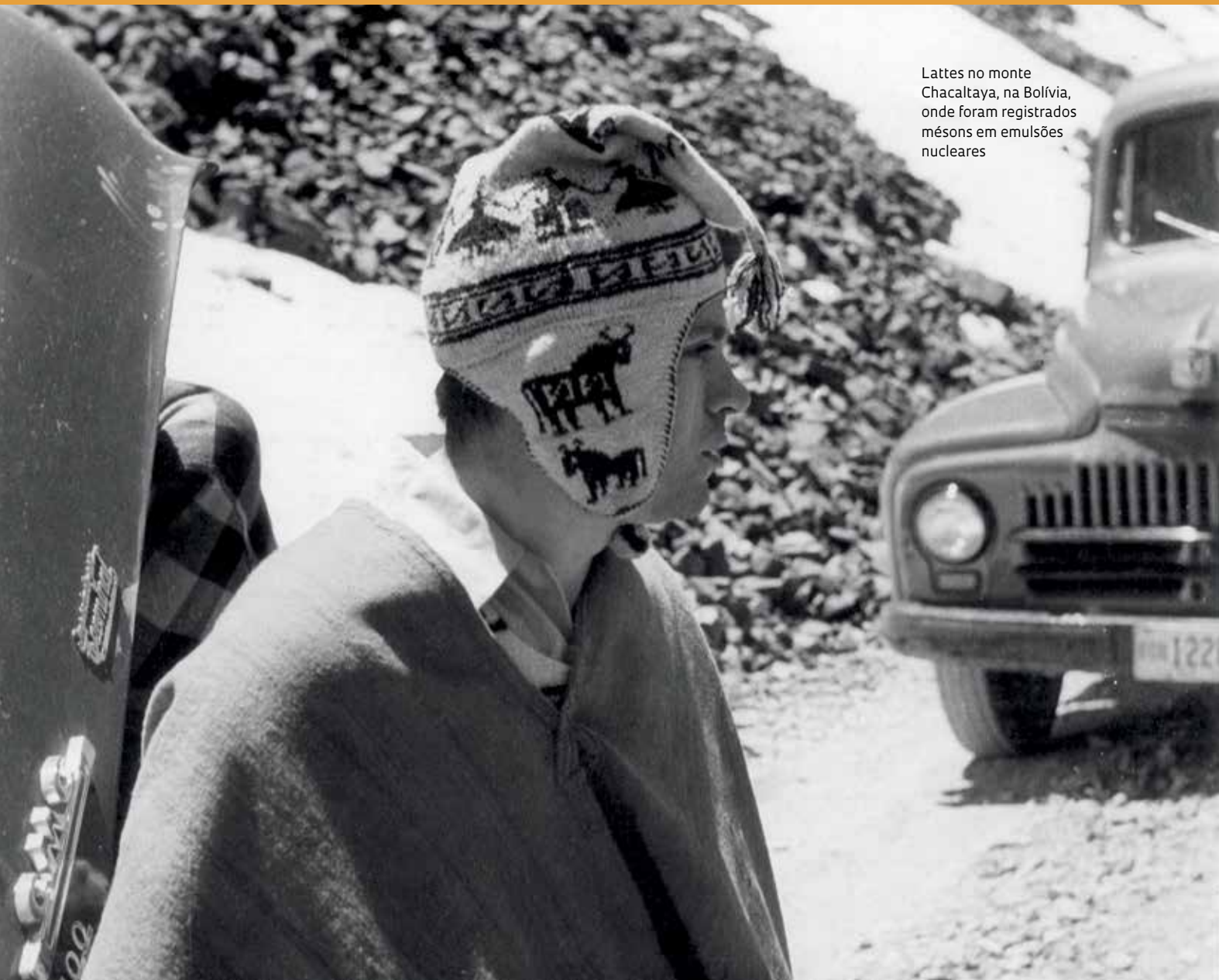
Lattes desembarca no Brasil em 1948



CÉSAR LATTES, 100

A GRANDE CONTRIBUIÇÃO

Lattes no monte
Chacaltaya, na Bolívia,
onde foram registrados
mésons em emulsões
nucleares



A descoberta do pión abriu caminho para entender a coesão do núcleo atômico

Marcos Pivetta

Bastavam os dedos de uma mão para contar o número de partículas subatômicas conhecidas cerca de 75 anos atrás, quando César Lattes teve papel decisivo na descoberta do pión. Naquela época, os três constituintes básicos do átomo tinham sido identificados: elétrons em 1897, prótons em 1919 e nêutrons em 1932. Mas o conhecimento sobre as entranhas do átomo não ia muito além disso.

No final de 1934, o físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981), da Universidade de Osaka, propôs uma teoria para explicar por que o núcleo atômico se mantinha coeso. A integridade dessa estrutura, que concentra 99,9% da massa de um átomo, era um mistério. Formado por nêutrons sem carga elétrica e por prótons positivos, o núcleo atômico, em tese, não deveria se manter intacto em razão da ação da força eletromagnética. Por terem a mesma carga, os prótons deveriam se repelir e, ao se afastarem uns dos outros, despedaçar o núcleo.

Como isso não ocorria, dizia Yukawa, deveria haver uma partícula com massa intermediária entre a do próton e a do elétron que transmitisse uma força (hoje denominada força nuclear forte) capaz de se contrapor à ação do eletromagnetismo e que garantisse a integridade do núcleo. Segundo os cálculos do físico japonês, essa então hipotética partícula, que viria a ser denominada méson, teria massa entre 200 e 300 vezes maior do que a do elétron e entre 6 e 9 vezes menor do que a do próton. “As ideias de Yukawa ficaram meio que esquecidas por uns anos”, conta o filósofo e historiador da ciência Antonio Augusto Passos Videira, da Universidade do Estado do Rio

de Janeiro (UERJ) e pesquisador colaborador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Em 1936, os físicos norte-americanos Carl David Anderson (1905-1991) e Seth Neddermeyer (1907-1988), do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), descobriram uma partícula com massa cerca de 200 vezes superior à do elétron ao realizarem medições com raios cósmicos. Foi originalmente chamada de méson mu e hoje é conhecida como múon. Em poucos anos, no entanto, outros experimentos mostraram que o múon não estava ligado à manutenção da coesão do núcleo atômico e não era o méson previsto pelo físico japonês.

A questão só começou a ser desvendada após o fim da Segunda Guerra Mundial com a entrada em cena de um personagem de fora dos grandes centros internacionais da física, o jovem César Lattes, com seus 20 e poucos anos. Entre 1946 e 1948, o brasileiro foi o primeiro físico a observar evidências experimentais dos rastros produzidos por mésons tanto na natureza, em uma chuva de raios cósmicos, como “artificialmente”, no interior de um acelerador de partículas. A partícula identificada de forma pioneira por Lattes recebeu originalmente o nome de méson pi. Posteriormente, passou a ser denominada pión.

A descoberta do pión ocorreu quando o emprego das câmaras de nuvens, também conhecidas como câmaras de Wilson, começou a perder espaço para o uso de emulsões nucleares, uma chapa fotográfica especial, nos experimentos com raios cósmicos que visavam encontrar evidências de partículas subatômicas instáveis. As chapas podiam obter resultados mais refinados do que a técnica anterior. Na Universidade de São Paulo (USP), Lattes tinha aprendido a trabalhar com as câmaras de

nuvens, um recipiente fechado que usa um vapor supersaturado para registrar os rastros produzidos por partículas carregadas eletricamente. Quem o treinou foi um de seus mestres, o físico italiano Giuseppe Occhialini (1907-1993), durante os anos em que deu aulas na universidade paulista. A trajetória das partículas aparece na forma de traços na imagem produzida por essa técnica.

Em meados da década de 1940, Lattes tomou contato com emulsões nucleares enviadas ao Brasil por Occhialini, que, a essa altura, trabalhava no laboratório H. H. Wills, da Universidade de Bristol, no Reino Unido, sob a chefia de Cecil Powell (1903-1969). O brasileiro ficou espantado com as possibilidades das novas chapas fotográficas, que tinham maior sensibilidade por conterem cerca de dez vezes mais sais de prata (brometo de prata). Ele foi convidado a trabalhar do outro lado do Atlântico. Aceitou o convite e partiu em 1946 para Bristol.

Nesse ponto da história, ocorreu o que seria o momento-chave da identificação do pión. Já em Bristol, Lattes pediu ao laboratório Ilford, que, ao lado da Kodak, fabricava as emulsões nucleares, para produzir chapas fotográficas com um elemento adicional na composição de sua gelatina: o boro. A introdução do boro aumentava o tempo de retenção das imagens nas emulsões e estendia o período de sensibilidade das chapas. A modificação tornou possível ver partículas subatômicas extremamente rápidas e de vida fugaz, como os mésons pi. Quando uma partícula ionizada passa por uma emulsão, a prata e o bromo são separados. “Isso produz os traços que vemos na chapa revelada”, comenta a física Carola Dobrigkeit Chinellato, da Universidade

Estadual de Campinas (Unicamp), que foi aluna de doutorado de Lattes e pesquisa raios cósmicos.

Ainda em 1946, Occhialini foi ao Pic du Midi, uma montanha dos Pirineus franceses, com altitude de cerca de 2.800 metros, e tentou registrar partículas provenientes de raios cósmicos por meio de emulsões nucleares, com e sem boro. A ideia do teste é atribuída a Lattes. Na volta, em Bristol, o italiano e o brasileiro encontraram evidências de dois tipos de partículas instáveis nas chapas com boro: o méson pi, que assim foi denominado por ser a partícula primária, cujo decaimento dá origem ao méson mu (múon). Este, por sua vez, era considerado, na época, um méson, uma partícula nuclear com massa intermediária. Entretanto, descobriu-se depois que o múon é um lépton, um parente pesado do elétron. Para checar a descoberta no Pic du Midi, Lattes propôs repetir o experimento em lugar muito mais alto, em um monte dos Andes bolivianos. “O número de partículas cósmicas em Chacaltaya, com 5,5 mil metros, é 100 mil vezes maior [do que no Pic du Midi]”, lembrou Lattes, em entrevista de 1995 publicada na revista *Ciência Hoje*.

A expedição para o monte andino foi organizada a partir do Brasil, de onde Lattes levou as emulsões para o país vizinho. Seu objetivo foi alcançado. Uma série de artigos na revista *Nature*, com os resultados do Pic du Midi e de Chacaltaya, confirmou a descoberta do méson pi a partir da observação de raios cósmicos. Em 1947, Lattes foi para a Universidade da Califórnia em Berkeley.

Ali, no acelerador de partículas conhecido como ciclotron de 184 polegadas, Lattes conseguiu enxergar os rastros dos mésons apenas 10 dias depois de sua chegada, algo que seus anfitriões não tinham conseguido fazer. Os chamados mésons artificiais, produzidos no interior do acelerador, e não por raios cósmicos, também se tornaram uma realidade. A descoberta foi atribuída a Lattes e ao físico norte-americano Eugene Gardner (1913-1950), um dos pupilos do físico nuclear norte-americano Ernest Lawrence (1901-1958).

Equipamentos encaixotados na frente da sede do CBPF para serem despachados em expedição aos Andes bolivianos no início dos anos 1950



O NOBEL QUE NÃO VEIO

Uma questão que sempre reaparece quando se conta a trajetória de Lattes é se o brasileiro não merecia ter ganhado o Prêmio Nobel de Física de 1950 por seu papel central na descoberta do pión. O britânico Powell, o chefe do grupo de Bristol, recebeu sozinho a honraria. A Academia Real de Ciências da Suécia conferiu-lhe o Nobel “por seu desenvolvimento do método fotográfico para estudo de processos nucleares e suas descobertas concernentes a mésons produzidos por esse método”. O Nobel de Física do ano anterior, de 1949, já tinha sido dado a um pesquisador também ligado ao estudo dessas partículas, o teórico japonês Yukawa, que propôs a existência dos mésons.

O ciclotron de Berkeley na década de 1940, onde foram observados mésons artificiais



2

Lattes recebeu sete indicações ao prêmio. Nenhuma delas no ano de 1950, segundo os arquivos divulgados no site oficial do Nobel. Em 1949 e 1952, foi indicado duas vezes, ou seja, por duas pessoas. Em 1951, 1953 e 1954, foi recomendado uma vez.

Mestre de Lattes na USP e seu parceiro em Bristol, Occhialini também costuma ser mencionado como outro nome esquecido pelo Nobel de 1950. No caso do italiano, há um agravante: ele já tinha sido preterido no Nobel de Física de 1948, dado apenas ao britânico Patrick Blackett, da Universidade de Cambridge, por seu desenvolvimento do método da câmara de nuvens e descobertas em física nuclear e radiação cósmica. Entre 1936 e 1969, Occhialini foi nomeado 32 vezes ao Nobel, sempre sem sucesso.

“O Nobel é um prêmio que reforça as desigualdades na pesquisa”, avalia o historiador da ciência Climério Paulo da Silva Neto, da Universidade Federal da Bahia (UFBA). “A honraria tende a ser dada a pesquisadores de instituições de renome ou que já têm grande reconhecimento público.” A preferência por nomes de peso amplifica a repercussão do prêmio e alimenta um ciclo que promove a notoriedade científica, para o Nobel e seu agraciado. Silva Neto consultou documentos da academia sueca, como as cartas de recomendação do nome de Lattes, e prepara um trabalho sobre o físico brasileiro e o Nobel.

Por décadas, circulou um boato de que haveria uma carta do físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) – prêmio Nobel de Física de 1922

por seus estudos sobre a estrutura do átomo e a radiação dele emanada – endereçada à academia sueca com críticas duríssimas em razão da não escolha de Lattes. A hipotética missiva seria divulgada em 2012, meio século após a morte de Bohr. Se existe, a carta nunca veio à tona.

Logo após a observação dos píons pelo grupo de Bristol, o grande físico dinamarquês, de fato, convidou o brasileiro a dar palestras em Copenhague sobre esse trabalho. Os dois aparentemente sempre se deram bem. No entanto, Bohr nunca nem mesmo indicou Lattes ao Nobel, segundo os registros públicos do prêmio. Quem recomendou o nome do brasileiro por três anos seguidos (1952, 1953 e 1954) foi o químico suíço-croata Leopold Ružička (1887-1976), vencedor do Nobel de Química em 1939.

É interessante notar que nos primeiros 50 anos de concessão do Nobel, entre 1901 e 1950, o prêmio de física foi dado 35 vezes a apenas um pesquisador, oito vezes a dois e apenas uma vez a três. Em seis ocasiões, a honraria não foi dada, basicamente em razão das duas guerras mundiais. Em diversas ocasiões, Lattes disse que foi bom não ter ganhado o Nobel, pois passaria o resto da vida escrevendo cartas de recomendação a pesquisadores. Em outras, teve posturas diferentes. Em um depoimento publicado no *Jornal da Unicamp* em 2004, disse que foi “tungado duas vezes”, referência ao fato de não ter recebido o Nobel pelos trabalhos em Bristol e em Berkeley. Em uma entrevista à revista *Superinteressante*, publicada em março de 2005, por ocasião de sua morte, Lattes disse que o Nobel deveria ter ido para Occhialini e desdenhou da honraria: “Esses prêmios grandiosos não ajudam a ciência”. ■

A FAVOR DAS INSTITUIÇÕES



Físico foi um dos fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e apoiou a criação do CNPq

Marcos Pivetta

Fundadores do CBPF
(a partir da esq.):
Jayme Tiomno, Elisa Frota-Pessôa, José Leite Lopes, Leopoldo Nachbin, Francisco de Oliveira Castro, Hervásio de Carvalho e Lattes (sentado)

Além da grande repercussão nos estudos sobre raios cósmicos e na física de partículas, a atuação de César Lattes, ainda muito jovem, foi importante para a chamada institucionalização da ciência no Brasil. Em janeiro de 1949, pouco tempo depois de ter retornado de sua experiência com o ciclotron (um tipo de acelerador de partículas) na Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, ele foi um dos fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no Rio de Janeiro (*ver reportagem na página 56*). Ao lado de um pequeno grupo de pesquisadores, em especial os físicos José Leite Lopes (1918-2006), Jayme Tiomno (1920-2011) e Elisa Frota-Pessôa (1921-2018), formou o núcleo inicial de excelência da instituição.

Após a Segunda Guerra Mundial, em razão do sucesso do projeto Manhattan, que construiu as primeiras bombas atômicas nos Estados Unidos, a física nuclear estava em alta. No Brasil, havia interesse tanto dos militares e do governo federal como de setores da indústria nacional em ter um centro especializado em estudos experimentais e teóricos na área de física. Era uma época desenvolvimentista e de grande nacionalismo.

Em entrevista concedida em 1976 ao Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC-FGV), Lattes contou que a ideia de criar o CBPF ocorreu ainda antes de ele deixar Berkeley. O departamento de física dessa universidade teve muita importância no desenvolvimento da pesquisa nuclear dos Estados Unidos nos anos 1930 e 1940, sobretudo em razão dos trabalhos do físico Ernest Lawrence (1901-1958), inventor do ciclotron e Prêmio Nobel de Física de 1939.

Lattes (ao centro) e o físico italiano Giuseppe Occhialini com Armando Dubois Ferreira (de óculos), vice-presidente do CNPq na primeira metade da década de 1950



2

“O CBPF foi gerado na Califórnia”, disse Lattes no depoimento ao CPDOC. Não havia apoio da direção da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para a criação de um centro de física nuclear. A alternativa foi fundar uma instituição da sociedade civil dedicada à pesquisa. Lattes foi seu primeiro diretor científico. Esteve à frente da instituição entre 1949 e meados de 1955.

“Os recursos iniciais para o CBPF vieram de alguns cientistas com uma situação financeira confortável que apoiaram a iniciativa, de agências estrangeiras, como a Fundação Rockefeller, e de grupos empresariais”, escreveu Alfredo Tiomno Tolmasquim, do Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast), em artigo publicado em janeiro deste ano na *Revista Brasileira de Ensino de Física*. “A Universidade do Brasil disponibilizou um terreno em seu *campus* para construir o primeiro prédio do Centro, que foi financiado pelo banqueiro Mario d’Almeida.”

Em 1975, depois de algumas crises financeiras e de pessoal, inclusive perseguições nos anos da ditadura militar a partir de 1964, o CBPF foi incorporado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Aliás, a figura de Lattes também teve um peso importante na criação da primeira agência nacional de financiamento à pesquisa, em janeiro de 1951, o Conselho Nacional de Pesquisa, nome original do CNPq. “A participação de Lattes na fundação do CNPq não foi tão direta como no caso do CBPF, mas, devido ao seu grande prestígio na época, seu apoio foi muito importante”, comenta o historiador da física Olival Freire Junior, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e atual diretor científico do CNPq. Seis meses após a fundação do organismo, foi criada a Campanha

(hoje Coordenação) Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

A demanda pelo estabelecimento de agências de fomento era antiga. Surgiu poucos anos depois da criação, em 1916, da Sociedade Brasileira de Ciências, o embrião da Academia Brasileira de Ciências (ABC), mas ganhou corpo mesmo no fim da década de 1940. Foi nesse período que surgiram instituições como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), fundada em 1948, e o próprio CBPF no ano seguinte. No caso do CNPq, o líder do movimento em prol de sua criação foi o almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva (1889-1976), seu primeiro presidente. Engenheiro da Marinha, o militar representava o Brasil na Comissão de Energia Atômica no Conselho de Segurança das Nações Unidas.

Talvez a última grande contribuição de Lattes à ciência nacional tenha sido emprestar seu nome à plataforma mantida pelo CNPq que disponibiliza publicamente, desde agosto de 1999, o currículo acadêmico dos pesquisadores radicados no país. Hoje há mais de 200 mil inscritos na plataforma. No chamado currículo Lattes, é possível também encontrar dados sobre mais de 35 mil grupos de pesquisa no país.

As credenciais acadêmicas do próprio César Lattes podem ser lidas na plataforma. Para consultar o currículo do físico, é preciso fazer uma busca por nome e não esquecer de marcar a aba “Demais pesquisadores”. Essa opção procura por pessoas sem o título de doutor. Por padrão, a busca da plataforma vasculha em sua base de dados apenas os nomes dos inscritos com doutorado. O físico Lattes nunca defendeu tese de doutorado, embora tenha recebido o título de doutor *honoris causa* pela Universidade de São Paulo (USP) em 1948. ■

GENEALOGIA ACADÊMICA



Mapeamento indica que 851 mestres e doutores de seis gerações descendem da atuação do físico na pós-graduação

Sarah Schmidt

Em 1969, aos 19 anos, José Augusto Chinellato cursava o primeiro ano de física na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e morava em uma pensão na rua Culto à Ciência, região central da cidade. Um dia, resolveu procurar uma ocupação no laboratório instalado nos porões do prédio em frente, atual Colégio Técnico de Campinas (Cotuca), que sabia ser chefiado por ninguém menos que o físico César Lattes (1924-2005). “Ao chegar, pedi para trabalhar em alguma coisa”, recorda-se Chinellato. “Recebi a tarefa de procurar rastros de colisões de raios cósmicos [partículas vindas do espaço] registrados em placas fotográficas.” Os raios cósmicos foram o principal tema de pesquisa de Lattes (*ver reportagem na página 56*). A parceria deu certo. Nos anos seguintes, Lattes seria seu orientador durante o mestrado e o doutorado no Instituto de Física Gleb Wataghin da universidade.

Chinellato é um dos sete “filhos” acadêmicos de Lattes, pessoas que foram orientadas por ele na pós-graduação, mapeados em um estudo recente. O trabalho gerou grafos que mostram os vínculos, diretos ou indiretos, entre diferentes gerações de pesquisadores e o físico. Por essa abordagem, Lattes é considerado o “pai” dos mestres e doutores que supervisionou e esses são seus “filhos”. Os pesquisadores orientados pelos “filhos” são vistos como “netos” acadêmicos de Lattes e assim por diante. Uma análise com dados atualizados até março de 2024, feita pelo cientista da computação Jesús Mena-Chalco, da Universidade Federal do ABC (UFABC), a pedido de *Pesquisa FAPESP*, identificou 851 descendentes acadêmicos de Lattes (*ver quadro*).

“Eles estão divididos em seis gerações, entre 1966 e 2024, considerando orientações, coorientações e supervisões de mestrado, doutorado e pós-doutorado”, explica Mena-Chalco, que extraiu os dados da Plataforma Lattes. Daqueles em que foi possível localizar o grau de titulação, 312 são doutores e 416 mestres. Os descendentes são majoritariamente das áreas de física (26,12%) e geociências (18,99%). Ele observa que esse tipo de trabalho tem limitações. “É possível que existam pesquisadores que não cadastraram seus currículos nem apareçam mencionados por seus orientadores”, diz o cientista da computação, coordenador da Plataforma Acácia, projeto que, desde 2019, reconstrói a linhagem acadêmica de pesquisadores brasileiros.

Parte dos descendentes seguiu a linha de pesquisa do pai acadêmico. Chinellato foi contratado como professor do Instituto de Física da Unicamp aos 25 anos de idade, por recomendação de Lattes. Hoje, ele conduz pesquisas no Observatório Pierre Auger, na Argentina, ao lado

Lattes dá palestra na USP no início da década de 1980 (à esq.)

da mulher, Carola Dobrigkeit Chinellato, outra filha acadêmica de Lattes.

“Atualmente, esse observatório é o principal experimento do mundo sobre raios cósmicos de alta energia”, observa o físico Anderson Fauth, da Unicamp, que também colabora com o Pierre Auger. Graduado em física na Universidade Federal da Bahia (UFBA), Fauth chegou em Campinas em 1982 para estudar partículas de mésons em um mestrado sob orientação de Lattes, de quem recorda o humor sarcástico. “Uma de suas primeiras instruções foi me dizer para não ter vergonha de fazer perguntas.” A orientação durou até 1985. “Ele precisou se afastar devido a episódios de depressão. Quem passou a me acompanhar foi o pesquisador japonês Kotaro Sawayanagi, também da Unicamp”. No doutorado, sob orientação do físico Armand Turtelli Junior, Fauth estudou o desenvolvimento de detectores de raios cósmicos e depois foi coordenador do Laboratório de Léptons do

Departamento de Raios Cósmiticos e Cronologia, fundado por Lattes.

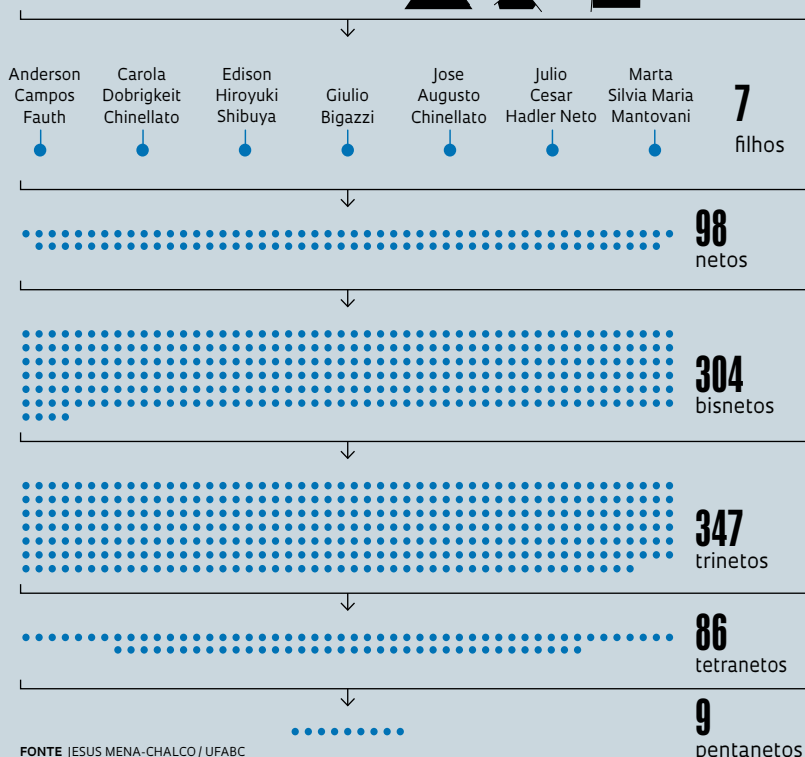
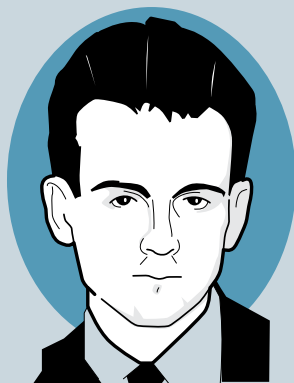
Um dos 98 netos acadêmicos de Lattes, o físico Sérgio Roberto de Paulo, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), que trabalha com física aplicada ao meio ambiente, recorda-se de vê-lo circular pelo IFGW, já aposentado. “Lattes imprimiu princípios no nosso grupo que permanecem até hoje, mesmo que eu trabalhe em uma linha de pesquisa diferente: não seguir modismos, ter metas científicas ambiciosas e nunca varrer um resultado não esperado para debaixo do tapete. É preciso analisá-lo”, diz de Paulo, que foi orientado pelo físico Julio Cesar Hadler Neto, da Unicamp, no doutorado, defendido em 1991.

Já o pesquisador Luiz Vitor de Souza Filho, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), também neto acadêmico de Lattes, seguiu na área de astrofísica de partículas. Para ele, esse campo de estudos é herdeiro das primeiras linhas de pesquisa sobre raios cósmicos capitaneadas pelo grande físico. “Sem abandonar o estudo das partículas, hoje se gasta mais tempo e recursos para entender qual é a fonte que dá origem à energia dos raios cósmicos”, diz o físico, que foi orientado por Carola Chinellato, na Unicamp, da iniciação científica ao doutorado, concluído em 2004. Durante esse período, cruzou com Lattes apenas uma vez. “Mesmo assim, ele era onipresente. Não se passava um dia sem se ouvir seu nome. Eram histórias empolgantes e motivadoras e outras nem tanto”, relembra Souza Filho. Atualmente ele é presidente do conselho da colaboração científica internacional que coordena os trabalhos do Cherenkov Telescope Array (CTA), que deve ser o maior observatório astronômico de raios gama do mundo.

Souza Filho orientou o doutorado da astrofísica Rita de Cássia dos Anjos, no IFSC-USP, sobre a propagação de partículas de raios cósmicos de altas energias, concluído em 2014. No mesmo ano, ela se tornou professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no campus de Palotina, de onde mantém colaborações como membro dos observatórios Pierre Auger e CTA. Na UFPR, criou um grupo de pesquisa em física de altas energias. Como uma boa bisneta acadêmica de Lattes, mantém a iniciativa de buscar colaborações internacionais e financiamentos de pesquisa. “É importante ampliar esses estudos além do eixo Rio-São Paulo”, diz ela, que em 2020 foi uma das laureadas no Prêmio ABC-L’Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência e em 2023 venceu a 1ª edição do Prêmio Anselmo Salles Paschoa da Sociedade Brasileira de Física (SBF). ■

A “FAMÍLIA” LATTES NA PESQUISA

O físico orientou sete alunos de mestrado e doutorado, dos quais “descendem” mais de oito centenas de acadêmicos



FONTE: JESUS MENA-CHALCO / UFABC

MENOS CARBONO NA ATMOSFERA

Sistemas de captura, uso e armazenamento de CO₂ podem ajudar o país a mitigar os efeitos das mudanças climáticas

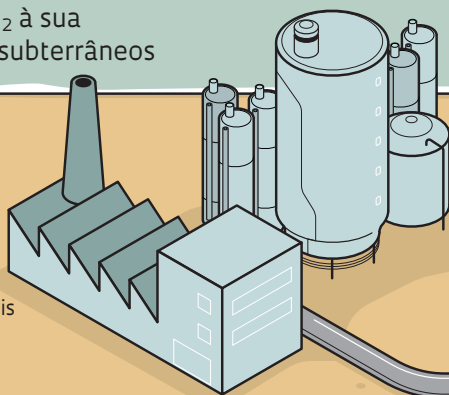
Domingos Zapparoli

POR DENTRO DO PROCESSO

Confira as etapas dos sistemas CCUS, que vão da captura do CO₂ à sua estocagem em depósitos subterrâneos

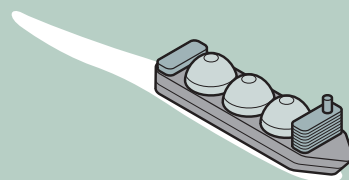
1. CAPTURA

O CO₂ é sequestrado de usinas de energia movidas a combustíveis fósseis, instalações industriais, usinas geradoras de bioenergia ou diretamente do ar



2. TRANSPORTE

O gás é comprimido e transportado por navio ou gasoduto do ponto de captura até o local de uso ou armazenamento



Nos esforços para conter o aquecimento global, um conjunto de tecnologias promissoras tem ganhado destaque. São os sistemas projetados para captura, utilização e armazenamento de carbono, que visam diminuir a concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera e, assim, mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Tais sistemas são capazes de separar e impedir a liberação do gás carbônico gerado durante a exploração, a produção e o uso de combustíveis fósseis e biocombustíveis, ou mesmo capturá-lo diretamente na atmosfera, estocando-o em seguida por longos períodos em reservatórios geológicos no subsolo ou reutilizando-o direta ou indiretamente em outros produtos.

Quatro projetos do gênero, conhecidos pela sigla CCUS (Carbon Capture, Utilisation and Storage), estão sendo preparados para entrar em operação em escala-piloto no país nos próximos meses e devem ser os primeiros a funcionar em instalações terrestres no território nacional. A Petrobras, que já realiza operações CCUS em 23 plataformas marítimas de petróleo e gás, deu início à implementação de um sistema de captura e armazenamento em sua unidade de processamento de gás natural de Cabiúnas, em Macaé, no Rio de Janeiro.

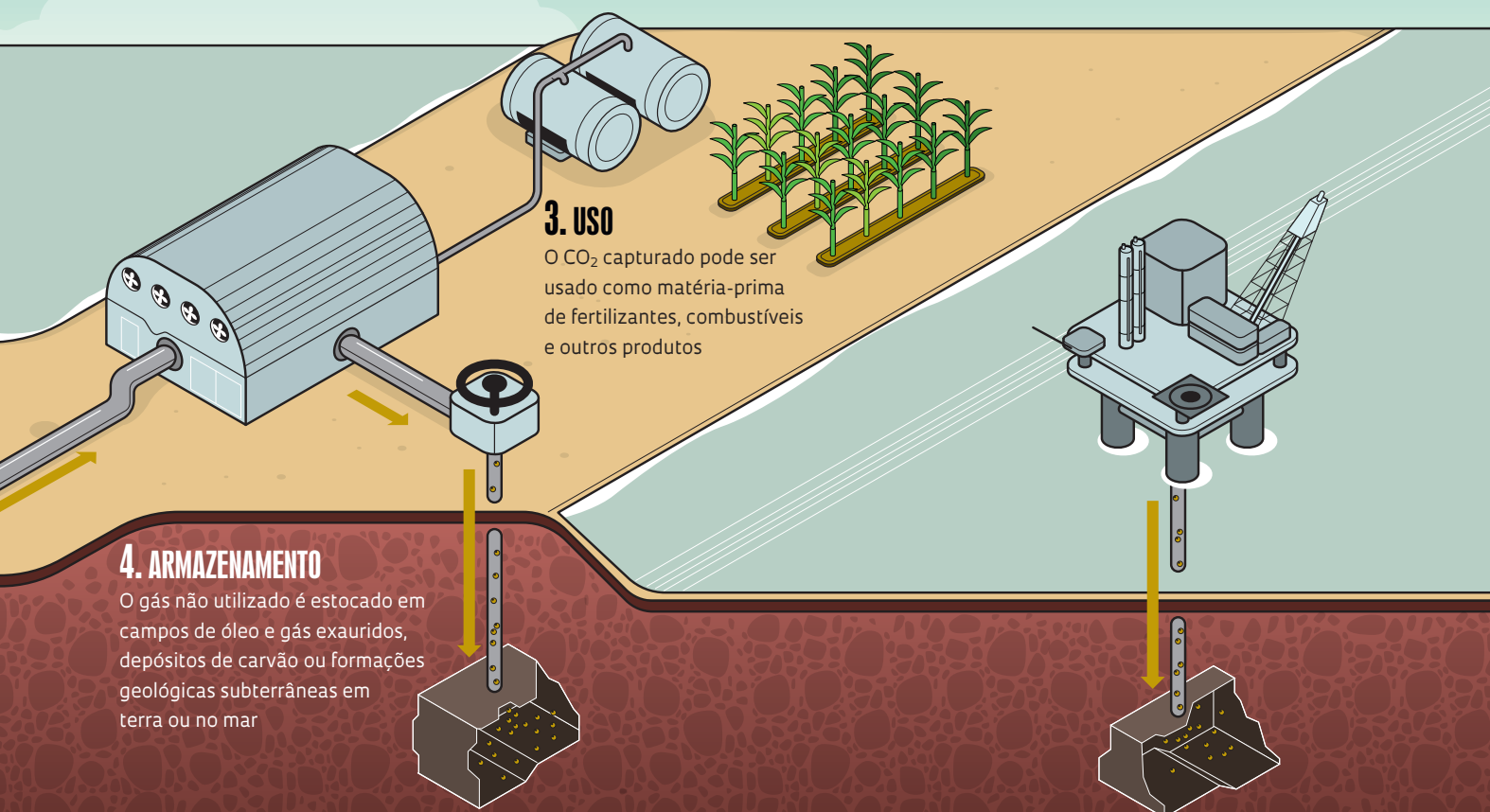
Outra petroleira, a Repsol Sinopec Brasil, *joint venture* entre a espanhola Repsol e a chinesa Sinopec, desenvolve dois projetos que preveem reduzir o estoque de carbono presente na atmos-

fera por meio de sistemas de captura de carbono diretamente do ar. A iniciativa tem parceria com a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e com o centro de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico Senai Cimatec, na Bahia (*ver reportagem na página 69*).

Em São Paulo, o Centro de Pesquisa para Inovação em Gases de Efeito Estufa (RCGI), resultado de uma parceria entre a petroleira Shell e a FAPESP, planeja instalar no próximo ano uma planta-piloto CCUS no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP) para a geração de metanol verde, combustível renovável cuja produção não libera poluentes no ar. Para isso, a unidade empregará o CO₂ capturado no processo de produção do etanol.

“A captura de carbono tem papel fundamental na transição energética”, afirma o engenheiro e físico Julio Romano Meneghini, diretor científico do RCGI. “O mundo precisa urgentemente deixar de depender de petróleo, gás natural e carvão. Enquanto essa dependência existir, é necessário capturar e armazenar o CO₂ decorrente do processo do uso dos combustíveis fósseis.”

Sistemas baseados em captura e armazenamento de carbono ainda são poucos no mundo. A Agência Internacional de Energia (IEA) relacionava 47 instalações CCUS em operação em 2022 com capacidade para remover da atmosfera 45 milhões de toneladas de dióxido de carbono (Mt CO₂) por ano, um volume ainda muito limitado ante as emissões de 37,4 bilhões de toneladas de CO₂ por ano apenas no setor de energia.



GLOSSÁRIO



CARBON CAPTURE, UTILISATION AND STORAGE (CCUS)

Termo em inglês que abrange todos os sistemas de captura de dióxido de carbono (CO₂), independentemente da origem do gás e de seu posterior armazenamento e/ou uso



CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO (CCS)

Não abrange a utilização do gás



BIOENERGIA COM CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO (BECCS)

O carbono capturado tem origem em sistemas de geração de energia oriunda de biomassa renovável



DIRECT AIR CAPTURE (DAC)

O carbono é capturado diretamente do ar

A Agência Internacional de Energia (IEA) utiliza a terminologia CCUS para designar todos os sistemas disponíveis. Esta reportagem optou por usar o termo abrangente CCUS de forma a facilitar a compreensão sobre as estatísticas apresentadas.

Levando em conta apenas os projetos já anunciados, que somam quase 100, a IEA estima que a capacidade de captura e de destinação alcançará 1 bilhão de toneladas em 2030, mais do que a emissão anual da aviação civil, calculada pela agência em 800 Mt (*ver Pesquisa FAPESP nº 337*).

Para 2050, a estimativa mundial da agência é de 6 bilhões de toneladas de CO₂. Esse volume representa quase três vezes o total de emissões brasileiras em 2022, que alcançou 2,18 bilhões de toneladas de gás carbônico equivalente (CO₂e), segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), principal plataforma de monitoramento de emissões de gases de efeito estufa (GEE) na América Latina. Gás carbônico equivalente é uma medida internacional que estabelece a equivalência entre todos os GEE (metano, óxido nítrico, entre outros) e o dióxido de carbono.

APetrobras tem se destacado nessa atividade, que pode trazer ganhos ao seu processo produtivo. Em 2023, a petrolífera capturou 17 Mt de CO₂, 27% do total sequestrado em todo o mundo. O carbono é removido do gás natural associado ao petróleo retirado dos poços do pré-sal. Ele é separado de outros gases presentes, como metano, etanol e propeno, por meio de membranas, uma das técnicas em uso (*ver infográfico na página 68*), e reinjetado novamente nos poços. Além de evitar a emissão de CO₂, esse processo, denominado recuperação avançada de petróleo, aumenta a produtividade da extração de óleo.

“A reinjeção é uma solução para atender ao compromisso da companhia de não liberar na atmosfera o dióxido de carbono presente no gás natural e, assim, produzir petróleo com baixa emissão de carbono nos campos do pré-sal”, diz Maurício Tolmasquim, diretor de transição energética e sustentabilidade da petroleira.

A Petrobras separa e armazena mais de 97% de todo o CO₂ originário do gás natural associado ao óleo extraído dos poços do pré-sal. Desde 2008, quando iniciou o procedimento, a companhia reinjetou mais de 53 Mt de CO₂ e planeja expandir a operação para mais sete plataformas de petróleo. A meta é alcançar 80 Mt reinjetados até 2025.

Em 2023, a empresa anunciou um projeto-piloto CCUS na unidade de processamento de gás natural de Cabiúnas, em Macaé, onde já funciona um sistema de remoção de CO₂ que utiliza outra tecnologia, a de absorção química. A Petrobras recorre a esse sistema para adequar para a venda o gás natural proveniente do pré-sal, que tem como característica um grande teor de CO₂.

Hoje, o dióxido de carbono sequestrado em Cabiúnas é liberado na atmosfera. Com o projeto-piloto, o gás será comprimido, transportado por um duto por cerca de 60 quilômetros (km) até o aquífero salino São Tomé, em Quissamã (RJ), onde será injetado e armazenado. Essa operação deverá entrar em operação em 2027 e, por ser um projeto-piloto, terá uma duração limitada a dois ou três anos, com injeção anual de 100 mil toneladas de CO₂.

“O projeto-piloto permitirá confirmar a capacidade de armazenamento de São Tomé, que tem potencial para ser um dos principais reservatórios de CO₂ da região Sudeste. Também nos possibilitará desenvolver e testar técnicas de monitoramento do armazenamento para garantir que não haverá escape do gás”, detalha Tolmasquim.

O sucesso dessa iniciativa, afirma o executivo, será determinante para a Petrobras seguir com um projeto de instalação do primeiro hub comercial CCUS do país. Se confirmado, a estrutura será constituída de dutos para o transporte do CO₂ ligando o reservatório salino em Quissamã a outras instalações de processamento de óleo e gás da Petrobras no estado do Rio de Janeiro, como a refinaria localizada em Duque de Caxias.

SETOR SUCROENERGÉTICO E DE HIDROGÊNIO

Além da indústria de petróleo e gás, avalia Meneghini, da USP, o setor sucroenergético e os fabricantes de hidrogênio reúnem boas condições técnicas para a instalação de sistemas de captura e destinação de CO₂. Hoje, 80% do hidrogênio pro-

Petrobras realiza captura de carbono nas operações de seu navio-plataforma P-75, ancorado na bacia de Santos



ENTENDA A TECNOLOGIA DE CAPTURA E ARMAZENAMENTO

O carbono é estocado em reservatórios a mais de 800 metros de profundidade

Já existem várias tecnologias maduras e comerciais que podem ser aplicadas para a remoção de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera ou de correntes gasosas, como as associadas ao petróleo. As quatro mais comuns são a absorção química, a separação por membranas, a adsorção e a destilação criogênica (ver infográfico na página 68).

Independentemente da técnica, após ser separado de outros gases, o CO₂ é submetido a temperaturas superiores a 32 graus Celsius (°C) e a uma pressão de 7,38 megapascal (MPa), alcançando o chamado estado supercrítico. Nessa condição, ocorre um aumento da densidade do gás, levando-o a um estado próximo ao líquido. Com isso, seu volume se reduz, o que facilita o transporte por dutos, caminhões ou navios até o local de armazenamento.

Nesse ponto, ele será injetado em reservatórios subterrâneos e deverá permanecer por centenas de anos ou indefinidamente. Entre os locais possíveis de armazenamento figuram campos de óleo e gás exauridos, aquíferos salinos, formações rochosas vulcânicas, como basalto, e

sedimentares, como arenito, calcário e sal-gema, que possuem porosidade e permeabilidade para a absorção do fluido.

“O reservatório onde será depositado o CO₂ deverá estar a, no mínimo, 800 metros de profundidade. Lá, o gás será submetido a condições de pressão e temperatura capazes de manter seu estado supercrítico, dificultando que escape e volte à atmosfera”, explica o geólogo Colombo Celso Gaeta Tassinari, pesquisador do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (USP) e do Centro de Pesquisa para Inovação em Gases de Efeito Estufa (RCGI).

SELADOS COM CIMENTO

Após o preenchimento do reservatório, os poços abertos para injeção do gás são selados, normalmente com cimento. Caso haja escape, o CO₂ volta ao seu estado gasoso e todo o processo se perde.

O potencial de áreas de armazenamento de carbono no Brasil é muito grande, tanto em reservatórios terrestres como oceânicos. Apenas a bacia sedimentar do Paraná, que abrange uma região que se estende de Mato

Grosso ao Rio Grande do Sul, teria condições de acolher todo o CO₂ gerado nas regiões Sul e Sudeste. As bacias sedimentares do São Francisco, do Parnaíba e amazônica também são avaliadas como promissoras. Bacias sedimentares são uma estrutura geológica formada por várias camadas de rochas sedimentares e vulcânicas.

A definição de um local para a instalação de um reservatório é feita por meio de estudos geológicos e geofísicos que podem levar quatro anos ou mais. Um reservatório em uma área de 10 quilômetros quadrados (km²) é capaz de armazenar alguns bilhões de toneladas de CO₂, informa Tassinari.

Com apoio da FAPESP, Tassinari realiza um estudo sobre as características geoquímicas e hidromecânicas de reservatórios geológicos de CO₂ no país. O armazenamento de carbono capturado, avalia o pesquisador, é uma ação necessária. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), a expectativa é de que apenas 8% do CO₂ capturado até 2070 será destinado a uso industrial. “Os outros 92% terão de ir para o armazenamento geológico”, diz Tassinari.



duzido no mundo usa como insumo o gás natural. É o chamado hidrogênio cinza (ver Pesquisa FAPESP nº 333), cuja fabricação lança poluentes no ar. Cada quilo (kg) de hidrogênio cinza produzido emite 10 kg de CO₂. “A captura e o armazenamento de parte do CO₂ resultante do processo permitem reduzir as emissões para menos de 4 kg de CO₂ por quilo de hidrogênio gerado. É o que se classifica como hidrogênio azul”, detalha Meneghini.

No setor sucroenergético, o maior potencial está no processo de fermentação de cana-de-açúcar ou milho para a produção de etanol, que resulta da emissão na atmosfera de CO₂ com alto grau de pureza. Isso quer dizer que mais de 90% do gás liberado durante o processo fermentativo da cana e do milho é composto por dióxido de carbono. Dessa forma, é mais fácil fazer sua separação de outros gases e comprimi-lo.

Nos Estados Unidos, a prática é comum entre produtores de etanol de milho, e no Brasil, a FS, fabricante de etanol de milho, já anunciou a in-

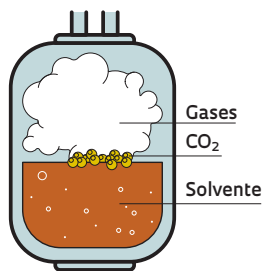
tenção de construir uma planta-piloto de captura e armazenamento de CO₂ em sua usina em Lucas do Rio Verde, em Mato Grosso.

Uma pesquisa realizada pela engenheira mecânica Sara Alexandra Restrepo Valencia, durante o doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), avaliou a viabilidade técnica e econômica dos processos de captura e armazenamento em instalações de bioenergia. O trabalho venceu o Prêmio Capes de Teses de 2023 na categoria interdisciplinar. Segundo Valencia, uma usina que processa 4 Mt de cana-de-açúcar por ano emite 0,5 Mt de CO₂ durante o processo de fermentação. Caso o estabelecimento aproveite os resíduos para gerar bioeletricidade, é emitido mais 1 Mt de CO₂ por ano.

O custo médio para a captura do carbono com elevada pureza gerado na fermentação e seu armazenamento a uma distância de até 100 km da usina, de acordo com a pesquisadora, é de US\$ 30 por tonelada de CO₂. Já o CO₂ emitido na geração de bioeletricidade pelo método convencional de turbinas a vapor é impuro e demanda o uso de tecnologias de separação do CO₂ de outros

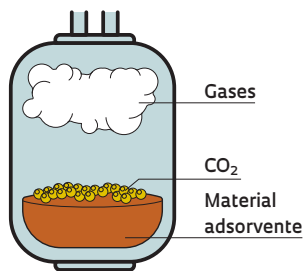
OS SISTEMAS DE SEPARAÇÃO

Conheça as principais técnicas para remoção do carbono de correntes gasosas e atmosfera



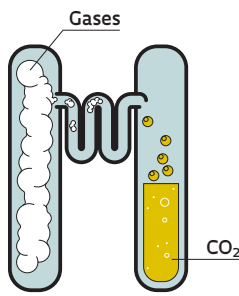
ABSORÇÃO QUÍMICA

Solvente líquido interage com o CO₂ presente em uma nuvem de gases sob condições de alta pressão e baixa temperatura. Regenerador remove o solvente, restando o CO₂



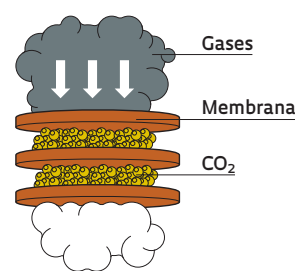
ADSORÇÃO

Em um reator com temperatura e pressão ajustadas, material adsorvente sólido (óxidos de cálcio, carvão ativado, zeólitas) promove adesão das moléculas de CO₂ em suas superfícies



DESTILAÇÃO CRIOGÊNICA

CO₂ é separado em colunas de destilação, após a condensação da mistura gasosa que ocorre quando o processo atinge temperaturas criogênicas, inferiores a -150 graus Celsius



MEMBRANAS

O fluxo de corrente de gases passa por um conjunto de membranas multicamadas que farão a separação do CO₂. Membranas de cerâmica, polímero e metal são as mais comuns

gases, antes da compressão, transporte e estocagem – a separação é necessária para que a reação química de solidificação do dióxido de carbono nas reentrâncias de rochas porosas ocorra adequadamente, reduzindo o risco de escape do gás armazenado no subsolo. Isso faz com que o custo médio do processo duplique. “As operações de captura e armazenamento apresentam um valor elevado e os usineiros não se sentem estimulados a assumir esse custo”, afirma Valencia.

Para o engenheiro mecânico Arnaldo Cesar Walter, orientador de Valencia no doutorado, a comercialização de créditos de carbono poderá ser um estímulo importante para a implementação de sistemas de captura e destinação de carbono no Brasil. O país, porém, ainda não conta com um mercado regulado de crédito de carbono (ver box na versão on-line desta reportagem). Para as usinas de biocombustíveis, uma fonte de receita é o programa federal RenovaBio, instituído em 2017, que gera um crédito de descarbonização (CBIO) para cada tonelada de CO₂ evitada. O valor de mercado do CBIO era de cerca de R\$ 100 no final de março. Para Meneghini, a viabilidade econômica dos sistemas de captura e destinação de carbono vai depender também de apoio governamental e regulamentação da atividade.

O potencial de aproveitamento de CO₂ como matéria-prima para outros produtos comercializáveis ainda é pequeno. Entre os usos possíveis

está a produção de fertilizantes à base de ureia e produtos químicos, como ácidos orgânicos e metanol. Pesquisadores do RCGI desenvolveram e patentearam um processo de geração de metanol verde que vai entrar em operação experimental em 2025.

De acordo com o engenheiro químico Pedro Miguel Vidinha, do IQ-USP, que participa do projeto, o processo poderá utilizar o CO₂ capturado na fabricação do etanol para produzir metanol. As moléculas de CO₂ são misturadas com as de hidrogênio verde, obtido a partir de fontes de energia renováveis, em um reator químico. A reação utiliza como insumo um catalisador patenteado pelo grupo capaz de converter o CO₂ em metanol. A pesquisa sobre o catalisador gerou um artigo no *Journal of CO₂ Utilization*, em setembro de 2020.

A planta-piloto será instalada no IQ-USP e terá capacidade para produzir 1 tonelada de metanol por semana. O estudo da viabilidade econômica do processo será realizado ao longo deste ano. “O potencial é muito grande, uma vez que o metanol verde é considerado uma alternativa para a descarbonização da indústria naval”, diz Vidinha. A transportadora marítima dinamarquesa Maersk já encomendou de diversos estaleiros estrangeiros 18 navios movidos a metanol. O primeiro deles entrou em operação em fevereiro. A empresa estima que reduzirá em mais de 80% as emissões de carbono com as novas embarcações. ■

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

SEQUESTRO DO GÁS NA ATMOSFERA

Primeira unidade do país para remoção de carbono diretamente do ar é instalada no Rio Grande do Sul

Domingos Zaparolli

Em janeiro deste ano teve início a instalação da primeira estação experimental na América Latina de captura de carbono direta do ar (DAC) no *campus* da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), em Porto Alegre. É resultado de uma parceria entre a instituição de ensino e a petroleira Repsol Sinopec Brasil. A unidade começou a operar com um reator capaz de remover 15 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) por ano. Quando estiver em plena operação, prevista para julho, a capacidade de captura anual será de 300 toneladas de CO₂. Estudos estão sendo conduzidos para avaliar o potencial de armazenamento do gás nas formações rochosas da bacia do Paraná, uma das regiões com maior potencial de armazenamento de CO₂ do país.

A petroleira também desenvolve um segundo projeto, denominado DAC 5000, com o Senai Cimatec, de Salvador, na Bahia, dimensionado para capturar 5 mil toneladas por ano. A expectativa é de que entre em operação em cinco anos. O Senai Cimatec é responsável por elaborar o projeto de engenharia e a estratégia de implementação da unidade. Todo o processo será abastecido por energia renovável, garantindo a negatificação das emissões. Segundo a engenheira Cassia-



Instalações da norte-americana Heirloom, na Califórnia, uma das primeiras empresas no mundo a oferecer a tecnologia de captura de carbono diretamente do ar

ne Nunes, gerente de suporte e portfólio de pesquisa da Repsol Sinopec, a unidade-piloto deverá ser implementada na bacia do Paraná.

Os projetos de captura de carbono diretamente do ar são classificados como tecnologias de emissão negativa. Eles se diferenciam dos demais sistemas de captura, utilização e armazenamento de carbono (CCUS) por visar reduzir os estoques de CO₂ presente na atmosfera, enquanto as demais tecnologias evitam lançar carbono no ar. Algumas empresas no mundo já fazem a captura de carbono diretamente do ar, como a norte-americana Heirloom, na Califórnia, e a suíça Climeworks, com unidades em operação na Islândia.

“Enquanto as estratégias de CCUS foram concebidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa de produtos e processos existentes, sem, contudo, atingir neutralidade ou negatificação de emissões, a tecnologia DAC tem como meta remover emissões de carbono ocorridas no passado. Assim, visam reduzir a concentração de CO₂ na atmosfera”, explica o engenheiro Felipe Dalla Vecchia, diretor do Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais da PUC-RS e coordenador do projeto na universidade.

Os sistemas DAC lidam com concentrações de CO₂ na atmosfera de cerca de 415 partes por milhão (ppm), enquanto

os sistemas CCUS que fazem captura e separação de CO₂ diretamente na fonte de emissão do gás trabalham com concentrações acima de 50 mil ppm.

Os sistemas DAC consomem mais energia e apresentam um elevado custo de operação, entre US\$ 200 e US\$ 700 por tonelada de CO₂ capturado. O custo para viabilizar a implementação comercial em larga escala é por volta de US\$ 100 a tonelada de CO₂ capturado, o que significa que o valor precisa ser reduzido consideravelmente para que a operação seja economicamente viável. Para Dalla Vecchia, acelerar o desenvolvimento e reduzir os custos da tecnologia motivaram a PUC-RS a entrar no projeto.

A unidade experimental na PUC-RS utiliza uma tecnologia criada pela startup alemã DACMa GmbH. Ela emprega o processo de captura por adsorção, pelo qual moléculas de carbono ficam retidas na superfície de um material sólido por meio de interações químicas ou físicas. Posteriormente, promove a separação e a concentração do CO₂ por meio de sistemas de oscilação de pressão e aumento da temperatura para algo entre 80 e 120 graus Celsius. Para garantir o balanço negativo de emissão de CO₂ no processo, a unidade experimental na PUC-RS será alimentada por um sistema de energia solar com capacidade de gerar 10 mil quilowatts/hora (kWh). ■

PECUÁRIA

SOMBRA EFICIENTE

Gado pasta em área de integração lavoura-pecuária-floresta na fazenda da Embrapa, em São Carlos

Touros e vacas são mais produtivos e elevam sua capacidade de reprodução quando pastam em áreas arborizadas

Domingos Zapparoli

Plantar árvores no pasto para proporcionar sombra ao gado tem o potencial de aumentar a produtividade da pecuária de leite e de corte, voltada ao fornecimento de carne, e melhorar a performance reprodutiva dos animais. É o que demonstram estudos realizados por pesquisadores das unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em São Paulo e no Distrito Federal. As investigações tiveram como objetivo entender os benefícios de prover conforto térmico a touros e vacas por meio de um sistema produtivo que reúne, em uma mesma área, criação de gado, plantio de árvores e cultivo de alimentos. Conhecido pela sigla ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta), esse sistema baseia-se em uma estratégia de produção consorciada e rotativa de alimentos de origem vegetal e animal e de madeira de forma ecoeficiente (ver box na página 74).

A pesquisa que investigou os efeitos da adoção do sistema ILPF na criação de gado de corte foi conduzida pela Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, no interior paulista. A principal conclusão do estudo é de que o sombreamento das árvores em pastagens tropicais gera um microclima mais favorável às condições fisiológicas dos animais, reduzindo a frequência do consumo de água, melhorando o bem-estar animal e potencializando sua capacidade de ganhar peso.

“A exposição contínua ao calor excessivo, em uma pastagem pobre em arborização, pode levar o animal a um estado de estresse térmico que prejudica a homeostase, levando a distúrbios nutricionais e metabólicos”, explica o médico-veterinário Alexandre Rossetto Garcia, coordenador do estudo, realizado com apoio da FAPESP.

Homeostase é o estado de estabilidade fisiológica dos organismos vivos.

Sob estresse térmico, destaca o pesquisador, os animais acionam mecanismos de regulação de sua temperatura corporal, como transpiração excessiva, alteração no ritmo cardíaco e respiração forçada. “O esforço dos animais para fazer a termorregulação corporal sequestra energia que poderia ser direcionada ao ganho de peso e à reprodução”, constata. Além disso, sob estresse térmico, os bovinos tendem a sentir menos vontade de se alimentar, como ocorre com os humanos em dias muito quentes, o que também pode impactar a engorda.

A pesquisa de campo foi realizada na Fazenda Canchim, em São Carlos, pertencente à Embrapa. Foram selecionados 64 touros entre animais nelore, raça zebuína que responde por mais de 80% do gado de corte brasileiro, e canchim, resultado do cruzamento de zebuínos com taurinos (gado de origem europeia) da raça charolês. No início do experimento, os animais tinham 24 meses de idade e peso médio de 412 quilos (kg). Os touros foram divididos em dois grupos de 32. Cada conjunto ocupou uma área de 12 hectares coberta pela mesma forrageira, *Urochloa brizantha*, mais conhecida pelos produtores pela denominação antiga, *Brachiaria brizantha*.

Em uma das áreas do experimento, havia poucas árvores e o sombreamento natural estava entre 3% e 4% – condições de exposição ao Sol típicas da grande maioria dos pastos de gado de corte no Brasil. O outro terreno estava adaptado ao sistema ILPF, arborizado com 165 eucaliptos (*Eucalyptus urograndis*) por hectare, que geraram um índice de sombreamento entre 30% e 35% ao longo do ano.

Durante 13 meses, entre janeiro de 2018 e janeiro de 2019, os dois grupos de animais tiveram acesso irrestrito à água e suplementação mineral, que complementa a dieta, e passaram pelo mesmo manejo sanitário. Durante o experimento, que abrangeu todas as estações climáticas, os dois conjuntos foram amplamente monitorados.

As duas áreas contaram com estações meteorológicas para aferição da temperatura do ar, da umidade e radiação do ambiente, entre outras variáveis climáticas. Um sistema de termografia embarcado em aviões identificou e dimensionou zonas de calor e de conforto térmico nas pastagens. Os animais, por sua vez, tinham um acelerômetro (dispositivo que analisa a aceleração do corpo) acoplado a uma coleira para observar sua movimentação e descanso. A temperatura de cada indivíduo era medida constantemente por termografia infravermelho (técnica para detecção da radiação de calor emitida por um objeto). Por fim, foram efetuadas coletas de sangue, pele e pelos para análises laboratoriais e verificar a capacidade de perda de calor e o estresse do rebanho.

O projeto teve a parceria das universidades de São Paulo (USP), Federal Fluminense (UFF), Federal do Pará (UFPA) e Federal Rural da Amazônia (Ufra). Duas instituições de ensino italianas, a Università di Bologna e a Università degli

Studi di Milano, também participaram do estudo. O experimento e seus resultados foram detalhados em artigos científicos nas revistas *Applied Animal Behaviour Science*, em 2022, *Agricultural Systems* e *Computers and Electronics in Agriculture*, ambos em 2023.

SOMBRA REDUZ BUSCA PELA ÁGUA

Uma constatação relevante do estudo foi a redução em 26% das visitas ao bebedouro dos bois alocados na área de ILPF, indicando um provável efeito “poupa água”. A quantidade exata da economia hídrica é tema de nova investigação que deverá ficar pronta no próximo ano. “Planejamos fazer um mapeamento eletrônico do consumo de água no bebedouro”, diz Garcia. “Temos no país um rebanho bovino de 234 milhões de animais. A economia de água, um recurso natural limitado, pode gerar ganhos em termos da sustentabilidade da produção nacional.”

A engorda dos animais, nas duas áreas, foi idêntica, com os bois pesando ao final do experimento na casa de 650 quilos. Garcia pondera, contudo, que na área ILPF a disponibilidade de capim era de 20% a 30% menor devido ao sombreamento. “Isso significa que o grupo que pastou na área sombreada do sistema ILPF foi mais bioeficiente e atingiu o mesmo peso com menos forragem”, destaca.

São dois os possíveis fatores que podem ter influenciado esse resultado de maior engorda com menos capim – e a distinção entre eles será alvo

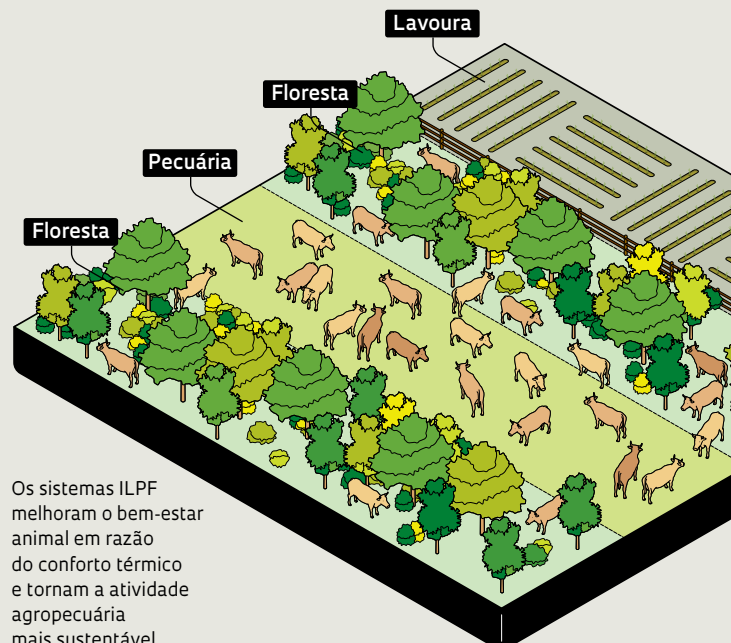


Alimentos, gado e floresta no mesmo espaço

Cerca de 10% da pastagem brasileira adota a estratégia de produção consorciada

Criada pela Embrapa nos anos 1990, o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia que visa promover a biodiversidade nas fazendas de gado e aumentar sua produtividade. Essa abordagem preconiza a rotação entre atividades agrícolas e pecuárias em uma área também usada para o plantio de árvores. Lavoura e pastos bem manejados, mostram estudos científicos, proporcionam um importante benefício secundário: a captura de carbono da atmosfera, compensando as emissões do gado. O rebanho bovino é um grande gerador de metano (CH₄), um dos gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global (ver Pesquisa FAPESP nº 314).

Além da melhoria do bem-estar animal em razão do conforto térmico, os sistemas ILPF têm potencial para intensificar a ciclagem de nutrientes no solo e auxiliar na manutenção da biodiversidade e na sustentabilidade da atividade agropecuária. Também contribuem para a diversificação da produção e podem ajudar a reduzir a pressão pela abertura de novas áreas com vegetação nativa para cultivo de alimentos ou criação de animais. De acordo com a Embrapa, sistemas ILPF estão implementados em cerca de 17,4 milhões de hectares do país, o equivalente a 10% da área de pastagem nacional.





Juliana Castro, bolsista da Embrapa, anota em tablet dados dos animais no campo (abaixo); no pescoço dos touros, acelerômetro acoplado à coleira permite analisar a movimentação do gado



de novas pesquisas na Embrapa. Um motivo é que as árvores do sistema ILPF, assim como o uso da área de pastagem em revezamento com o plantio de grãos, geram um aumento de matéria orgânica no solo e, conseqüentemente, um capim com maior teor de proteína. O outro fator é a redução do estresse de curta e longa duração gerada especificamente pelo sombreamento, que vem sendo quantificado nessa linha de pesquisa.

O estudo também deve resultar em nova publicação científica, ainda em fase de elaboração, referente aos efeitos do sombreamento sobre a capacidade reprodutiva dos touros. Para isso, os pesquisadores estão analisando os dados da ecotextura testicular dos animais a partir de ultrassonografia e da qualidade do sêmen. “Sob a sombra, os bois mantêm o tecido testicular íntegro e sua capacidade de produzir espermatozoides permanece intacta. Indivíduos sob estresse térmico intenso e contínuo produzem menos sêmen e de menor qualidade, afetando negativamente sua fertilidade”, afirma Garcia.

No Brasil, a criação a pasto também é predominante no gado leiteiro. Mais de 70% da produção de leite é realizada por vacas mestiças, resultado do cruzamento de animais de origem zebuína e europeia, como a girolando, mestiço de gir e vaca holandesa. A médica-veterinária Isabel Cristina Ferreira, da Embrapa Cerrados, no Distrito Federal, investigou o impacto do conforto térmico proporcionado pelo sistema ILPF na produtividade dos animais das raças gir e girolando.

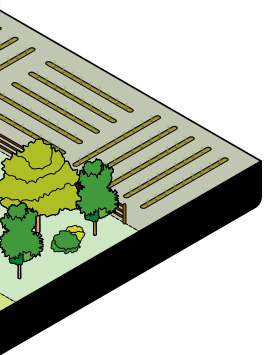
O experimento, iniciado em janeiro de 2017, durou 33 meses e foi realizado no Centro de Tec-

nologia para Raças Zebuínas Leiteiras da Embrapa, no Recanto das Emas (DF). Nesse período, foi avaliado o desempenho de 141 vacas, uma parte criada em pasto ao Sol e outra em sistema ILPF com 260 árvores por hectare, que proporcionaram uma redução de 44% da insolação. Medidas da temperatura retal, publicadas na revista *Animals*, em agosto de 2021, indicam que o excesso de calor leva as vacas a um estado de estresse térmico. A presença de sombra arbórea, por sua vez, propicia bem-estar animal.

Os pesquisadores da Embrapa também constataram um ganho de produtividade gerado pela melhora das condições climáticas do ambiente. As vacas gir em área sombreada apresentaram uma produção de leite 24% maior. Durante a lactação, de 305 dias, o incremento médio foi de 2,4 kg de leite por vaca a cada dia, o que representou 732 kg de leite a mais no período. As vacas girolando, sob a sombra, também produziram mais leite, mas em quantidade pouco significativa.

“O ILPF é uma alternativa econômica que proporciona conforto térmico ao gado leiteiro”, afirma a veterinária. Outra opção, diz Ferreira, são a criação dos animais em estábulos, o que demanda investimentos na estrutura física e maior gasto com a mão de obra para o manejo, além de uso intenso de energia elétrica para ventilação e umidificação do ambiente. Ou ainda a instalação de barracas de telas sobre o pasto, as chamadas sombrites, que não resistem a ventos e chuvas fortes.

O estudo realizado na Embrapa Cerrados também comprovou que o conforto térmico amplia a capacidade reprodutiva das vacas leiteiras, com uma produção quatro vezes maior de embriões entre os animais que pastam na sombra.



O pecuarista Jônadan Hsuan Min Ma, dono da Fazenda Boa Fé, de 970 hectares, em Conquista, Minas Gerais, adota o sistema ILPF em 38 hectares de sua propriedade, o equivalente a 4% do total. Seu rebanho leiteiro é formado por 330 vacas, sendo 95% da raça girolando – as demais são gir e holandesa. A estratégia ILPF, diz o criador, foi adotada com o objetivo de melhorar a performance reprodutiva de novilhas girolando pelo sistema de fertilização *in vitro*.

Segundo Ma, sob o conforto da sombra de eucaliptos, as novilhas doadoras de embriões aumentaram entre 25% e 30% a produção de ovócitos (gametas femininos) qualificados para a fertilização *in vitro*. “Passaram a produzir de oito a 15 ovócitos em cada ovulação, quantidade suficiente para fertilizar com sucesso entre três e cinco embriões”, conta.

Depois que as vacas passaram a ser criadas em áreas sombreadas, informa o pecuarista, a taxa de concepção no rebanho, ou seja, o número de novilhas que efetivamente ficaram prenhas quando inseminadas, atingiu um patamar de 63% a 65%. Anteriormente, quando os animais eram criados em pastos desprovidos de árvores e sombreamento, a taxa situava-se entre 40% e 50%.

ESTRATÉGIA INTELIGENTE

A zootecnista Claudia Cristina Paro de Paz, pesquisadora e diretora-técnica do Centro de Programação de Pesquisa do Instituto de Zootecnia, ligado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, avalia que o sistema ILPF é uma abordagem inteligente de combate ao estresse térmico do gado, que alia sustentabilidade produtiva e maior rentabilidade ao produtor rural. “Além da renda gerada pela pecuária, há ainda ganhos com a venda da

produção agrícola e da madeira”, diz Paz, que não participou da pesquisa da Embrapa, mas tem estudos na área.

Com o apoio da FAPESP, ela investigou o impacto da insolação tropical sobre as raças zebruinhas, nativas de áreas quentes, e as taurinas, originárias de regiões de climas temperados e frios. A pesquisa trabalhou com nelore, bovinos de origem indiana presentes no Brasil desde o século XIX, e taurinos caracu, que desembarcaram no país no início da colonização portuguesa e são tidos como de origem europeia e mais adaptados ao clima brasileiro.

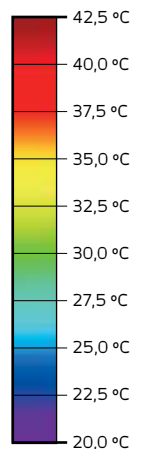
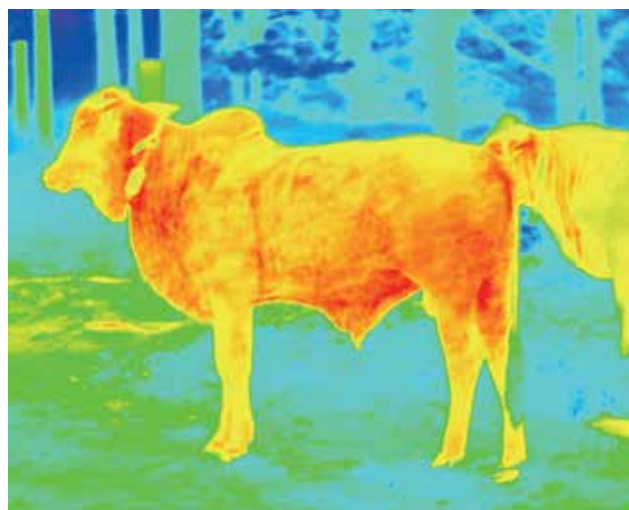
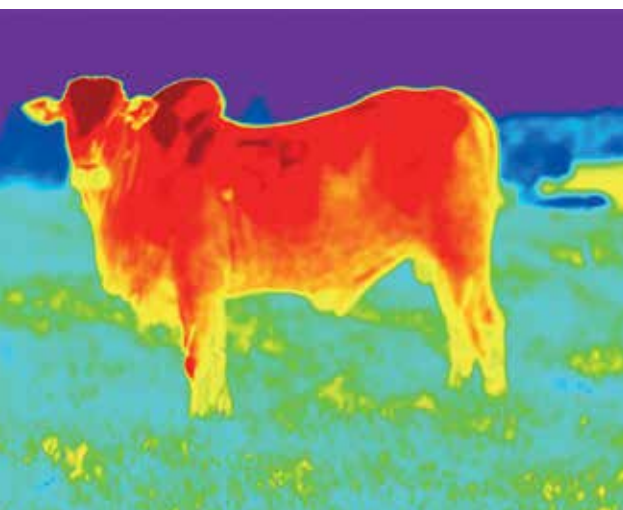
A investigação concluiu que o estresse térmico afeta as duas raças, mas com maior intensidade os animais de origem europeia, mesmo depois de centenas de anos de exposição ao clima tropical. Análises de sangue, medições de temperatura retal e dados colhidos a partir de termografia infravermelho detectaram que, sob altas temperaturas, a concentração de cortisol, hormônio que tem a função de regular o organismo e é comumente empregado como indicador de resposta ao estresse, era maior na circulação sanguínea dos novinhos caracu em comparação com os animais nelore.

A expressão de proteínas de choque térmico (HSP), que desempenham papel central no processo de homeostase, também foi maior entre os animais caracu. O estudo gerou três artigos publicados nos periódicos científicos *Livestock Science*, em 2019 e 2022, e *Tropical Animal Health and Production*, em 2020.

“Mesmo que esse estudo não tenha avaliado outras raças taurinas que só recentemente vêm ganhando expressão no Brasil, como a angus, é possível pressupor que o impacto do estresse térmico é ainda maior entre elas”, afirma Paz. ■

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

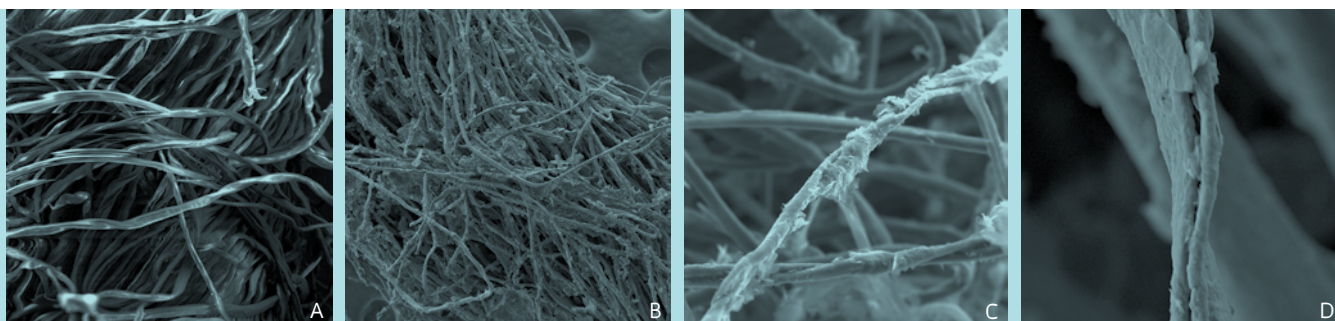
Registro da temperatura da superfície do corpo de um touro criado em pastagem pouco arborizada (à esq.) e de outro animal que vive em área com árvores (abaixo)



FIOS DE ALGODÃO COM GRAFENO E OVO

Grupo do Recife usa albumina encontrada na clara para fixar cobertura de fibras vegetais usadas em roupas eletrônicas

Felipe Floresti



Imagens de microscopia eletrônica de fios de algodão tratados com albumina do ovo de galinha (A) e cobertos com óxido de grafeno (B, C e D)

Pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) desenvolveram um fio de algodão banhado em grafeno que utiliza a clara do ovo de galinha para aumentar a eficiência e reduzir os custos na produção de fios condutores de eletricidade, fundamentais para o desenvolvimento de roupas eletrônicas.

A geometria em forma de colmeia da molécula de grafeno proporciona uma forte coesão entre seus átomos de carbono. Assim, podem se estruturar em uma única camada, resultando em um material fino, leve, resistente e com grande condutividade térmica e elétrica (ver Pesquisa FAPESP nº 291). Associá-lo aos fios de algodão seria uma eficiente alternativa para a produção de fios têxteis com condutividade elétrica. Esses fios poderiam ser utilizados em sensores flexíveis e roupas eletrônicas, por sua vez usadas para controle térmico, monitoramento dos sinais vitais ou acesso à internet.

O grafeno, porém, não adere com facilidade ao algodão e é preciso repetir até 80 vezes o processo de imersão e secagem dos fios em óxido de grafeno,

um líquido, para obter o resultado desejado. O processo é demorado e caro, o que motivou a equipe da UFPE, coordenada pela química Patrícia Araújo, a buscar alternativas.

A polidopamina, um polímero autoaderente, e o álcool polivinílico, um polímero sintético hidrossolúvel, foram testados com certo sucesso pelo grupo e reduziram para 10 a quantidade de imersões necessárias para cobrir o algodão com grafeno. A albumina sérica bovina, uma proteína do sangue da vaca, apresentou resultados melhores, com apenas uma imersão, mas sua extração é difícil e cara.

Os pesquisadores testaram a clara do ovo de galinha como uma fonte mais acessível da proteína e de custo menor. O tratamento dos fios com a albumina de ovo reduziu para cinco a necessidade de imersão, alcançando uma resistência elétrica ideal de $80 \Omega/\text{cm}^2$ (ohm, representado pela letra grega ômega, a unidade de medida para resistência elétrica, multiplicado por grama dividido por centímetro ao quadrado). Esse valor se manteve o mesmo após os fios serem submetidos a 104 testes de flexão, nos quais eles são dobrados, e cinco de

lavagem, para avaliar a adesão do revestimento, como detalhado em um artigo publicado em março na revista *Materials Research*.

“Mesmo com uma maior necessidade de imersão do que com a albumina sérica bovina, a vantagem da clara de ovo é muito grande”, comenta Araújo. “A albumina bovina é de 40 a 50 vezes mais cara.” Os pesquisadores estão em busca de parcerias com empresas para ampliar a escala de produção dos fios condutores.

Uma equipe da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), campus de Juazeiro, na Bahia, encontrou outra forma de tornar os fios de algodão capazes de produzir e armazenar energia: revesti-los com uma camada dupla de nanotubos de carbono e grafeno e depois cobri-los com um polímero plástico (ver Pesquisa FAPESP nº 331). O processo foi descrito em um artigo publicado em abril de 2018 na revista *ACS Applied Materials & Interfaces*. Trata-se de uma técnica mais complexa e cara do que a proposta pelos pesquisadores da UFPE. ■

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



SOCIEDADE

DEMOCRACIA NO PLURAL

Número de candidaturas coletivas que disputaram eleições no Brasil subiu de sete, entre 2012 e 2014, para 542 registros, entre 2020 e 2022

Christina Queiroz | ILUSTRAÇÕES Valentina Fraiz



Definidos como um conjunto de pessoas que assumem uma única cadeira em câmaras de vereadores, assembleias legislativas ou no Congresso Nacional, os mandatos coletivos emergem como estratégia para ampliar a presença de grupos sub-representados na política brasileira, como mulheres (ver box na página 78) e pessoas negras. Pesquisa realizada pela cientista política Debora Rezende de Almeida, da Universidade de Brasília (UnB), revela que a quantidade de candidaturas coletivas e compartilhadas no país aumentou de duas, em eleições realizadas entre 1994 e 1998, para 542, em pleitos ocorridos de 2020 a 2022. Apesar do potencial de fomentar o desenvolvimento de cenários políticos mais diversos, o modelo ainda não é regulamentado pelo Tribunal Superior Eleitoral (TSE), esbarrando em desafios que colocam em xeque o seu pleno funcionamento.

Para investigar essa temática, Almeida realiza há três anos pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Como os mandatos coletivos são um fenômeno político recente, há ainda poucos estudos como o dela sendo desenvolvidos no país. Até o momento, a cientista política elaborou

um banco de dados com informações sobre 319 candidaturas apresentadas em eleições municipais de 2020 e outras 218 postuladas em 2022, em pleitos para deputados estaduais e federais. Também entrevistou integrantes de 35 mandatos coletivos eleitos para diferentes cargos no Poder Legislativo. O levantamento indica, por exemplo, que nas eleições de 2020 e 2022, entre as candidaturas coletivas, mulheres brancas foram maioria dentre os postulantes ao cargo de vereador, em comparação aos homens brancos. Além disso, também entre candidaturas coletivas, o estudo mostra que o número de mulheres pretas para os cargos de deputado estadual, federal e vereador superou o de homens pretos (ver gráfico na página 80).

Segundo Almeida, em países como Espanha, Colômbia e Argentina, iniciativas similares aos mandatos coletivos abarcam as chamadas candidaturas compartilhadas ou democráticas, que também existem no Brasil. Conforme a definição da pesquisadora, o modelo compartilhado, compreendido como um mecanismo de democracia participativa, teve sua primeira experiência no país proposta em 1994. Ele prevê que candidatos eleitos individualmente criem espaços e mecanismos de consulta à sociedade em processos de elaboração e votação de projetos de lei. Nessas situações, o parlamentar abre canais

na internet ou organiza rodas de conversa com a população para conhecer o posicionamento dessas pessoas sobre determinados assuntos ou políticas públicas. “É um modelo diferente das candidaturas coletivas, formadas desde a campanha por um grupo de pessoas, chamadas de covereadoras ou codeputadas. Elas concorrem a uma mesma vaga no Poder Legislativo e se comprometem a exercer conjuntamente o mandato”, compara a cientista política. Para identificar quais candidaturas eram coletivas ou compartilhadas, Almeida analisou a base de dados do TSE, cruzando-a com informações disponíveis na internet sobre os programas de governo dos políticos e coletivos em questão. De acordo com a pesquisadora, há candidatos e grupos que não informam se a candidatura é coletiva ou compartilhada, de forma que o número total de propostas com essas características pode ser mais elevado do que aquele captado por seus estudos.

Por sua vez, a assistente social Luciana Lindenmeyer, que investiga candidaturas coletivas em pesquisa de doutorado no Programa de Pós-graduação em Sociologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), lembra que a legislação brasileira não permite o seu registro formal. A solução adotada é escolher um dos integrantes do grupo para fazer a inscrição individual da candidatura em seu nome. Lindenmeyer, que integra a Frente Nacional

de Mandatas e Mandatos Coletivos, comenta que, até recentemente, o TSE proibia que a candidatura em questão se declarasse coletiva na composição de seu nome. “Em 2020, o Tribunal chegou a suspender algumas candidaturas que continham a palavra ‘coletivo’ em sua descrição, por considerar que elas confundiam os eleitores”, relata a pesquisadora. No entanto, essa regra mudou em 2021, quando o TSE passou a permitir a menção do coletivo na composição do nome da candidata ou do candidato oficial. Apesar da falta de reconhecimento pelo TSE, os mandatos coletivos costumam elaborar uma carta de compromisso para definir aspectos do vínculo entre o parlamentar oficialmente eleito e os coparlamentares.

“Antes de 2021, não era possível identificar se a candidatura era coletiva ou individual analisando apenas os registros do TSE”, comenta Almeida, da UnB. Conforme sua pesquisa, até 2018, a eleição de candidaturas compartilhadas, que totalizaram 28 naquele ano, predominou em relação às coletivas, que foram quatro. “Esse cenário se inverteu em 2020, na disputa municipal, quando o número de candidaturas nas duas modalidades aumentou e foram eleitos 29 mandatos coletivos e somente cinco compartilhados”, detalha a pesquisadora.

Considerando apenas o universo de candidaturas coletivas, elas subiram de 98, entre 2016 e 2018,

DISPARIDADE DE GÊNERO NAS ELEIÇÕES

No pleito brasileiro de 2022, das 9,2 mil mulheres que se postularam a diferentes cargos, apenas 308 conseguiram se eleger

Com 105 milhões de mulheres, ou 51,5% da população, conforme o Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil é um dos países com maior disparidade de gênero na política da América Latina. É o que aponta estudo de 2020 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) e da ONU Mulheres. A pesquisa analisou a situação de 11 nações, constatando que o Brasil figura entre os três países do continente com menor presença de mulheres em diferentes esferas do poder público.

No Brasil, as mulheres ocupavam 17% das vagas na Câmara dos Deputados e 12% das cadeiras no Senado em 2023. Além disso, somente Pernambuco e Rio Grande do Norte elegeram governadoras nas últimas eleições. Segundo o Censo das Prefeitas Brasileiras (2021-2024), realizado pela organização não governamental

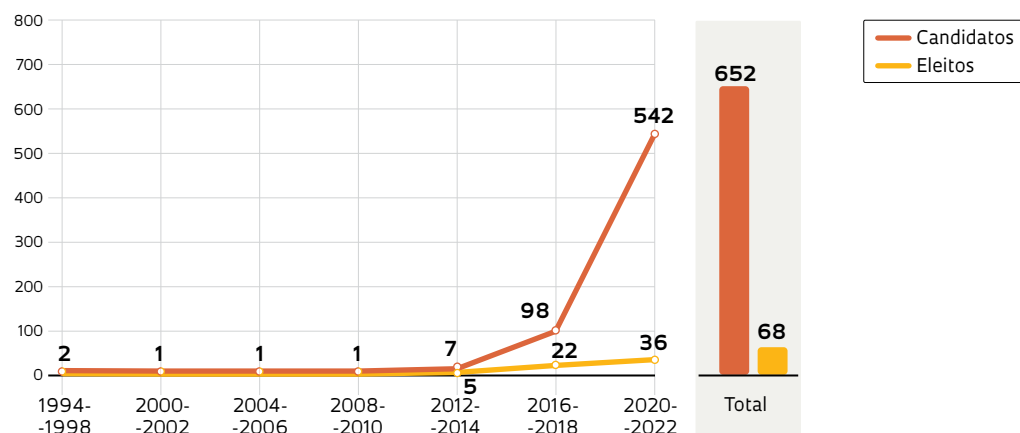
(ONG) Instituto Alzirias, do Rio de Janeiro, as mulheres comandam 12% dos municípios, percentual que cai para 4% quando consideradas as mulheres negras. As prefeitas se concentram em cidades menores e governam para 9% da população brasileira. Além disso, dados do TSE mostram que, nas eleições gerais de 2022, foram registradas 29,2 mil candidaturas, das quais 19,4 mil eram de homens e 9,8 mil de mulheres. Entre as candidatas, 308 conseguiram se eleger, enquanto entre os candidatos o número equivalente foi de 1.375.

Desde 1997, a Lei nº 9.504 prevê que partidos e coligações preencham pelo menos 30% de suas candidaturas com postulantes mulheres em eleições para a Câmara dos Deputados, o Senado, a Câmara Legislativa do Distrito Federal, as assembleias legislativas e as câmaras municipais. Em 2018, o Supremo

Tribunal Federal (STF) determinou que a distribuição de recursos do Fundo Partidário para financiar campanhas eleitorais deve ser feita de forma proporcional, conforme a quantidade de mulheres que disputam os pleitos. “Apesar das determinações legais, a cota de gênero e os patamares de financiamento não são respeitados pela maioria dos partidos, que costumam priorizar o direcionamento de recursos para candidatos com maiores chances de vencer as eleições”, avalia a antropóloga Carmela Zigoni, assessora política da ONG Instituto de Estudos Socioeconômicos (Inesc), sediada em Brasília. Segundo ela, a sub-representação de mulheres não vem sendo resolvida por meio de cotas e diretrizes de financiamento, de forma que elas têm apostado na formação de candidaturas coletivas como estratégia para tentar ampliar sua participação política.

AVANÇO DOS MANDATOS COLETIVOS

Das 652 candidaturas propostas de 1994 a 2022, 68 conseguiram se eleger



FONTE ALMEIDA, D. R. (ORG.). CANDIDATURAS E MANDATOS COLETIVOS NO BRASIL: O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM? BRASÍLIA, DF: EDITORA DAS AUTORAS, 2023

para 542 registros, entre 2020 e 2022. Almeida identificou, ainda, que em 2022 foram propostas 218 candidaturas coletivas para os cargos de deputado estadual e federal, além de outras cinco para o Senado. “Foi a primeira vez que registramos tantas candidaturas para esses postos”, afirma. Segundo ela, esses avanços estão acontecendo por causa da atuação de grupos que se consideram sub-representados na política brasileira. “Como não encontram espaço em mecanismos tradicionais de partidos para disputar eleições, optam por formar candidaturas coletivas e somar capital político”, explica a pesquisadora. De acordo com ela, a democratização do país foi acompanhada por uma maior interação de movimentos sociais com o sistema político, por meio da ação de atores sociais em governos, a ocupação de cargos e a participação na formulação de políticas públicas. “O crescimento das candidaturas coletivas representa um dos desdobramentos desse cenário”, avalia.

Nas eleições de 2020, a pesquisa de Almeida identificou que as candidaturas coletivas se concentraram no Sudeste (52,4%). Outro dado levantado sinaliza o alto nível educacional dos membros desses grupos. Naquele ano, 28,7% do total de candidatas às eleições municipais tinha ensino superior completo ou incompleto. Já entre as candidaturas coletivas, 61% dos candidatos oficiais contavam com ensino superior completo. “O maior nível de formação superior dos postulantes a vereador em mandatos coletivos mostra que a qualificação não é suficiente para garantir sucesso eleitoral por meio de caminhos tradicionais do sistema político”, avalia a pesquisadora da UnB. As duas pautas mais

defendidas por essas chapas foram os direitos de grupos sub-representados e as políticas sociais.

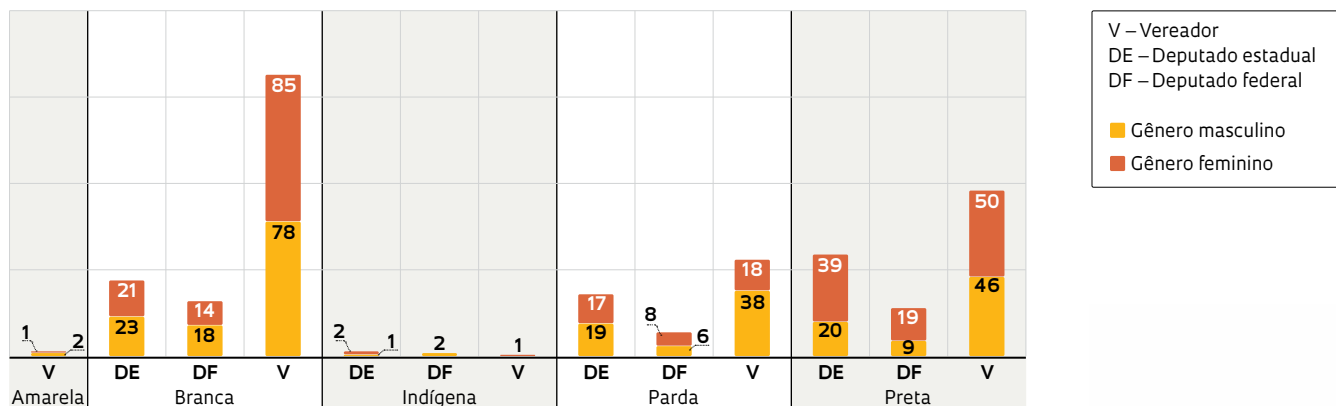
Em relação aos 34 mandatos coletivos eleitos às câmaras de vereadores em 2020, 23 deles tinham mulheres como candidatas oficiais. Do total de mandatos, em 19 casos o postulante oficial se autodeclarou como branco, em 10 como preto, em 4 como pardo e em 1 como amarelo. Almeida também mapeou o perfil de 106 integrantes das candidaturas coletivas eleitas naquele pleito. No levantamento, identificou que 67 eram mulheres e 39 homens, sendo que três declararam-se como mulheres (2) e homem transgênero (1). Dentre esse grupo, 39 pessoas se definiram como pretas e 16 como pardas, enquanto as brancas somaram 48. Duas delas se apresentaram como indígenas e uma como amarela.

Em seu doutorado no Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo (IP-USP), defendido em 2022, o psicólogo José Fernando Andrade Costa, da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), na Bahia, estudou a experiência de alguns mandatos coletivos no Brasil. É o caso de um grupo de cinco pessoas escolhido em 2016 para atuar na Câmara Municipal de Alto Paraíso (GO), sendo que apenas um dos integrantes era responsável oficialmente pelo cargo, enquanto os outros atuaram como covereadores. Costa também analisou mandatos coletivos eleitos em 2018 para o Poder Legislativo estadual de São Paulo e Pernambuco. Do ponto de vista da atividade legislativa, o pesquisador destaca que o grupo paulista foi um dos que mais apresentaram projetos de lei. “Dentre os 94 deputados eleitos no estado, esse mandato ficou em 8º lugar na quantidade de projetos apresentados”, contabiliza Costa.

Por outro lado, o pesquisador também identificou nas experiências uma grande dificuldade para

DIVERSIDADE DE RAÇA E GÊNERO EM 2020 E 2022

Mulheres pretas foram maioria nas candidaturas coletivas para os cargos de deputado estadual e federal



FONTE ALMEIDA, D. R. (ORG.). CANDIDATURAS E MANDATOS COLETIVOS NO BRASIL: O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM? BRASÍLIA, DF: EDITORA DAS AUTORAS, 2023

equalizar as pautas defendidas por cada um dos membros. “Observamos a ocorrência de disputas em relação a quais assuntos deveriam ser priorizados. Mesmo dentro dos partidos, há pessoas vinculadas a correntes de pensamento distintas, que podem divergir na hora de votar projetos de lei”, comenta Costa.

Otra característica dos mandatos coletivos, segundo o jurista Ricardo Alves Cavaleiro, da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), é que eles podem atrair diferentes vertentes do espectro político. O pesquisador participou de um estudo em 2019, coordenado pela organização não governamental (ONG) Rede de Ação Política pela Sustentabilidade, sediada em São Paulo, que identificou que 1% das candidaturas coletivas e compartilhadas formadas até aquele ano apresentava ideologia política de direita, 14% de centro-direita, 38% de centro, 33% de centro-esquerda e 14% de esquerda. Na perspectiva de Cavaleiro, os mandatos coletivos podem ser compreendidos como uma nova ferramenta de inovação democrática, como são os casos dos orçamentos participativos, por exemplo. Por meio desse mecanismo, os governantes criam meios para que a população possa decidir sobre quais áreas devem ser prioridade no orçamento público.

Em seu mestrado concluído em 2021 na Universidade Federal de Lavras (Ufla), em Minas Gerais, a jornalista Samara Aparecida Resende Avelar também estudou a atuação de mandatos coletivos. Seu foco foram as câmaras municipais de Belo Horizonte (MG) e Alto Paraíso (GO). De acordo com a pesquisadora, um dos pontos positivos da atuação

desses coletivos abarcou a elaboração de instrumentos para se comunicar com as comunidades durante as votações e a elaboração de projetos de lei. Os mandatos coletivos criaram conselhos políticos, realizaram assembleias públicas e organizaram gabinetes itinerantes e reuniões pelos territórios, que eram abertas à participação popular. Nesse sentido, a pesquisadora relaciona o trabalho dos coletivos com o conceito de democracia deliberativa do filósofo e sociólogo alemão Jürgen Habermas. “Para ele, a democracia também deve incorporar a sociedade em decisões sobre a regulação da vida coletiva, por meio de processos deliberativos. Habermas sustenta que, quanto mais espaço as pessoas têm para discutir demandas e expressar opiniões, maior legitimidade terão as leis e maior probabilidade de elas serem seguidas”, explica.

Entretanto, Avelar também constatou que, apesar da quantidade significativa de projetos de lei criados a partir do diálogo com as comunidades, poucos deles foram aprovados. O grupo de Belo Horizonte, por exemplo, propôs 25 projetos de lei, mas apenas um deles foi sancionado até o final de seu estudo, garantindo que mulheres vítimas de violência doméstica tenham acesso a um programa de moradia social da prefeitura. Por sua vez, em Alto Paraíso, o único projeto aprovado pelo grupo abarcou a compra de um equipamento pela concessionária de água para remover o ar de tubulações das casas, conquista que serviu a todos os cidadãos da cidade. “Apesar de os mandatos coletivos muitas vezes defenderem pautas relativas a direitos de grupos minoritários, apenas conseguiram aprovar projetos de lei que beneficiaram os habitantes dos municípios como um todo”, observa.

Almeida, da UnB, enfatiza que é preciso ter cautela em relação ao potencial democratizador desse



formato de candidatura. “Ainda há muitas barreiras no sistema político e partidário à inclusão efetiva de grupos sub-representados”, pondera. De acordo com ela, o problema da falta de regulamentação faz com que a experiência política de mandatos coletivos varie muito conforme o município em questão. Diante da impossibilidade legal de todos os membros de um coletivo ocuparem o posto oficial de vereador, em cidades maiores como São Paulo, por exemplo, a solução encontrada por alguns grupos tem sido a nomeação de coparlamentares como assessores, para que consigam compartilhar funções e responsabilidades com o vereador oficialmente eleito. “Dessa forma, os covereadores conseguem ter uma atividade legislativa ativa, participando de plenárias, reuniões de comissões e frentes parlamentares. Eles recebem salários e podem se dedicar exclusivamente à atividade parlamentar”, explica Almeida. No entanto, como cidades de pequeno porte nem sempre dispõem de cargos de assessoria, o covereador não tem livre acesso às câmaras municipais e tampouco participação ativa em processos institucionais. “Conflitos internos podem surgir em razão dessa falta de amparo institucional”, afirma a cientista política.

Ao analisar a experiência de mandatos coletivos, Almeida observou que as iniciativas que reuniram pessoas de partidos distintos foram malsucedidas e grande parte dos mandatos desfeitos depois da eleição envolveu membros que se conheceram somente

no momento de criar a candidatura coletiva. “Para funcionar, os integrantes dos mandatos coletivos precisam ter afinidade ideológica, pessoal e programática. Como tendência geral, os grupos mais bem-sucedidos foram aqueles que reuniram pessoas que já se conheciam antes das eleições”, aponta a pesquisadora, recordando que no pleito de 2020 foram eleitos 25 mandatos coletivos no país e sete deles se desfizeram logo no primeiro ano. Nessas situações, permaneceu à frente do mandato a pessoa eleita como candidato oficial, pois os demais membros da chapa não são reconhecidos pelo TSE como parlamentares. Além da falta de amparo legal e institucional, Almeida afirma que muitos partidos não apoiam as candidaturas coletivas por considerar o formato injusto. “A união do capital político de diferentes integrantes é uma vantagem das candidaturas coletivas, quando comparadas ao alcance de uma pessoa que disputa as eleições sozinha”, comenta.

A pesar das adversidades, no entanto, os pesquisadores ouvidos concordam que a experiência das candidaturas coletivas é positiva, porque permite chamar a atenção para o problema da falta de inclusão na política de determinados grupos da sociedade. Além disso, essas iniciativas constituem um caminho para aumentar a diversidade do ponto de vista simbólico, “na medida em que incentivam as pessoas a refletirem que a política deve ser coletiva e garantir a alternância de poder”, como destaca a antropóloga Carmela Zigoni, assessora política da ONG Instituto de Estudos Socioeconômicos (Inesc), sediada em Brasília. Já segundo Lindenmeyer, o primeiro passo para superar as barreiras que prejudicam o funcionamento desse formato de candidatura abarca a sua regulamentação, algo que pode acontecer a partir da aprovação da Proposta de Emenda Constitucional (PEC) nº 379/2017 e dos projetos de lei (PL) nºs 4.475/2020 e 4.724/2020, que atualmente tramitam no Congresso Nacional.

Entretanto, de acordo com os pesquisadores consultados para essa reportagem, a PEC é pouco detalhista e propõe a inserção de um parágrafo no artigo 14 da Constituição Federal, para permitir a existência de mandatos coletivos no âmbito do Poder Legislativo. Já os PL dispõem sobre o exercício coletivo do mandato no Poder Legislativo, definindo como deve ser a sua estrutura, e estabelecendo, por exemplo, que esses grupos precisam desenvolver um estatuto para reger o seu funcionamento. Esse documento deve conter informações sobre os critérios de entrada na chapa, as regras para substituição de coparlamentares em caso de renúncia e a distribuição de funções e salários. ■

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





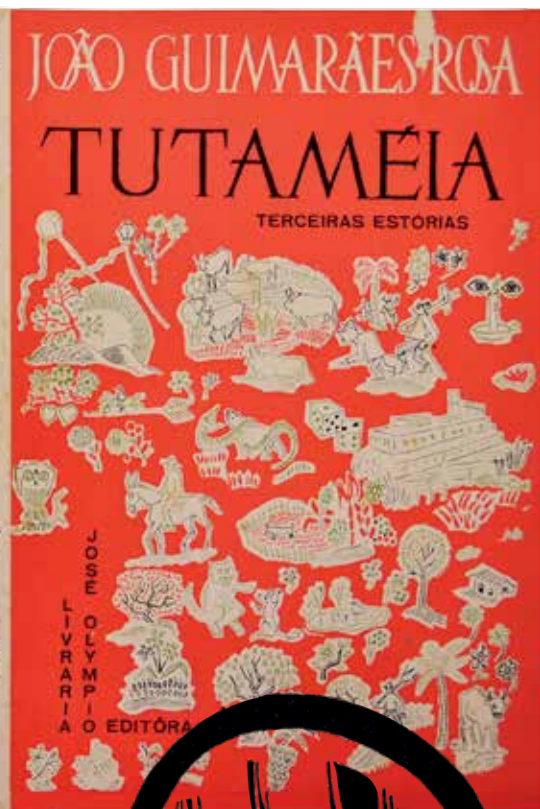
ARTISTAS DO LIVRO

Pesquisadores resgatam o legado de pioneiros da ilustração literária moderna no Brasil, como o paranaense Poty Lazzarotto e o paraibano Tomás Santa Rosa

Juliana Vaz

Em 1956, às vésperas do lançamento de *Grande sertão: Veredas*, João Guimarães Rosa (1908-1967) fazia questão de manter em sigilo quase absoluto a trama do romance que sairia em julho daquele ano pela Livraria José Olympio Editora. Além do editor, José Olympio Pereira Filho (1902-1990), pouquíssimas pessoas conheciam o desfecho da obra. Uma delas era Poty Lazzarotto (1924-1998), encarregado de fazer a capa e os mapas nas orelhas do livro. Durante uma conversa de oito horas, o escritor mineiro confidenciou ao artista paranaense (que ainda não havia lido a história) os detalhes das aventuras e desventuras de Riobaldo e Diadorim, dando-lhe instruções precisas sobre como queria os desenhos. “Ele me contava os episódios que achava mais significativos. Uma visão privilegiada: eu era depositário do mortal segredo: no máximo umas oito pessoas sabiam do mistério Diadorim”, rememorou Poty, mais tarde, em entrevista ao escritor e artista visual Valêncio

À esquerda, capas de *Grande sertão: Veredas* e *Corpo de baile*, criadas por Poty, que também desenhou o peixe (detalhe) para *Sagarana*, obras escritas por Guimarães Rosa



4
3

Acima, capas de *Primeiras estórias* e *Tutaméia*, assinadas por Luis Jardim



FOTOS 1, 2 E 5: TEXTO E IMAGEM: A ILUSTRAÇÃO LITERÁRIA DE POTY LAZZAROTTO (EDUSP, 2023) | 3 E 4: PADRÕES E VARIACÕES: ARTES GRÁFICAS NA LIVRARIA JOSÉ OLYMPIO EDITORA, 1932-1962 (FAU-USP, 2021). REPRODUÇÕES: CARLA FONTANA

Xavier (1933-2008), autor do livro *Poty, trilhas e traços* (Prefeitura Municipal de Curitiba, 1994).

Ao emprestar seu traço também na década de 1950 à quarta edição do livro *Sagarana* (lançado em 1946) e à primeira edição de *Corpo de baile* (1956), ambos publicados pela José Olympio, Poty ajudou a estabelecer uma identidade visual para o texto roseano. É o que defende o artista visual Fabricio Vaz Nunes, professor de história da arte na Universidade Estadual do Paraná (Unespar). “Rosa pedia desenhos muito específicos para Poty. Em *Sagarana*, por exemplo, há elementos muito enigmáticos, como um peixe ‘chovendo’ sobre fios da rede elétrica. Com suas imagens, ele tornou o universo simbólico de Guimarães Rosa mais rico”, afirma o pesquisador, que lançou no final do ano passado o livro *Texto e imagem: A ilustração literária de Poty Lazzarotto* (Edusp), resultado de sua tese de doutorado defendida em 2015 na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

O trabalho, que venceu em 2016 o prêmio de melhor tese na categoria Letras e Linguística, concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamen-

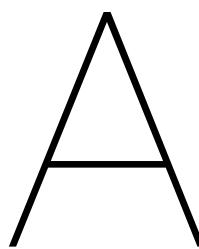
to de Pessoal de Nível Superior (Capes), busca mostrar como as ilustrações de Poty interagem e dialogam com as obras literárias. Dentre elas está uma rara edição de luxo de *Canudos* (Sociedade dos Cem Bibliófilos do Brasil, 1956), livro de cartas escritas por Euclides da Cunha (1866-1909) durante sua cobertura da Guerra de Canudos, em 1897, no interior baiano, como correspondente do jornal *O Estado de S. Paulo*. “Antes de ilustrar a obra, Poty viajou até Canudos entre 1950 e 1951 para coletar *in loco* informações sobre a região. Isso é nítido, por exemplo, na forma como ele desenha algumas espécies vegetais”, comenta Nunes.

Nascido em Curitiba, cidade onde criou inúmeros murais e painéis em espaços públicos, Napoleon Potyguara Lazzarotto ilustrou mais de 170 livros ao longo de cinco décadas, incluindo capas, imagens de frontispício e ilustrações intertextuais, para diversas editoras. O artista começou sua carreira na revista literária curitibana *Joaquim* (1946-1948), comandada pelo escritor Dalton Trevisan, com quem manteve intensa parceria. Ainda na década de 1940, transferiu-se

para o Rio de Janeiro, onde estudou na Escola Nacional de Belas Artes e encontrou um ambiente favorável para ilustradores de orientação moderna, interessados em literatura. A partir daí, representou visualmente obras de diferentes gêneros literários e de uma variedade de autores, do carioca Machado de Assis (1839-1908) ao norte-americano Herman Melville (1819-1891). Em alguns casos, como no próprio *Sagarana*, o ilustrador acrescentava até mesmo elementos que não constavam na obra original, criando um “contraponto” a ela. “A ilustração literária é um tipo de interpretação do texto. Poty era um leitor voraz que se esforçava para criar um estilo específico para cada autor e cada livro”, explica Nunes.

Em 1953, o artista começou a colaborar com a José Olympio. Três anos depois, com os desenhos para o romance *Moby Dick ou a baleia*, de Melville, publicado pela mesma editora, passou a figurar entre os principais ilustradores do país. A casa editorial, fundada como livraria em São Paulo em 1931 e radicada no Rio cerca de três anos mais tarde, consolidou-se ao longo daquela década como uma das mais importantes do mercado livreiro nacional. “Nos anos 1930, o setor viveu um surto de industrialização no Brasil. Em meio a essa efervescência, as editoras brasileiras investiram em

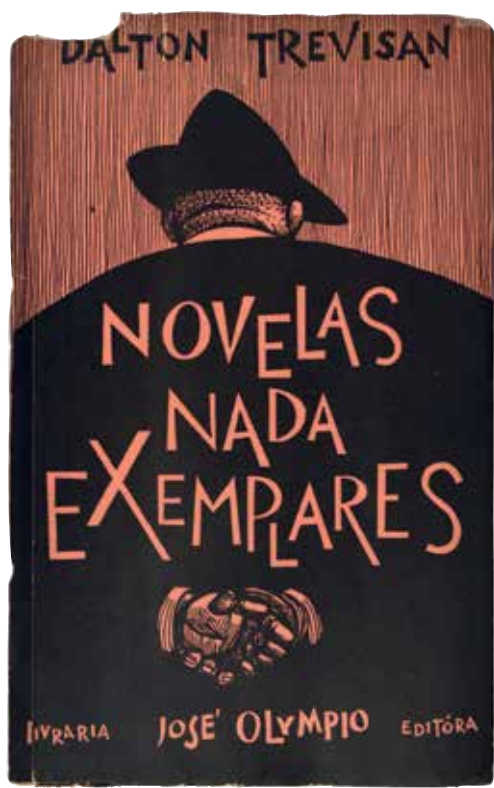
capas ilustradas e no aspecto visual dos livros”, comenta Edna Lúcia Cunha Lima, professora aposentada do Departamento de Artes e Design da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). A inserção de elementos figurativos além de verbais nas capas dos livros do período deve-se, dentre outros fatores, a avanços tecnológicos, como informa a designer Priscila Lena Farias, professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP). “O maquinário moderno para a produção de clichês e a impressão com várias cores se tornou mais acessível no país no início do século XX”, afirma.



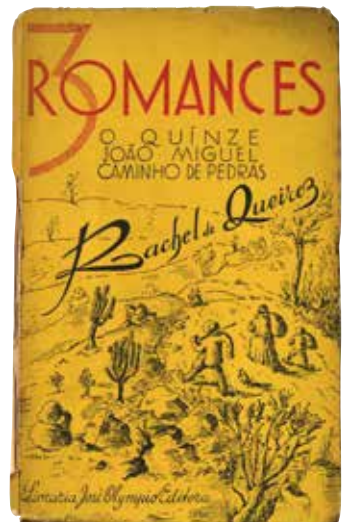
José Olympio não estava sozinha nessa seara. “Outras editoras, inclusive fora do eixo Rio-São Paulo, como a Livraria do Globo, de Porto Alegre, também tiveram grande importância gráfica no período”, lembra Lima.

Na historiografia da literatura brasileira, porém, foram as capas produzidas pela José Olympio para os romances da nascente literatura de caráter social e regionalista de autores como Jorge Amado (1912-2001) e Graciliano Ramos (1892-1953) que ganharam maior destaque. Com suas capas de “mancha colorida com o desenho central em branco e preto”, a José Olympio se tornou, a partir de meados de 1930, “o símbolo da renovação incorporada ao gosto do público”, nas palavras do crítico literário Antonio Candido (1918-2017).

Por trás desse famoso layout estava o paraibano Tomás Santa Rosa (1909-1956), que, entre outras coisas, foi artista gráfico, pintor, cenógrafo e crítico de arte. “Hoje, quem bate o olho num romance da década de 1930 reconhece de cara se tratar de um título da José Olympio devido ao projeto gráfico de Santa Rosa”, afirma Luís Bueno,



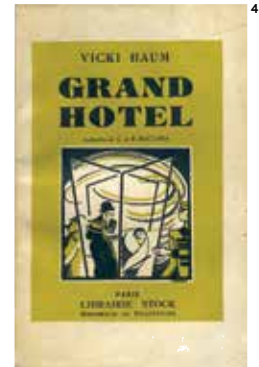
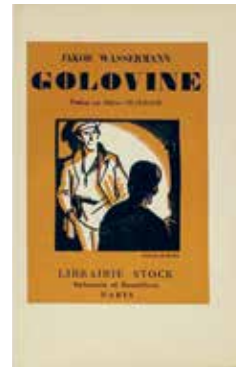
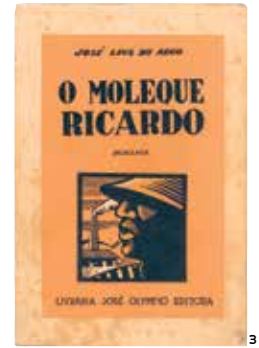
Acima e ao lado, dois trabalhos de Poty para a José Olympio nos anos 1950. As capas das edições de 1948 das obras de Honoré de Balzac e Rachel de Queiroz são de Jardim



professor de literatura brasileira e teoria literária da UFPR. De acordo com o pesquisador, antes de se estabelecer no Rio de Janeiro, no início dos anos 1930, e se tornar o principal ilustrador da editora, Santa Rosa foi funcionário do Banco do Brasil e viveu em cidades do Nordeste, como Maceió (AL). Nessa ocasião, conheceu os escritores José Lins do Rego (1901-1957), Graciliano Ramos e Rachel de Queiroz (1910-2003). Ainda segundo Bueno, sua estreia no mundo literário ocorreu exatamente em razão desses contatos no meio. Uma das primeiras capas assinadas por Santa Rosa foi para o livro *Urucungo* (1932), do poeta Raul Bopp (1898-1984), da editora Ariel, uma das mais importantes do circuito carioca da época. “Santa Rosa consagrou-se na década de 1930, quando o romance regionalista dava o tom na literatura brasileira. Ele fez as capas de todas as obras de José Lins do Rego e Graciliano Ramos, com exceção do póstumo *Viagem* [1954], cuja capa é de Di Cavalcanti [1897-1976]”, conta Bueno, autor do livro *Capas de Santa Rosa* (Senac/Ateliê, 2016).

Se o padrão visual da José Olympio estabelecido por Santa Rosa ficou conhecido como a “cara” da literatura brasileira do período, o ilustrador, entretanto, não foi buscar inspiração estética para esse trabalho no regionalismo brasileiro. Essa é uma das conclusões da editora Carla Fontana na tese de doutorado “Padrões e variações: Artes gráficas na Livraria José Olympio Editora, 1932-1962”, defendida em 2021 na FAU-USP, sob orientação de Farias. No estudo, a pesquisado-

ra descobriu que, em termos de composição, esquema cromático e posicionamento de elementos, as paradigmáticas capas de Santa Rosa eram bastante similares às de uma casa editorial francesa. “O que hoje se considera um marco do design gráfico brasileiro, na verdade foi copiado de uma coleção da Librairie Stock, de Paris. Esse era um procedimento muito comum na José Olympio. Os profissionais se inspiravam em modelos estrangeiros”, afirma Fontana, que durante a pesquisa mergulhou em documentos remanescentes do arquivo da editora, hoje depositados na Biblioteca Nacional, no Rio de Janeiro. “Em seus artigos, Santa Rosa defendia uma visualidade mais clássica e contida. Ele acreditava que a capa tinha de ser mais discreta, com um título legível, layout centrado e uma pequena ilustração ou vinheta. Ao contrário do que já se argumentou, Santa Rosa não foi visualmente inovador na José Olympio”, avalia.



No alto, duas das capas de Santa Rosa para série de livros em que cunhou a identidade visual da José Olympio nos anos 1930, inspirado pela francesa Librairie Stock (*acima*). Abaixo, projeto de Jardim para capa de livro (1960)



FOTOS 1, 2, 4 E 5: "PADRÕES E VARIAÇÕES: ARTES GRÁFICAS NA LIVRARIA JOSÉ OLYMPIO EDITORA, 1932-1962" (FAU-USP, 2021). REPRODUÇÕES: CARLA FONTANA. 3 CAPAS DE SANTA ROSA (SENAC/ATELIÊ, 2016)

Na tese, Fontana trata da trajetória e da produção de Poty e Santa Rosa, bem como de outros três artistas gráficos que colaboraram assiduamente com a José Olympio, mas não obtiveram o mesmo reconhecimento dos dois primeiros. Um deles é o pernambucano Luis Jardim (1901-1987), que também era ficcionista e publicou livros infantis, peça de teatro, contos e romances, parte deles com as próprias ilustrações. De outros autores, projetou, por exemplo, as capas de *Primeiras estórias* (1962) e *Tutaméia* (1968), de Guimarães Rosa. “Ele ficou mais conhecido como escritor, mas foi o artista gráfico que manteve a ligação mais duradoura com a José Olympio, entre as décadas de 1930 e 1970. Em 1957, torna-se funcionário fixo da editora, ao assumir um cargo no departamento editorial”, conta a pesquisadora. “Ao longo de cinco décadas produziu mais de 300 capas, além de ter feito ilustrações e vinhetas para cerca de 50 obras. Enquanto Santa Rosa tendia a enfatizar cenas ou personagens, Luis Jardim retratava, em geral, cenários e paisagens.”

Os outros dois artistas gráficos estudados por Fontana são Raul Brito e George Bloow. O primeiro fez cerca de 50 capas para a José Olympio nos anos 1940, sobretudo para coleções estrangeiras traduzidas, como *A ciência de hoje* e *A ciência da vida*. Além de colaborar com a editora, ele tra-

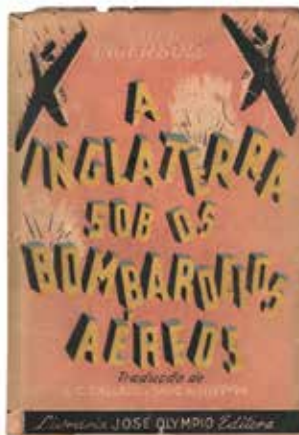
balhou como cartazista no escritório brasileiro da empresa cinematográfica norte-americana Metro-Goldwyn-Mayer. “Vários artistas gráficos da José Olympio eram também cartazistas. O próprio Santa Rosa produziu o cartaz de lançamento do livro *Capitães de areia* [Livraria José Olympio Editora, 1937], de Jorge Amado”, relata Farias, da FAU-USP.

Já o francês Bloow veio ao Brasil na década de 1910 como parte da trupe de um espetáculo de variedades e acabou se radicando no país. A partir dos anos 1910 desenhou cartazes, diplomas e selos para eventos esportivos, encomendados por instituições como a Federação Brasileira de Remo. Na José Olympio, produziu cerca de 50 layouts de capa entre 1948 e 1956, quando morreu. “Uma de suas especialidades na editora era a produção de ornatos para encadernações. Naquele momento, a José Olympio estava investindo em conjuntos encadernados para vender à prestação, nos quais buscava uma imagem de produto ‘de luxo’”, informa Fontana. E acrescenta: “A fama da José Olympio se deve, sobretudo, ao segmento de capas padronizadas por Santa Rosa, mas ele, obviamente, não reflete todo o catálogo da editora.

Na tese, busco mostrar que havia padrões e variações no aspecto visual de suas publicações”.

Segundo a pesquisadora, dentre esses cinco artistas gráficos que colaboraram com a José Olympio, Poty é o que vem recebendo maior atenção de pesquisadores nos últimos anos. O catálogo de teses e dissertações da Capes contabiliza 10 dissertações de mestrado e três teses a respeito do curitibano, defendidas entre as décadas de 2000 e 2020. No centenário de seu nascimento, três exposições dedicadas a ele estão atualmente em cartaz em sua cidade natal: *Trilhos e traços*, no Museu Oscar Niemeyer, *Poty expandido*, na Caixa Cultural, e *Poty de Curitiba, Curitiba de Poty*, no Museu Municipal de Arte. “Por causa dos murais que retratam temas históricos do Paraná, Poty acabou ficando com a pecha de artista oficial do estado. Mas seu legado é muito maior”, observa Nunes. “Através da imagem, ele conversou com autores do Brasil e do mundo.” ■

Esboços e capa impressa (no canto inferior direito) de Raul Brito para livro lançado pela José Olympio em 1941



CAMINHO INCERTO

Aumenta o número de pessoas com deficiência empregadas no estado de São Paulo, mas a maioria das empresas não cumpre a Lei de Cotas

Christina Queiroz

Entre 2010 e 2020, a quantidade de pessoas com deficiência que mantém vínculos formais de emprego no estado de São Paulo aumentou de 96,2 mil para 148,8 mil, o que representa um crescimento de 54,6%. Apesar do avanço, 83,7% das empresas paulistas não cumpriam as determinações da Lei nº 8.213/91, que prevê que companhias com 100 ou mais funcionários devem reservar parte de suas vagas para essa parcela da sociedade. Os achados integram estudo de pesquisadores do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE-Unicamp), realizado desde 2021 com financiamento do Ministério Público do Trabalho (MPT). O acesso ao mundo do trabalho é uma das múltiplas questões relativas a pessoas com deficiência que vêm sendo estudadas em diferentes áreas do conhecimento.

Em 2021, o estado contava com 11,8 mil empresas obrigadas a reservar vagas para pessoas com deficiência. Desse universo, apenas 1,8 mil cumpriam as cotas determinadas pela lei, ou 15,9% do total. “O percentual registrado em São Paulo é menor

do que a média do Brasil, onde 23,6% das corporações atendem às diretrizes da legislação”, compara a economista Guirlanda Maria Maia de Castro Benevides, do IE-Unicamp e uma das autoras do estudo. A pesquisadora pontua que, desde 2010, a quantidade de pessoas com deficiência empregadas atinge uma taxa média de crescimento de 5,1% ao ano. Na sua avaliação, o movimento resulta, principalmente, da existência de legislação que assegura o emprego formal para essa população. “No entanto, ainda temos muito o que avançar em relação ao cumprimento da Lei de Cotas”, destaca.

Conforme o artigo 93 da lei, o percentual de reserva de vagas varia conforme o porte da companhia. Empresas com 100 a 200 empregados são obrigadas a ter em seu quadro 2% de funcionários com deficiência, enquanto para organizações com 201 a 500 trabalhadores esse percentual sobe para 3%. Companhias com 501 a mil profissionais precisam cumprir o patamar mínimo de 4% e, para aquelas que contam com mais de mil trabalhadores, o número aumenta para 5%.

Entre 2003 e 2015, Benevides coordenou o Programa de Inclusão na Gerência do Trabalho em Campinas do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). “Uma das alegações que escutávamos com frequência das organizações que não cumpriam essas determinações é que as cotas não eram totalmente atendidas porque não havia profissionais com deficiência disponíveis no mercado”, relata a pesquisadora. Com a proposta de averiguar essa questão, o estudo da Unicamp mostrou que São Paulo tinha em 2021 cerca de 1,8 milhão

TAXA MÉDIA ANUAL DE CRESCIMENTO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA EMPREGADAS É RESULTADO DE LEGISLAÇÃO QUE ASSEGURA TRABALHO FORMAL

de pessoas com deficiência na faixa etária de 16 a 64 anos potencialmente aptas para o mercado de trabalho. Considerando todas as empresas do estado, a quantidade de vagas para pessoas com deficiência totalizava 327,5 mil, sendo que menos da metade (45,4% do total) estava preenchida naquele ano, ou 148,8 mil postos de trabalho. “No geral, as empresas contratam, mas não atingem o percentual mínimo estabelecido pela lei”, explica Benevides.

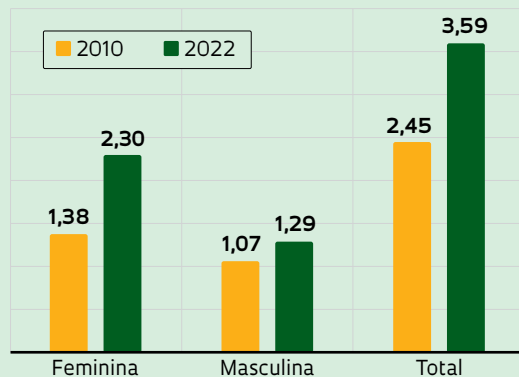
Ainda conforme o estudo da Unicamp, as vagas preenchidas em São Paulo, em 2022, estavam principalmente no setor de serviços, seguido pelo da indústria e comércio. A maioria dos empregados (52,5%) tinha ensino médio completo ou superior completo (19,9%). Pessoas com deficiência física registraram 75,8 mil vínculos formais em 2022, ou 45,6% do total, enquanto o valor equivalente para indivíduos com deficiência auditiva foi de 19%. Já para pessoas com deficiência mental e intelectual, a participação foi menor, de 14,2%, ou 23,5 mil vínculos de emprego.

No período de 2010 a 2020, os vínculos formais de emprego aumentaram em todas as faixas etárias, menos entre pessoas de 16 a 24 anos, em que foi registrada uma queda de 12% (ver gráfico na página ao lado). “A redução no ritmo do crescimento econômico do país e a crise sanitária causada pela Covid-19 afetaram o mercado de trabalho como um todo, impactando de forma mais intensa os jovens, especialmente aqueles com deficiência”, avalia a economista Jacqueline Aslan Souen, do IE-Unicamp, que também participou da pesqui-

PESSOAS COM DEFICIÊNCIA EM SÃO PAULO

No estado, essa população subiu de 2,4 milhões, em 2010, para 3,5 milhões, em 2022

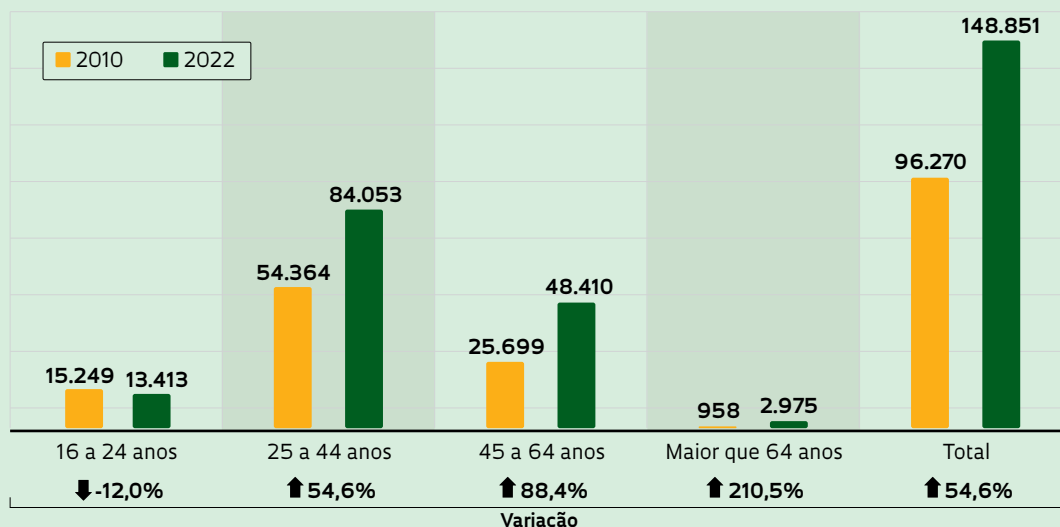
Em milhões



FONTE: BENEVIDES, G. M. M. C. (ORG.). PESSOA COM DEFICIÊNCIA E TRABALHO - ESTUDOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO E UM BREVE PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL. CURITIBA: EDITORA CRV, 2022

CRESCIMENTO DO EMPREGO FORMAL

Vínculos de trabalho de pessoas com deficiência aumentaram em todas as faixas etárias, menos entre indivíduos de 16 a 24 anos



FONTE: BENEVIDES, G. M. M. C. (ORG.). PESSOA COM DEFICIÊNCIA E TRABALHO - ESTUDOS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO E UM BREVE PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL. CURITIBA: EDITORA CRV, 2022

sa. De acordo com o levantamento, trabalhadores brancos com deficiência ocuparam 59,6% das vagas formais. Em seguida, vieram as pessoas pardas (26,2%) e pretas (6,9%). O estudo foi realizado a partir do cruzamento de dados disponíveis na *Relação anual de informações sociais* (Rais-MTE) e em pesquisas domiciliares elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O economista Alexandre Gori Maia, coordenador da pesquisa do IE-Unicamp, explica que no Brasil cerca de 1/3 das pessoas com deficiência em idade ativa está no mercado de trabalho. Segundo ele, em países desenvolvidos da Europa e nos Estados Unidos, essa presença é menor, na medida em que as nações oferecem políticas de assistência social e benefícios. Gori considera as dificuldades de acesso ao mercado de trabalho e os baixos salários como os grandes obstáculos para o desenvolvimento profissional de pessoas com deficiência. “Esses indivíduos acabam ocupando vagas com remuneração modesta e muitos atuam no mercado informal”, diz o economista. Nesse sentido, Souen informa que, ao observar o mercado formal no estado de São Paulo, a pesquisa também mostrou que a maioria desses indivíduos (60,1%) recebe um salário nominal médio de cerca de 1,8 salário-mínimo e dentre as ocupações que mais absorvem essa mão de obra estão os ofícios de escriturário, vendedor e atendente.

As dificuldades enfrentadas por pessoas com deficiência na busca por independência, inclusive financeira, têm sido objeto de análise da pedagoga Annie Redig, da Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FE-Uerj), nos últimos 10 anos. “Muitos estudantes com esse perfil terminam a educação básica sem a perspectiva de projetos futuros. Outros, quando começam a trabalhar, não recebem a assistência necessária para permanecer e se desenvolver na função”, afirma a pedagoga, que integra o Grupo de Pesquisa em Inclusão Educacional e Social daquela universidade.

Para ajudar pessoas com deficiência a se tornarem autônomas, Redig desenvolveu um protocolo com estratégias e ações integradas para orientar a transição entre a escola e o mundo do trabalho. Por meio do documento, familiares e gestores escolares realizam questionários e conversas com os indivíduos em questão, para conhecer as suas habilidades e dificuldades. Através do protocolo, também é possível identificar seus objetivos e organizar os passos que devem ser seguidos para que suas metas profissionais sejam alcançadas. “Se o aluno com deficiência deseja fazer faculdade, é preciso apoiá-lo na elaboração de um plano de estudos para que ele consiga passar no vestibular, enquanto aqueles que querem começar a trabalhar precisam de auxílio para mapear as empresas onde podem conseguir emprego, por exemplo”, finaliza a pedagoga. ■

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



MEMÓRIA

IMAGENS DE PESO

Negativos fotográficos de vidro trazem à luz antigas técnicas de produção de imagens e ciência da primeira metade do século XX

Carlos Fioravanti

Um negativo de vidro e a cópia em papel de gelatina e prata. Da esquerda para a direita: Paul Brien, zoólogo; Paul Ledoux, botânico; Frederico Carlos Hoehne, naturalista brasileiro; Jean Massart, naturalista; João Geraldo Kuhlmann, naturalista do JBRJ; Raymond Bouillenne, botânico e fotógrafo; Alberto Navez, botânico. À direita, acampamento da expedição belga ao norte do Brasil em 1922



Livres das camadas de poeira e fungos acumuladas durante décadas, 3.556 negativos fotográficos de vidro produzidos entre 1910 e 1961 encontram-se agora envoltos em papel branco sedoso, em caixas de papel-cartão dentro de armários de aço, no galpão envidraçado que desde 2021 guarda o acervo fotográfico do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). Cada placa pesa entre 47 e 140 gramas, quase tanto quanto um celular.

Uma vez organizada, a rara coleção de frágeis placas fundamenta pesquisas acadêmicas e revela personagens apagados pelo tempo, como o fotógrafo João dos Santos Barbosa (1895-?), que fez pelo menos 419 negativos de vidro entre as décadas de 1940 e 1960. Em outras instituições, nem sempre esse tipo de material é mantido com zelo e oferecido para acesso público.

As placas de vidro resgatadas pela equipe do JBRJ têm 2 milímetros de espessura e três formatos distintos: 9 por 12 centímetros (cm), 13 por 18 cm ou 18 por 24 cm. Com fortes contrastes entre o branco e o preto, retratam exsiccatas (amostras de partes de plantas), plantas vistas ao microscópio, instrumentos de pesquisa, dirigentes, funcionários, o chamado arboreto do próprio Jardim Botânico (uma área atualmente com cerca de 9 mil espécies de plantas de todo o mundo) e expedições científicas pela Amazônia ou pelo Centro-Oeste.

“O fotógrafo tinha de refletir muito antes de apertar o obturador, porque o material que usava era importado e caro”, comenta a curadora de fotografia Márcia Mello, que coordenou a equipe de conservação do acervo histórico do JBRJ. “Podemos sentir o formalismo no resultado. As fotos são de uma beleza incrível.”

A técnica de negativos de vidro sucedeu a daguerreotipia, inventada pelo cenógrafo e pintor francês Louis-Jacques Mandé Daguerre (1787-1851). Anunciada em 1839, consistia em uma chapa de cobre coberta com uma camada de prata polida; uma mistura de mercúrio e prata formava as áreas claras e a prata as es-

curas. Os primeiros negativos de vidro, de 1848, usavam albumina, uma proteína da clara de ovo, para fazer os sais de prata aderir ao vidro. A foto exigia uma exposição de 5 a 15 minutos.

Em 1851, o escultor inglês Frederick Scott Archer (1813-1857) inovou ao substituir a albumina por colódio, uma mistura de nitrato de celulose, éter e álcool. O fotógrafo banhava cada placa com uma emulsão gelatinosa com nitrato de celulose diluído em éter e álcool, colocava cada placa na câmera sobre um tripé e tinha de fazer a foto antes de a gelatina secar.

O médico inglês Richard Leach Maddox (1816-1902), em 1871, foi quem começou a usar gelatina, à qual aderiam os sais de prata. Na hora de usar, a gelatina inchava, permitia a reação com os sais e depois voltava ao estado inicial. Mas ainda havia uma limitação: o vidro era pesado e frágil.

Em 1885, para ampliar o uso da fotografia, o empresário norte-americano George Eastman (1854-1932), fundador da Kodak, lançou o filme em rolo, com papel previamente tratado com gelatina e impregnado com óleo de rícino para ganhar transparência ao ser revelado, e três anos depois uma câmera fotográfica com um rolo de papel para 100 fotografias. Feitas as fotos, a máquina era enviada para a fábrica e o negativo revelado. Em seguida, as fotos eram impressas em papel e enviadas para o fotógrafo, com outra câmera com filme.



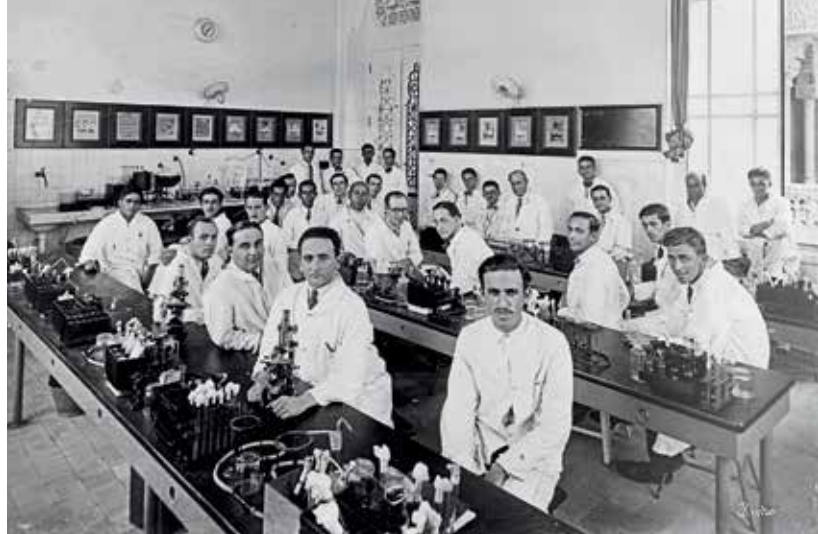
A técnica acentua contrastes e detalhes, como na imagem desta flor do acervo on-line do Jardim Botânico do Rio

Uma parte dos negativos do JBRJ (1.106) está no acervo on-line. “É fundamental que esses materiais sejam acessados pelo público externo. Não podem ficar escondidos”, enfatiza Raul Ribeiro, chefe da divisão de museu e acervo do JBRJ. Graduado em comunicação social, ele gerencia também o material que chega continuamente. “Recentemente recebemos 2 mil negativos sobre anatomia da madeira feitos por Raul Dodsworth Machado [1917–1996], um dos pioneiros em microscopia eletrônica no JBRJ”, relata.

Reveladas em um laboratório do próprio JBRJ, as placas de vidro vagaram durante décadas entre salas com condições inadequadas de conservação. “Com muito calor, a gelatina derrete e a imagem se perde”, comenta Ribeiro. Em busca da história do acervo, ele apurou que dois funcionários do arquivo, os irmãos Domício e João Carlos Vieira (sem data de nascimento e morte), encontraram as caixas com as placas de vidro nos anos 1980 e, com apoio da direção, recuperaram o material.

Em 1989, o JBRJ recebeu um financiamento da extinta Fundação Vitae e as dezenas de caixas com os negativos foram para o Centro de Conservação e Preservação Fotográfica da Fundação Nacional de Artes (CCPF-Funarte). “Foi um dos primeiros projetos desse tipo no CCPF”, conta Sandra Baruki, integrante e depois coordenadora do centro. Arquiteta de formação, ela sabia que se tratava de um material frágil: quando era criança, viu o avô, o fotógrafo Octaviano Serra (1904-

Curso no Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, em 1931



-1979), em Corumbá, em Mato Grosso do Sul, produzir esse tipo de foto.

A equipe do CCPF encontrou 40 negativos colados uns aos outros e 88 quebrados. “No final dos anos 1980, sabíamos pouco como limpar, preservar e amenizar os danos dos negativos, mas estudamos e aprendemos, com orientação de especialistas do Brasil, de Portugal e dos Estados Unidos”, conta Baruki.

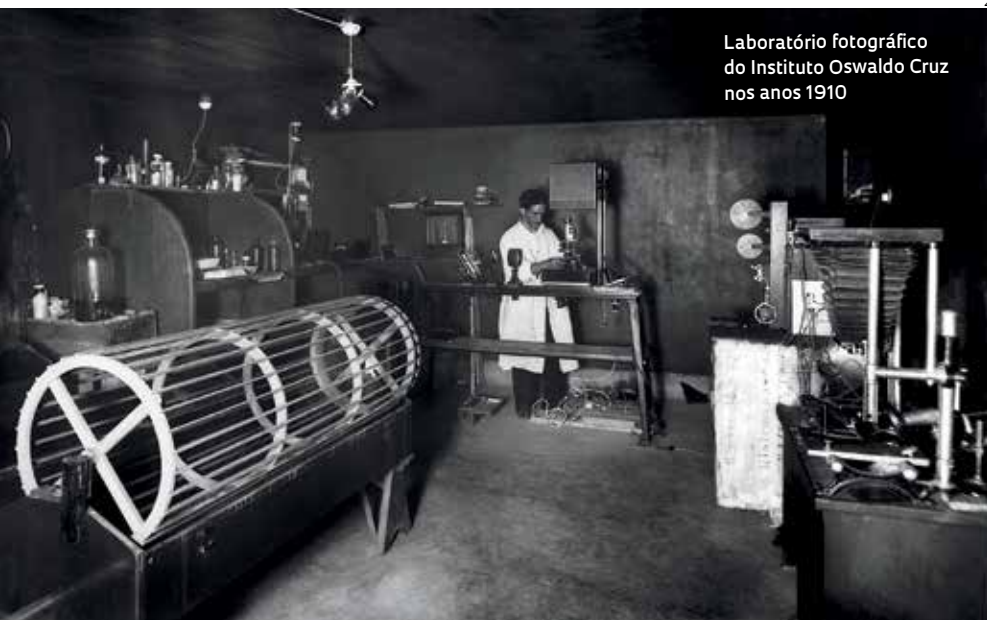
A restrição orçamentária, que dificultava a compra de filmes especiais para duplicar as placas de vidro, motivou uma inovação: o fotógrafo do CCPF Francisco Costa criou um método para fotografar as placas diretamente em filmes flexíveis de acetato de celulose, usados nas câmeras fotográficas dos anos 1940 até a disseminação das digitais, a partir dos anos 2000. Depois, os filmes passavam por um processo químico de branqueamento, similar ao usado para a produção de *slides*, e resultavam em negativos flexíveis, usados para consultas, evitando o manuseio dos originais. A coleção voltou ao JBRJ em 2000 e, em 2021, digitalizada e guardada em

armários de aço no galpão então recém-reformado, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj).

Em seu mestrado, concluído em 2023 na Casa de Oswaldo Cruz da Fundação Oswaldo Cruz (COC-Fiocruz), Ribeiro examinou os 16 negativos feitos durante a chamada Missão Belga, expedição formada por biólogos belgas que chegaram ao Rio em agosto de 1922. Auxiliados por botânicos do JBRJ, pretendiam conhecer as matas tropicais e recolher material para cursos na Universidade de Bruxelas. Em janeiro de 1923, depois de percorrerem os estados do Rio e de São Paulo, o líder do grupo, o naturalista belga Jean Massart (1865-1925), partiu de Salvador de volta à Europa; seus companheiros seguiram para o norte e, até maio daquele ano, visitaram Pernambuco, Ceará, Pará e Amazonas.

“Precisamos examinar as imagens à luz de outros documentos”, afirma a historiadora do JBRJ Alda Heizer. Ao consultar os negativos sobre a Missão Belga ainda antes de estarem organizados, ela caiu em uma pista falsa: “Pensei que fosse uma viagem no estilo do [antropólogo francês Claude] Lévi-Strauss [1908-2009], que percorreu o Sudeste e Centro-Oeste do Brasil entre 1935 e 1939, já que os belgas também fizeram fotos do dia a dia das comunidades que visitavam”, ela conta. No entanto, após ler os relatórios e diários de campo, ela concluiu que algumas fotos, como a de uma mulher negra em frente a uma casa, decorria não de um olhar antropológico, mas do interesse dos viajantes belgas em conhecer objetos e construções feitas de plantas.

“As imagens dizem muito sobre as técnicas empregadas nas fotografias e os



Laboratório fotográfico do Instituto Oswaldo Cruz nos anos 1910

valores de uma época”, diz ela. “Nos relatórios e diários das primeiras décadas do século XX, como os da Missão Belga, os jardineiros e técnicos são tratados apenas pelo primeiro nome, expressando uma ciência centrada no cientista.”

PACIENTES, CÉREBROS E CENAS DE CRIMES

Outros acervos similares encontram-se em diferentes estados de conservação. O da COC-Fiocruz, organizado a partir de 1986, consiste em 7.680 placas mostrando pesquisadores, laboratórios, objetos, pacientes, espaços de atendimento, microscopias, construção da atual sede da Fiocruz e expedições às regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste. Um dos principais autores das imagens foi o fotógrafo Joaquim Pinto (1884-1951), que trabalhou no então chamado Instituto Oswaldo Cruz de 1903 a 1946.

“Havia um laboratório e um investimento sólido na produção fotográfica, entendida como serviço auxiliar do trabalho científico”, conta a historiadora Aline Lopes de Lacerda, do Departamento de Arquivo e Documentação da COC-Fiocruz. O acervo está digitalizado, o que facilita pesquisas como a do museólogo Lucas Cuba Martins. Em seu mestrado, concluído em 2023, ele examinou 529 imagens de peças anatômicas produzidas entre 1900 e 1960, quando o instituto deixou de usar negativos de vidro, substituídos por filmes flexíveis e de rolo.

No Museu de Saúde Pública Emílio Ribas (Musper), ligado ao Instituto Butantan, as 1.100 lâminas de vidro, produzidas entre 1922 e 1958, mostram fotos de pacientes em tratamento, com hanseníase ou doenças mentais, microscopias, ambulatórios e laboratórios. Em 2014, ao co-

nhecer a coleção que começaria a cuidar, a socióloga e analista de documentação Maria Assad estranhou as imagens de cortes histológicos de cérebros e cenas de crimes – como ela descobriu depois, estavam relacionadas aos serviços de psiquiatria e saúde mental na primeira metade do século XX em São Paulo.

“Os acervos fotográficos começaram a ser vistos como documentos somente a partir dos anos 1990, porque antes não tinham o mesmo peso dos documentos textuais, embora sejam importantes para comprovar investimentos em construções e equipamentos e no acompanhamento de casos clínicos”, diz Assad, com base em sua pesquisa de mestrado sobre o tratamento de imagens da saúde pública, concluída em 2019 na Universidade de São Paulo (USP).

Como o acervo do Musper ainda está em tratamento, as consultas só podem ser feitas pessoalmente, sob o acompanhamento de um especialista da equipe do museu. Os cerca de 7 mil negativos de vidro do Instituto Biológico, produzidos entre as décadas de 1920 e 1940 por Alberto Federman (1887-1958), também não estão digitalizados; os 2.400 do ex-Instituto de Botânica (*ver Pesquisa FAPESP nº 187*), incorporado pelo Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), também de São Paulo, estão digitalizados, mas não on-line. Já o site do Museu do Ipiranga, da USP, oferece acesso a 2.855 negativos, produzidos entre as décadas de 1890 e 1940, com registros de pinturas, móveis, documentos, do início do museu, do pintor Benedito Calixto



Negativo de vidro em envelope de papel especial, no Museu do Ipiranga, em São Paulo

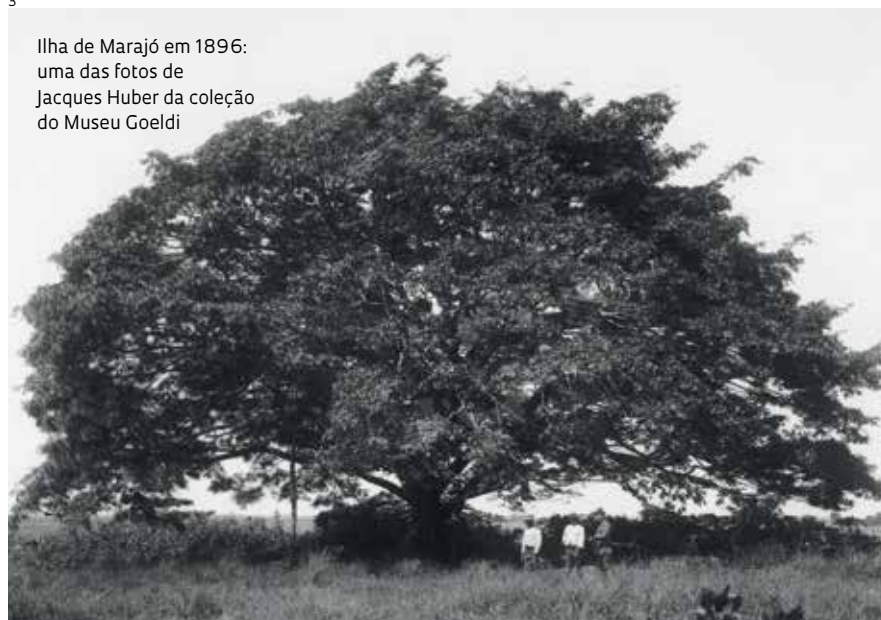
(1853-1927), do inventor Alberto Santos Dumont (1873-1932) e da construção da ferrovia Madeira-Mamoré.

Os acervos organizados e os trabalhos acadêmicos, feitos também em Maceió (AL) e Porto Alegre (RS), evidenciam os avanços. O reconhecimento aos profissionais que se especializaram na preservação de negativos de vidro se expressa por meio de pedidos para avaliarem ou resgatarem coleções pouco cuidadas durante décadas em instituições do Rio de Janeiro e de outros estados. Mas quem lida com esse tipo de material padece da mesma agonia: “Até estabelecermos os padrões e os espaços de conservação, muito material se perdeu ou se quebrou”, comenta Lacerda.

O Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, mantém 1.421 negativos de vidro produzidos a partir de 1894 e restaurados com apoio da Caixa Econômica Federal e da Funarte entre 2006 e 2010. “Devem ter sido mais de 5 mil. A maioria se perdeu, em razão da incúria de algumas gerações”, lamenta o historiador da ciência Nelson Sanjad, curador das coleções documentais históricas do museu. Por sorte, ele acrescenta, o botânico suíço Jacques Huber (1867-1914) guardou cópias em papel das fotos que fez quando trabalhou no Goeldi, entre 1895 e 1914.

Em 2013 e 2014, com apoio da família Huber e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Sanjad foi ao Arquivo Estatal do Cantão da Cidade da Basileia, na Suíça, para onde as fotos foram enviadas, digitalizou cerca de mil imagens e as trouxe de volta. Em abril, o museu da Universidade Federal do Pará (UFPA) abriu uma mostra com fotos de Huber, já expostas na cidade de São Paulo em 2022 e 2023. ■

3



Ilha de Marajó em 1896: uma das fotos de Jacques Huber da coleção do Museu Goeldi

A portrait of poet Kaio Carmona, a man with long, dark, wavy hair and a grey beard and mustache. He is wearing a blue and green striped button-down shirt. The background is a blurred red wall. To the left, there is a vertical strip showing a classical painting of a figure.

ITINERÁRIOS DE PESQUISA

CONEXÃO BRASIL-ANGOLA

Integrante do Programa Leitorado Guimarães Rosa, o poeta mineiro Kaio Carmona busca promover um intercâmbio cultural entre os dois países

Nasci em Belo Horizonte em 1976 e fiz toda minha formação acadêmica em letras na UFMG [Universidade Federal de Minas Gerais], da graduação à pós-graduação. Em 2020 terminei meu estágio pós-doutoral em que me debrucei sobre a obra do poeta mineiro Affonso Ávila [1928-2012], que, entre outras coisas, pesquisou o barroco brasileiro. Naquele mesmo ano me inscrevi no Programa Leitorado Guimarães Rosa, vinculado à Divisão de Língua Portuguesa do Ministério das Relações Exteriores, que tem entre seus objetivos promover a literatura brasileira em instituições de ensino superior estrangeiras.

As vagas são bastante disputadas e a seleção é realizada pela Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]. Em 2023, esse programa completou 70 anos. Antes, qualquer graduação era aceita, mas desde 2018 os

candidatos precisam ter diploma de licenciatura em língua portuguesa. Já o grau de mestre em letras ou linguística passou a ser pré-requisito mínimo em 2022.

Atualmente, somos cerca de 40 leitores espalhados por países como Estados Unidos, Inglaterra, Bolívia, Moçambique e China. Para participar da seleção, é preciso apresentar um projeto. Minha proposta foi ministrar um curso de literatura brasileira para estudantes da graduação e do mestrado em letras da Universidade Agostinho Neto, em Luanda, capital de Angola. Nele, faço uma revisão do cânone literário brasileiro e apresento uma seleção de autores contemporâneos do nosso país que têm ligação com a África, como Conceição Evaristo e Ricardo Aleixo.

Trocar o Brasil por Angola não foi fácil. É a primeira vez que saio do Brasil a trabalhar. Para completar, vim sozinho para Luanda. Minha mulher, a jornalista-

ta Graziela Cruz, ficou em Minas com o meu enteado, Thiago. Desde então, nos encontramos a cada seis meses. Nas caminhadas diárias que faço da minha casa até o mar, gosto de pensar que do outro lado do oceano está a Bahia.

Ao percorrer Luanda, vejo as marcas da colonização em um país que conseguiu se tornar independente de Portugal apenas nos anos 1970. O nível de violência urbana se parece com o nosso, mas a miséria é mais aparente. As enchentes são frequentes. Nos musseques, palavra que vem da língua quimbundo para nomear as favelas, falta saneamento básico e, quando chove, os moradores ficam ilhados. As discrepâncias pontuam a paisagem. No centro da cidade, em meio às construções coloniais, algumas preservadas e outras em ruínas, estão arranha-céus supertecnológicos.

Acho injusto comparar o meio acadêmico brasileiro com o angolano. Isso

Na outra página, Kaio no Instituto Guimarães Rosa, em Luanda, e ao lado, com a equipe angolana do canal *Palavra de poeta*, que criou há oito anos



porque, além do longo período colonial, Angola passou as últimas seis décadas em conflito: primeiro, houve a guerra de independência de Portugal, entre 1961 e 1974, e, na sequência, veio a guerra civil, iniciada em 1975 e que se estendeu, com intervalos, até 2002. Trata-se de um país muito rico em recursos naturais, como petróleo, diamantes e outros minerais, mas que continua sendo explorado por grandes potências, enfrenta turbulências políticas e econômicas, e tem um dos piores IDH [Índice de Desenvolvimento Humano] do mundo. Diante desse cenário, a estrutura acadêmica daqui é precária em vários sentidos: enfrenta escassez de pesquisadores, falta de financiamento, baixo salário para docentes.

A universidade em que trabalho é pública e a maior do país. Em Angola, as instituições de ensino superior públicas são bancadas por meio do Orçamento Geral do Estado e por outras fontes, como as mensalidades, aqui chamadas de “propinas”, pagas pelos estudantes dos cursos noturnos e de pós-graduação. O Instituto Nacional de Gestão de Bolsas de Estudo foi criado para custear, dentre outros casos, estudantes de mestrado e doutorado em Angola e no exterior.

Atuo na Faculdade de Humanidades, que, além do curso de letras, oferece graduação em secretariado executivo e filosofia. As instalações são improvisadas em casas muito quentes, sem ar-condicionado. A despeito das dificuldades, gosto muito de ser professor em Angola. Em geral, os alunos são bem

participativos e tive até que mudar meu jeito de dar aula; passei a dar mais espaço para a interação, para a conversa em sala. O curso de letras não oferece ainda doutorado, mas estamos batalhando para que ele seja criado em breve. É um movimento também impulsionado pela presença de professores estrangeiros na Agostinho Neto.

Ao mesmo tempo, percebo uma grande potência intelectual no país, uma força local, pelo menos no meu campo de conhecimento. Vejo que os pensadores angolanos estão questionando uma série de coisas. Por exemplo: no período colonial, vigente até a primeira metade da década de 1970, era proibido ensinar as línguas nacionais. Neste ano, Luís Kandjimbo, um dos principais críticos literários do país e professor da Agostinho Neto, lançou o livro *A disciplinarização da literatura angolana: História, cânones, discursos legitimadores e estatuto disciplinar* [Mayamba Editora], em que reflete sobre esse absurdo e os desdobramentos que ainda são percebidos na sociedade angolana. Ou seja, há em curso um debate sobre a autonomia do pensamento angolano, que inclui a literatura.

A cultura e a política brasileiras estão presentes no dia a dia do angolano. Mas na literatura, o aluno de letras, em geral, conhece apenas escritores consagrados como Machado de Assis [1839-1908], Clarice Lispector [1920-1977] e Guimarães

Rosa [1908-1967]. Isso também acontece no Brasil: temos acesso a poucos autores angolanos, a exemplo de José Eduardo Agualusa, Ondjaki e Pepetela. Para ajudar a divulgar a literatura angolana para os brasileiros e vice-versa, fui um dos criadores do *Puxa palavra*, em 2021, projeto virtual do Instituto Guimarães Rosa, órgão do governo brasileiro, em Luanda. Todo mês conduzo uma conversa entre escritores dos dois países. Também faço daqui o *Palavra de poeta*, um canal no YouTube que nasceu há oito anos e é fruto da minha paixão pela leitura de poesia. O projeto foi encampado pelo Instituto Guimarães Rosa e hoje leio, sobretudo, poemas de Angola e de Portugal.

Como renovei minha estada no programa leitorado por dois anos, volto para o Brasil em outubro após quatro anos de ausência. Do contato com a cultura angolana, está nascendo um romance e um livro de poemas. Minha expectativa é estar com eles prontos ao pisar em Belo Horizonte. Posso dizer que chego aí como um sujeito que percebeu o quanto o Brasil é africano e teima em dizer que não. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A GEIZA MARTINS

SAIBA MAIS

Programa
Leitorado
Guimarães Rosa



Relações desiguais

Renato Ortiz



**Termos de troca:
Intelectuais brasileiros
e as ciências sociais
francesas**

Ian Merkel

Tradução: Anouch

Kurdkdjian

Edusp

384 páginas

R\$ 98,00

O livro do historiador norte-americano Ian Merkel gira em torno de quatro personagens: o antropólogo Claude Lévy-Strauss, o historiador Fernand Braudel, o sociólogo Roger Bastide e o geógrafo Pierre Monbeig. Ele os situa no tempo, sobretudo nos anos 1930/1950, e no espaço, o Brasil e a França. A trama possui ainda um lugar privilegiado, a cidade de São Paulo e a USP, fundada em 1934. O período escolhido é sugestivo, pois esse é o momento em que as ciências sociais se institucionalizam entre nós. O interesse de Merkel não é analisar a obra de cada um desses autores, mas considerar um conjunto de personagens icônicos para entender como o trabalho intelectual que realizam se articula com o contexto no qual estão inseridos.

Cada um deles possui, é claro, sua idiossincrasia, porém é a relação entre os quatro e o “meio ambiente” brasileiro que confere unidade ao estudo realizado. Nesse sentido, a história das ideias articula-se às experiências que esses franceses conhecem em solo estrangeiro. O livro procura e consegue de maneira bastante convincente reconstruir a “rede” de relações que os envolve. O conceito de rede é nesse caso importante por se tratar de um artifício conceitual para construir o que se quer demonstrar.

Para isso é preciso refazer os diferentes níveis de relações que incidem sobre esses personagens: as relações entre eles (amizades, viagens em comum, controvérsias); entre eles e seus colegas na França; entre eles e a missão francesa que os envia ao Brasil como professores da USP; entre eles e a USP, seja o curso de ciências sociais ou a administração da universidade; entre eles e os intelectuais brasileiros (Mário de Andrade, Caio Prado Jr., Fernando de Azevedo etc.); entre eles e diversas instituições brasileiras (Museu Nacional, o jornal *O Estado de S. Paulo*). A proposta exigiu um excelente trabalho de pesquisa feito em diversos arquivos, situados no Brasil, na França e nos Estados Unidos, que permitiu reproduzir essa teia de relações.

Um argumento importante, desenvolvido ao longo do livro, é o papel que o Brasil joga na “imaginação sociológica” desses autores. Eles são estrangeiros que percorrem um país inteiramente diverso do seu, que se apresenta como uma espécie de “laboratório social” no qual as convicções

teóricas e as ideias são recorrentemente testadas (quando fui aluno de Bastide, ele me dizia isso repetidamente). Mas, para tanto, era preciso a mediação dos intelectuais brasileiros com os quais esses franceses estavam em contato, são eles que os introduzem no modo de vida nacional. Exemplo disso é o papel que o Museu Nacional desempenha na pesquisa de Lévy-Strauss sobre os indígenas brasileiros. E essa intelectualidade não é apenas mediadora, facilitando o trabalho de pesquisa desses autores, mas é também uma interlocutora importante para eles. É o caso dos estudos realizados por Bastide sobre os cultos afro-brasileiros.

O livro possui uma tese e o título *Termos de trocas* (que soa estranho em português) a revela: trata-se de demonstrar as trocas intelectuais entre franceses e brasileiros. O autor quer escapar da visão colonialista que vê o Brasil como uma espécie de cópia da metrópole. Daí sua ênfase na dimensão brasileira nas obras de seus personagens paradigmáticos. A ideia é interessante e o livro dá conta de explicitá-la. Resta, porém, uma dúvida. A palavra “termos” possui entre nós um aspecto restritivo: “em termos”. Neste sentido eu diria que as trocas se fazem de maneira restritiva. O subtítulo do livro, talvez de forma intuitiva, o indica: intelectuais brasileiros e ciências sociais francesas. Ele não diz ciências sociais brasileiras e ciências sociais francesas. De fato, na França da década de 1930 as ciências sociais já não mais se estruturavam como nos tempos de Durkheim. Elas constituíam uma disciplina institucionalizada com objeto e método específicos, como, por exemplo, os trabalhos empíricos de Maurice Halbwachs sobre as classes sociais.

No Brasil o quadro era outro, com instituições de saber ainda tradicionais (institutos históricos geográficos, sociedades de folclore etc.). Nossos intelectuais agrupavam-se, de certa forma, em torno dessas instituições. A fundação da USP inicia uma tradição que daria frutos no futuro. As trocas se fazem “em termos”, porque esses intelectuais, franceses e brasileiros, ocupam posições distintas no campo do saber. As relações de poder se reinserem assim nos termos de trocas desiguais.

Renato Ortiz é professor do Programa de Pós-graduação em Sociologia da Unicamp.

PRESIDENTE

Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE

Ronaldo Aloise Pili

CONSELHO SUPERIOR

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

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO

Marcio de Castro Silva Filho

DIRETOR ADMINISTRATIVO

Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa

ISSN 1519-8774

FAPESP

COMITÊ CIENTÍFICO

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

COORDENADOR CIENTÍFICO

Luiz Nunes de Oliveira

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (Política Científica e Tecnológica),

Carlos Fioravanti (Ciências da Terra), Marcos Pivetta (Ciências Exatas), Maria Guimarães (Ciências Biológicas), Ricardo Zorzetto (Ciências Biomédicas), Ana Paula Orlandi (Humanidades), Yuri Vasconcelos (Tecnologia)

REPÓRTERES Christina Queiroz e Sarah Schmidt**ARTE** Claudia Warrak (Editora), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecília Felli (Designers), Alexandre Afonso (Editor de infografia)**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**SITE** Yuri Vasconcelos (Coordenador), Jayne Oliveira (Coordenadora de produção), Kézia Stringhini (Redatora on-line)**MÍDIAS DIGITAIS** Maria Guimarães (Coordenadora), Renata Oliveira do Prado (Editora de mídias sociais), Vitória do Couto (Designer digital)**VÍDEOS** Christina Queiroz (Coordenadora)**RÁDIO** Fabrício Marques (Coordenador) e Sarah Caravieri (Produção)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro**REVISÃO TÉCNICA** Américo Craveiro, Ana Maria de Almeida, Celio Haddad, Daniel Scherer de Moura, Deisy de Souza, Jean Ometto, José Eduardo Corá, José Roberto Arruda, Maria de Fátima Morethy Couto, Reinaldo Salomão**COLABORADORES** Bárbara Quintino, Domingos Zapparoli, Felipe Florest, Geiza Martins, Helena Saraiva, Juliana Vaz, Laura Tercic, Renata Fontanetto, Renato Ortiz, Sinésio Pires Ferreira, Washington Castilhos, Valentina Fraiz**MARKETING E PUBLICIDADE** Paula Iliadis
CIRCULAÇÃO Aparecida Fernandes (Coordenadora de Assinaturas)
OPERAÇÕES Andressa Matias
SECRETÁRIA DA REDAÇÃO Ingrid Teodoro**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS,****FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO****TIRAGEM** 28.520 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

Revista como objeto de ensino

Sou coordenador pedagógico do colégio FAAP de Ribeirão Preto e entusiasta do trabalho realizado pela revista *Pesquisa FAPESP* e *Agência FAPESP*. Bimestralmente realizamos no colégio uma avaliação temática voltada a alunos da 1ª e 2ª séries do ensino médio e costumeiramente utilizamos os textos e imagens da revista, sempre informando a fonte. No primeiro bimestre deste ano, não foi diferente. Na nossa última avaliação temática, a linha mestra foi a reportagem de capa “O avanço das superbactérias” (edição 335). Agradeço por nos auxiliarem na divulgação científica, tão importante em uma era em que o negacionismo se utiliza de todos os meios para se impor.

Franco Giagio

Brasil mais seco

A reportagem “O Brasil que seca” (edição 338) trata novamente da crise climática. Tenho realizado pesquisas sobre clima urbano na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em Curitiba, e noto que a maioria dos alunos dos cursos que ministro não consegue entender o impacto de suas ações presentes. A despeito dos detalhes mostrados nas reportagens, minha impressão é de que a população em geral se enxerga fora dessa problemática. O discurso da mídia não seria muito etéreo quando aborda o

impacto de ações das pessoas na cidade? Como fazer para que o discurso acadêmico afete o comportamento de todos? Essas reflexões surgem nas aulas nos níveis de graduação e pós-graduação.

Eduardo Krüger

Revisão sem grosseria

Como revisora, sempre busco estimular o aperfeiçoamento da ideia ou do texto quando sinto que é insuficiente (“Seja gentil e faça a coisa certa”, edição 339). Como venho de ambiente não apenas acadêmico, mas também profissional e sou oriunda da classe baixa, sei que uma avaliação negativa pode desencorajar excelentes pesquisadores a seguir em frente. Lamento que haja quem pense e aja de outra maneira e que um algoritmo precise sugerir mais gentileza a humanos.

Deborah Neves

Apagão de professores

A desvalorização dos professores afasta esses profissionais dessa carreira (“Apagão de professores no Brasil”, edição 332). Isso é o mesmo que erradicar o desenvolvimento da nação.

Francisco Gonçalves

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

ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para assinaturaspesquisa@fapesp.br

PARA ANUNCIAR

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

EDIÇÕES ANTERIORES

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

LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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

CONTATOS

revistaspesquisa.fapesp.brredacao@fapesp.br

PesquisaFapesp

PesquisaFapesp

pesquisa_fapesp

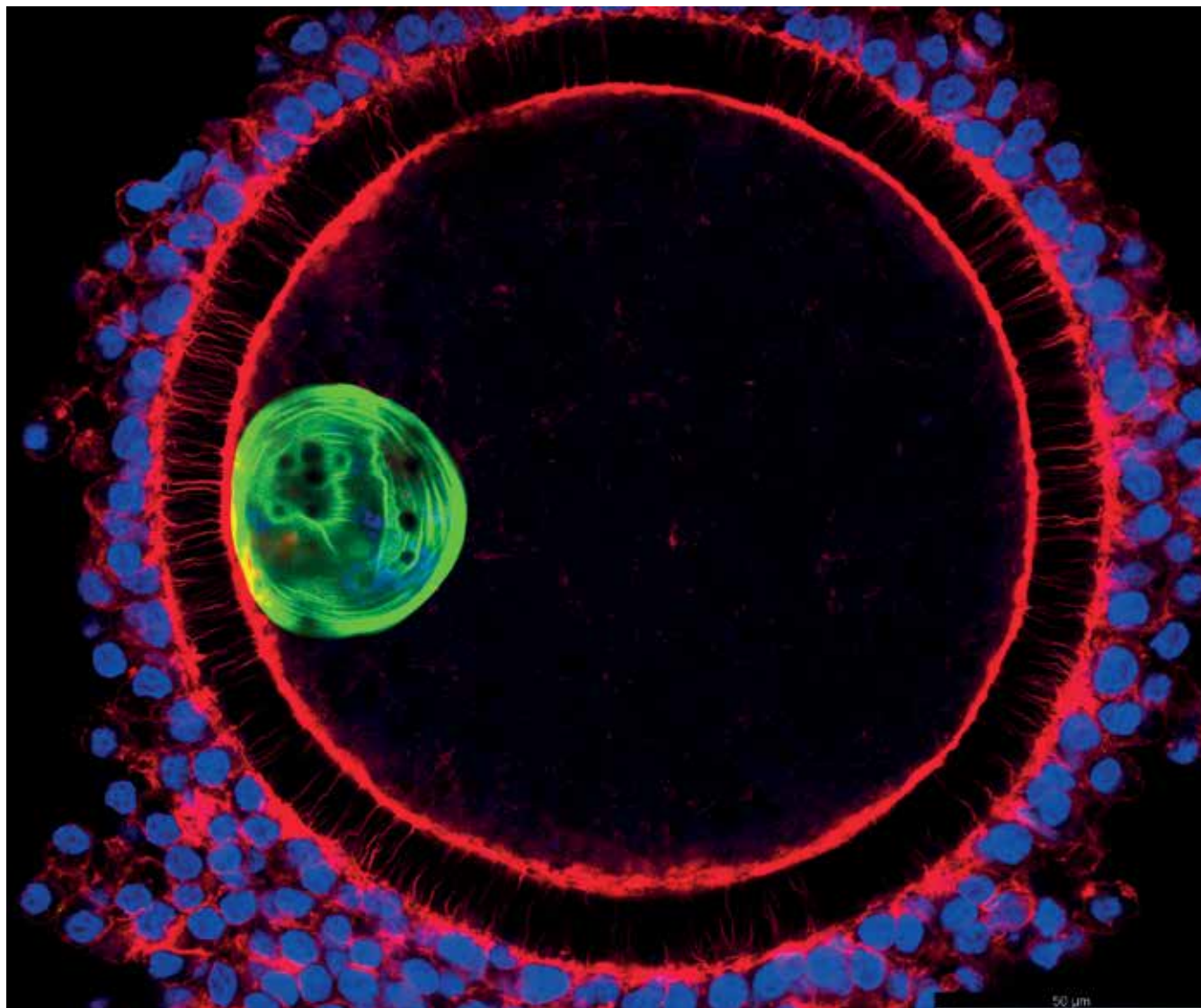
@pesquisa_fapesp

PesquisaFAPESP

pesquisafapesp

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.



Na esfera reprodutiva

Na reprodução assistida de bovinos, faz parte da prática aspirar os óvulos – ou oócitos – imaturos da vaca e desenvolvê-los em meio de cultura. O projeto coordenado pelo veterinário Lawrence Charles Smith na Universidade de São Paulo (USP) controla a maturação dos oócitos (*esfera vermelha, na imagem*) em busca de melhorar sua qualidade. A marcação do material genético em azul evidencia as células nutridoras do óvulo e os filamentos vermelhos, de actina, indicam que há comunicação entre as células – um bom sinal. A esfera verde é o núcleo do oócito, dentro do qual é possível entrever o DNA em azul.

Imagem enviada pela médica-veterinária Helena Saraiva, pesquisadora no projeto realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), campus de Pirassununga da USP

5^aCONFERÊNCIAS
FAPESP 2024

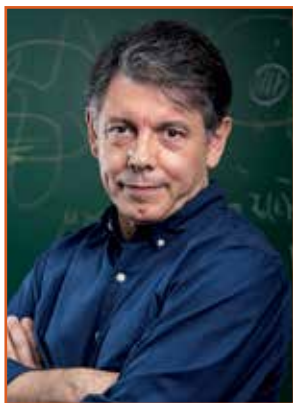
Quanto vale a matemática para o Brasil?

Marcelo Viana

Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA)

28 JUN 2024
das 10h às 11h30

Foto: IMPA/Tomás Rangel



Marcelo Viana é pesquisador titular e diretor-geral do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA). Especialista em Sistemas Dinâmicos, já orientou 41 doutores e 21 mestres. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Matemática e vice-presidente da União Matemática Internacional. Recebeu diversas distinções acadêmicas, como o Grande Prêmio Científico Louis D., do Institut de France; o Prêmio Anísio Teixeira para a Educação Básica, da CAPES; e a edição inaugural do Prêmio CBMM - Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração. Foi condecorado pela Presidência da República com a Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico e a comenda da Ordem Nacional do Mérito Educacional.

MODERAÇÃO

Oswaldo Baffa Filho, Universidade de São Paulo (USP/Ribeirão Preto)**Paolo Piccione**, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP)

Inscrições e mais informações, acesse
fapesp.br/conferencias



EVENTO PRESENCIAL

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



À VENDA EM BANCAS
DE TODO O PAÍS