

## O Brasil das alturas

Picos pontiagudos e com mais de 300 metros são agora classificados oficialmente como montanhas

Experimento com animais modifica células de defesa para combater fibrose no fígado

Avaliação da Capes registra aumento de cursos de pós-graduação de excelência

Universidades criam cervejas com fruta, levedura e lúpulo brasileiros

População indígena cresce e se urbaniza, indica Censo

Origem de neutrino mais energético detectado na Terra intriga físicos

Protegidos por gotas de neblina, fungos e bactérias viajam pela Amazônia

2026

**PRÊMIO  
CBMM  
DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA**

PARA QUEM BUSCA  
**O PORQUÊ  
DAS COISAS**

O **Prêmio CBMM de Ciência e Tecnologia** chega à 8ª edição **reconhecendo** profissionais que transformam perguntas em descobertas e conhecimento em impacto real para o Brasil e para o mundo.

**INSCRIÇÕES ABERTAS**



Até **24 de abril**  
de 2026

Pesquisadores, cientistas e acadêmicos podem se inscrever ou ser indicados por suas instituições, conforme o edital.

**VENCEDORES DE 2025**



**Paulo Artaxo**, professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo e integrante do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), referência internacional em mudanças climáticas.



**Jarbas Caiado de Castro Neto**, professor titular do Instituto de Física de São Carlos e fundador do Grupo de Óptica, reconhecido por inovações aplicadas à saúde e agricultura.

Saiba mais e faça a sua inscrição em:

[WWW.PREMIOCBMM.COM.BR](http://WWW.PREMIOCBMM.COM.BR)



**5 EDITORIAL****6 NOTAS****CAPA**

- 12** Estudo coordenado pelo IBGE identifica montanhas em 14 estados

**ENTREVISTA**

- 20** Reginaldo Prandi ajudou a consolidar o campo da sociologia da religião no Brasil

**PÓS-GRADUAÇÃO**

- 26** Avaliação da Capes mostra avanço no número de programas de excelência

**COMUNICAÇÃO**

- 30** Pesquisadores brasileiros criam aplicações contra a desinformação

**SAÚDE COLETIVA**

- 34** Projeto resgata a influência de sanitaristas de São Paulo na construção do SUS

**BOAS PRÁTICAS**

- 38** Estados Unidos reforçam escrutínio de conflitos de interesse na pesquisa médica

**DADOS**

- 41** Déficit comercial de bens de alta intensidade tecnológica

**IMUNOLOGIA**

- 42** Ensaio com animais altera células de defesa para tratar fibrose no fígado

**EPIDEMIOLOGIA**

- 46** Estudo estima mortes e perda de produtividade por câncer de intestino no país

**ONCOLOGIA**

- 49** Concentração de DNA no suco gástrico pode auxiliar na detecção de tumores de estômago

**QUÍMICA**

- 52** Quantidade de cacau no chocolate meio amargo é similar à das versões ao leite e branco

**EVOLUÇÃO**

- 54** Pequi-anão do interior paulista é polinizado por abelhas-carpinteiras em vez de morcegos

**ECOLOGIA**

- 56** Equipe constata pela primeira vez bactérias e fungos vivos em gotículas de neblina amazônica

**FÍSICA**

- 60** Pesquisadores não sabem de onde veio o neutrino mais energético detectado na Terra

**INOVAÇÃO**

- 64** Novas leveduras ampliam os sabores das cervejas nacionais →

CAPA  
Mapa de relevo da América do Sul, com elevações ampliadas, para melhor visualização  
**ALEXANDRE AFFONSO / REVISTA PESQUISA FAPESP SOBRE IMAGEM DA NASA**

revista **pesquisa** fapesp

abr 2026\_361



#### ENGENHARIA AEROSPAZIAL

**70** Brasil desenvolve foguete para lançar pequenos satélites no espaço

#### ENGENHARIA BIOMÉDICA

**72** Tecnologia une látex e luz LED para tratar pé diabético

#### DEMOGRAFIA

**76** Crescimento da autodeclaração e revitalização cultural redesenham o perfil dos indígenas

#### ARQUIVOLOGIA

**82** Acervos de áudios preservam de sons da natureza às histórias de jogadores de futebol

#### ENTREVISTA

**86** Gabriela Lotta fala dos estudos sobre burocracia do nível de rua

#### OBITUÁRIO

**88** Carlos Bacellar (1959-2026)

#### MEMÓRIA

**90** Há 70 anos era lançado o primeiro carro produzido no país

#### ITINERÁRIOS DE PESQUISA

**94** Cria da periferia paulistana, Ricardo Barbosa da Silva trafega da geografia à literatura

#### RESENHA

**96** *História econômica da cidade do Rio de Janeiro: Da fundação ao século XXI*, de André Arruda Villela. Por Vera Lucia Amaral Ferlini

**97** COMENTÁRIOS

**98** FOTOLAB

Cerveja: universidades recriam bebida com diversidade de sabores (INOVAÇÃO, P. 64)



2

[WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR](http://WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR)



#### VÍDEOS



#### DICIONÁRIO KUIKURO

#### AMPLIA PRESERVAÇÃO

#### LINGÜÍSTICA NO BRASIL

Parceria entre instituições de pesquisa e comunidade registra vocabulário, cultura material e escrita alfabética



#### O QUE É A VIRADA

#### CARTOGRÁFICA?

Como mapas deixaram de ser apenas representações do território e se tornaram instrumentos de resistência social e cultural



#### PODCAST



#### VÍRUS QUE DESTROEM

#### BACTÉRIAS

O debate sobre o potencial da fagoterapia, tratamento capaz de combater infecções resistentes a antibióticos. E mais: masculinidade; moringa; mobilidade



Parte do acervo da sonoplasta Tunica Teixeira, com 1.500 discos de vinil (ARQUIVOLOGIA, P. 82)

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

## Paisagens

Um dos privilégios de fazer parte da equipe de *Pesquisa FAPESP* é saber em primeira mão, com riqueza de detalhes, o que há de novo em algumas das numerosas áreas do conhecimento que cobrimos.

Nesta edição, trazemos uma informação que põe fim a uma dúvida antiga: o Brasil tem montanhas? Para quem, como eu, passou grande parte da vida subindo e descendo a serra do Mar, nunca houve dúvidas. Para sair de Santos e alcançar São Paulo, edificada a quase 800 metros acima do nível do mar, era preciso vencer “a muralha”, como era chamada pelos primeiros portugueses a linda montanha enfeitada pela Mata Atlântica.

A dúvida existia em razão de um conceito antigo. Apenas nas regiões do planeta onde há colisão de placas da litosfera – a camada sólida mais superficial da Terra – haveria a possibilidade de existir montanhas. Em 2019, uma nova classificação do relevo começou a ganhar forma durante um congresso de geografia física realizado em Fortaleza, no Ceará. A partir dali, uma equipe composta por 70 geólogos e geógrafos, com o apoio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dedicou seis anos à tarefa de atualizar a definição analisando mapas e indo a campo.

Após esse período de estudos, convencionou-se que montanhas são formas de relevo agrupadas com pelo menos 300 metros de altura em relação às áreas vizinhas, com topos aguçados e encostas íngremes. E podem ter se originado de vários processos geológicos, não somente da colisão de placas litosféricas. Em maio, o IBGE deve apresentar publicamente o mapa de relevo do país. A reportagem do editor de Ciências da

Terra, Carlos Fioravanti, antecipa parte dessas conclusões (*página 12*).

Outra linha de pesquisa bem diferente da geologia e geografia também se dedica a desfazer mal-entendidos. Grupos de cientistas da computação de diversas universidades brasileiras trabalham em novos softwares para identificar conteúdos falsos e combater a desinformação, que estão cada vez mais presentes em vídeos e aplicativos de mensagens. Não se trata apenas de questões envolvendo política, mas também de conteúdo falso sobre saúde e até vídeos manipulados de regiões em conflito, como no Oriente Médio. A repórter Sarah Schmidt conta, com bons exemplos, o empenho dos pesquisadores na busca pela verdade dos fatos (*página 30*).

Para quem gosta de cerveja, esta edição está especialmente atraente. O repórter colaborador Gilberto Stam mostra as pesquisas que procuram criar uma bebida nacional, utilizando ingredientes locais, métodos próprios e receitas que diferem das bebidas tradicionais feitas na Europa. O desenvolvimento ocorre em vários estados brasileiros e não está mais restrito aos laboratórios de universidades e cervejarias artesanais. Pelo menos um grande fabricante se mostrou interessado nas leveduras raras que permitem produzir cervejas com sabor regional (*página 64*).

A entrevista de Reginaldo Prandi contribui para a diversidade de temas deste número. Feita pela editora assistente Christina Queiroz, versa sobre a trajetória multidisciplinar do sociólogo. Prandi passou pela demografia, foi um dos primeiros a trabalhar com informática no país, investigou as pesquisas eleitorais e ajudou a consolidar o campo da sociologia da religião (*página 20*).

**NELSON MARCOLIN** — editor-chefe



Árvores resistentes à seca bloqueiam o avanço das dunas na China

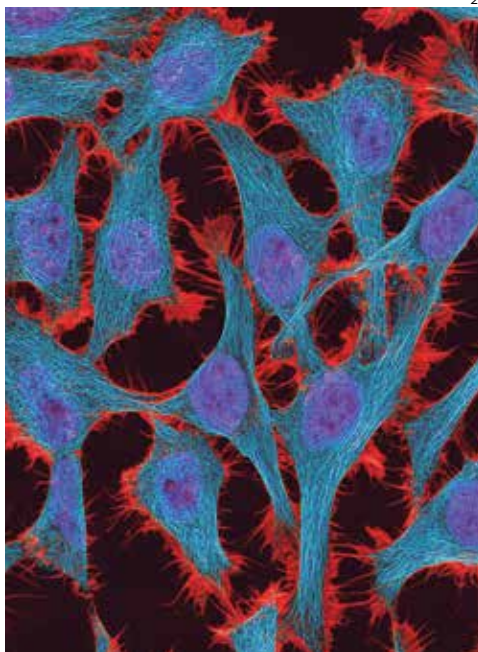
## Uma floresta plantada nas bordas de um deserto

Durante 46 anos, de 1978 a 2024, a China plantou bilhões de mudas de árvores nas bordas do deserto de Taklamakan, um dos maiores e mais secos do mundo. Com 337 mil quilômetros quadrados, é cercado por altas montanhas, que impedem a chegada de ar úmido durante a maior parte do ano, criando condições extremamente áridas. Agora, pesquisadores da Universidade de Houston, nos Estados Unidos, e de Beijing, na China, com base em observações em campo combinadas com dados de satélites sobre precipitação e cobertura vegetal, verificaram que a área reflorestada do deserto está absorvendo mais dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) da atmosfera do que libera, o que significa que pode estar se transformando em um sumidouro de carbono. A precipitação na estação chuvosa do deserto de Taklamakan, de julho a setembro, foi 2,5 vezes maior do que na estação seca, com uma média de cerca de 16 milímetros por mês. A precipitação aumentou a cobertura vegetal, o verde e a fotossíntese nas margens do deserto, reduzindo assim os níveis de  $\text{CO}_2$  sobre o deserto. A vegetação também estabilizou as dunas de areia e aumentou a cobertura florestal no país de 10% de sua área em 1949 para mais de 25% atualmente (PNAS, 19 de janeiro).

# Fim de outro processo sobre as células HeLa

O grupo farmacêutico suíço Novartis resolveu um processo movido pelos herdeiros de Henrietta Lacks (1920-1951), encerrando as alegações de que lucrou com o uso de suas células sem permissão. A família alega enriquecimento ilícito e uso indevido da linhagem celular conhecida pela sigla HeLa, derivada de tecido retirado de Lacks, sem seu conhecimento ou consentimento, para desenvolver novos produtos. Quando Lacks buscou tratamento para câncer cervical em 1951, em Baltimore, nos Estados Unidos, os médicos usaram uma amostra de seu tumor para cultivar a primeira linhagem celular desse tipo, capaz de se dividir indefinidamente em laboratório. Desde então, as células HeLa têm sido bastante usadas na pesquisa biomédica, desde a vacina contra a poliomielite até tratamentos para o HIV e protetores solares. A Novartis e a família de Lacks fizeram uma declaração conjunta e se recusaram a fazer mais comentários. Em 2023, a empresa de biotecnologia Thermo Fisher Scientific resolveu reivindicações semelhantes por uma quantia não divulgada. Os processos contra a Ultragenyx Pharmaceutical e a Viatrix permanecem pendentes (*Reuters*, 23 de fevereiro).

Células HeLa (núcleos em lilás): dois processos ainda abertos



*Alnashetri cerropoliciensis*: focinho parecido com um bico e patas dianteiras curtas

## Um dinossauro menor que uma galinha

Um dinossauro com menos de 1 quilograma (kg) corria entre outros, gigantes, há cerca de 95 milhões de anos por onde agora é a província de Neuquén, no norte da Patagônia argentina. Batizada de *Alnashetri cerropoliciensis*, a espécie é uma das menores já descritas entre os dinossauros não avícolas da América do Sul. O esqueleto quase completo permitiu a paleontólogos dos Estados Unidos e da Argentina fazerem uma reconstrução detalhada desse animal do grupo dos alvarezsaurídeos. A fêmea, apelidada de Alna, tinha um focinho parecido com um bico, patas dianteiras curtas e traseiras longas, com garras. A partir dos dentes, das adaptações para a escavação e de características sensoriais adaptadas à vida noturna, a hipótese é de que os alvarezsaurídeos se alimentavam de insetos sociais como cupins ou formigas. Alna, porém, era diferente, com dentes maiores que provavelmente lhe permitiriam caçar pequenos vertebrados. O grupo se espalhou pelo mundo antes de surgirem suas versões miniaturizadas, com patas reduzidas a um único dedo, várias vezes ao longo da evolução (*Nature*, 25 de fevereiro).

## Internações psiquiátricas em queda

As alterações feitas no início deste século para atendimento psiquiátrico pelo Sistema Único de Saúde (SUS), com foco nos Centros de Atenção Psicossocial (Caps), têm se convertido em uma redução nas internações, de acordo com estudo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foram 314.686 internações (315 a cada 100 mil pessoas) em 2008, diminuindo mais de 50% para 151.113 (151 a cada 100 mil) em 2022. A duração média das internações caiu de 45 para 22 dias. As quedas mais acentuadas se deram na região Sudeste, onde há mais Caps, enquanto na região Norte, onde as internações já eram raras, não houve muita diferença. O estudo estima que 70% da população vive em áreas com pouca ou nenhuma infraestrutura psiquiátrica. A maior parte das internações permanece ligada a distúrbios do espectro da esquizofrenia. Hospitalizações de homens são quase o dobro das de mulheres, sobretudo por causa do abuso de álcool e outras substâncias. As mulheres enfrentam mais distúrbios de humor, como depressão (*The Lancet Regional Health*, abril).

# Menos mata, menor a diversidade de peixes

A perda das matas às margens de riachos da Amazônia, ao alterar os ambientes aquáticos, pode promover o desaparecimento de peixes. Algumas espécies que seriam mais afetadas são o tamboatá (*Callichthys callichthys*) e o muçum (*Synbranchus marmoratus*), ambos capazes de respirar fora d'água por períodos curtos de tempo; duas espécies de peixe-elétrico, o sarapó (*Gymnotus coropinae*) e o falso-peixe-faca-tigre (*G. javari*); o jundiá (*Rhamdia quelen*); e o ituí-transparente (*Eigenmannia virescens*). O biólogo Lucas Pires Oliveira, da Universidade Federal do Pará, examinou a relação entre a perda da mata ciliar e a diversidade de peixes em 23 riachos de duas reservas extrativistas e em outros 12 de uma área não protegida próxima a uma delas, todas no Acre, entre 2019 e 2024. As coletas reuniram 4.072 indivíduos de 127 espécies de peixes. Nos riachos das duas reservas viviam 75 e 60 espécies e na área não protegida, com maior perda de vegetação, 58. A perda da diversidade de espécies refletia a intensidade e a duração do desmatamento às margens dos riachos (*Journal of Environmental Management*, fevereiro).



O tamboatá vive no fundo de rios de águas lentas ou paradas



Galinhas à venda no mercado Orussy, no centro de Phnom Penh, a capital do Camboja

2

## Amostras do ar expõem vírus de aves

Está emergindo uma alternativa para procurar vírus causadores de doenças em aves vendidas em mercados de animais vivos, comuns na Ásia. Pesquisadores da Universidade Duke, nos Estados Unidos, e da Universidade de Cingapura mostraram que a coleta de amostras de ar, água, gaiolas e superfícies pode revelar uma ampla gama de vírus, mesmo quando não são detectados nas aves no momento da coleta. Foram coletadas 35 amostras de ar, da superfície da boca, faringe e cloaca (swab) de 30 galinhas e 29 de patos, 17 de resíduos em gaiolas, 17 da água de lavagem de carcaças e 9 de água potável entre janeiro de 2022 e abril de 2023 de um mercado de Phnom Penh e outro de Takeo, ambos no Camboja. As amostras de ar, analisadas por metagenômica, capturaram a maior diversidade de vírus de aves: 40 vírus de famílias patogênicas, incluindo o vírus influenza A/H5N1, altamente patogênico, não detectado nas amostras colhidas das aves. Amostras de ar coletadas perto de áreas de abate e de espera continham material viral de patógenos aviários. Se avançar, essa abordagem poderia reduzir o risco de transmissão de doenças para pessoas (*Nature Communications*, 12 de janeiro).

## Diretor científico é reconduzido ao cargo

Diretor científico desde 2023, Marcio de Castro Silva Filho foi reconduzido ao cargo em março. Ele encabeçava a lista tríplice de candidatos ao cargo elaborada pelo Conselho Superior da FAPESP em reunião realizada em 11 de fevereiro e sua nomeação foi oficializada em decreto publicado em 11 de março no *Diário Oficial do Estado de São Paulo*. Formado em engenharia agrônoma, com mestrado em genética e melhoramento de plantas na Universidade Federal de Lavras (Ufla), em Minas Gerais, fez o doutorado em biologia molecular na Universidade de Louvain (1994), na Bélgica. Foi professor visitante na Universidade de Melbourne, na Austrália, e na Universidade Estadual de Ohio, nos Estados Unidos e presidente do Fórum Nacional de Pró-reitores de Pesquisa e Pós-graduação (Foprop). Na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), foi coordenador da área de Ciências Biológicas I, diretor de Relações Internacionais e de Programas e Bolsas no país. Atualmente, é professor titular do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), em Piracicaba, e membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (Aciesp).

## Cérebro ágil espanta demência

Um estudo que começou no final da década de 1990, com 2.021 participantes que tinham 65 anos ou mais, sugere que exercícios de treinamento cerebral, incluindo certos videogames ou aplicativos de treinamento cerebral, podem reduzir o risco de demência se envolverem raciocínio rápido. Os participantes foram divididos em quatro grupos: ao longo de cinco ou seis semanas, em até 10 sessões de 60 a 75 minutos de duração, um grupo fez exercícios de treinamento de velocidade; outros dois, com a mesma frequência, completaram exercícios de memorização ou de raciocínio; e um quarto grupo (de controle) não fez nenhum exercício cognitivo. Vinte anos após o início do estudo, os pesquisadores da Universidade da Pensilvânia, junto com outras instituições dos Estados Unidos, verificaram que apenas os exercícios de treinamento de velocidade estavam associados a um risco 25% menor de receber um diagnóstico de demência. Em comparação, a doença foi tão comum nos outros dois grupos de treinamento quanto no grupo de controle, sugerindo que as tarefas de memória e raciocínio não tiveram efeito protetor. A descoberta poderia levar pesquisadores a desenvolver videogames para ajudar a preservar a função cognitiva dos usuários à medida que envelhecem (*Alzheimer's & Dementia*, fevereiro).



Jogar videogame pode ajudar idosos a preservar os neurônios



Representação artística das aves que viveram no Lajedo da Soledade há 35 mil anos

## Urubus entre preguiças-gigantes no RN

As cavernas do sítio arqueológico do Lajedo de Soledade, em Apodi, no oeste do Rio Grande do Norte, hoje parecem tranquilas, mas há milhares de anos abrigavam preguiças-gigantes, tigres-dentes-de-sabre, tatus-gigantes, pequenos roedores, jacarés, tartarugas e aves. Pesquisadores das universidades dos estados do Rio de Janeiro (Uerj) e do Rio Grande do Norte (Uern), das federais da Bahia (UFBA) e de Santa Catarina (UFSC) encontraram ali ossos de aves que ainda não haviam sido estudados e identificaram nove espécies, entre elas uma extinta de urubu e outras que ainda existem, como gaviões, pombos, periquitos, inhambus e patos, que habitavam a região no passado. A análise da composição química dos ossos indicou que uma das espécies – um urubu extinto de grande porte (*Pleistovultur nevesi*) – se alimentava de carcaças de animais que viviam em áreas abertas. O fóssil do urubu foi datado entre 34,7 mil e 36,9 mil anos, indicando que o animal viveu na região com preguiças-gigantes. Com peso estimado em 11 quilogramas (kg), *P. nevesi* havia sido encontrado antes apenas em uma caverna de Minas Gerais. (*Quaternary International*, 15 de janeiro).



A região central de nossa galáxia, formada por dezenas de moléculas diferentes

## Sardas no DNA

O material genético deixado em uma cena de crime pode servir para formar hipóteses sobre a aparência do potencial criminoso ou da vítima, além de permitir uma eventual identificação. Cor dos olhos, do cabelo e da pele são os parâmetros mais comuns em modelos de previsão na área forense. Embora menos considerada, a presença ou não de sardas também pode ser inferida por alguns marcadores genéticos, principalmente nos Estados Unidos, de acordo com a geneticista Cintia Fridman, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). Seu grupo testou a validade desses marcadores em 534 funcionários, professores e estudantes do Hospital das Clínicas da USP. Enquanto algumas variantes genéticas mostraram ter poder preditivo, principalmente se consideradas em conjunto com ancestralidade e sexo (mulheres e pessoas de pele clara têm maiores chances de ser sardentas), outras não foram encontradas nessa amostra. “Assim como as demais características externamente visíveis usadas nessas previsões, a presença ou não de sardas está associada a diferentes genes e é muito dependente de fatores ambientais, principalmente a exposição ao Sol”, explica a pesquisadora (*Legal Medicine*, abril).



Predisposição genética acentua os efeitos do sol sobre a pele

## O inquieto centro da Via Láctea

Ashley Barnes, astrônomo do Observatório Europeu do Sul (ESO) na Alemanha, definiu a região central da Via Láctea como “um lugar de extremos”. Ele participou das pesquisas que resultaram na maior e mais detalhada imagem já feita pela rede de radiotelescópios Alma, instalada no deserto do Atacama, no Chile. As observações registram as estruturas formadas por gás frio dentro da chamada Zona Molecular Central (ZMC) da nossa galáxia. O gás flui ao longo de filamentos que alimentam aglomerados de matéria a partir dos quais as estrelas podem se formar, com dezenas de anos-luz de extensão até pequenas nuvens ao redor de estrelas individuais. O levantamento desvenda a intrincada química da região central da Via Láctea, detectando dezenas de moléculas diferentes, desde as mais simples, como o monóxido de silício, até as mais complexas, como o metanol, a acetona ou o etanol. A ZMC abriga algumas das estrelas mais massivas conhecidas em nossa galáxia, muitas das quais têm uma vida curta e uma morte precoce, encerrando suas trajetórias em poderosas explosões de supernovas. Também abriga densas nuvens de gás e poeira (ESO, 25 de fevereiro).

## Britto recebe título de professor emérito do ICB

O neurocientista Luiz Roberto Giorgetti de Britto recebeu em março o título de professor emérito do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP). Formado em ciências biomédicas pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp, 1970), é mestre em fisiologia e biofísica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp, 1978) e doutor em fisiologia humana pelo ICB-USP (1981). Realizou estágio de pós-doutoramento em neurociências na Universidade da Califórnia em San Diego e foi pesquisador associado na Universidade Cornell, ambas nos Estados Unidos. É professor titular do ICB desde 1994, no qual foi diretor e chefou o Departamento de Fisiologia e Biofísica por três mandatos. Também foi vice-diretor do Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP) e é membro titular da Academia Brasileira de Ciências (ABC). Suas pesquisas envolvem as neurociências com uma abordagem multidisciplinar, tendo como linha de investigação principal a comunicação celular no sistema nervoso e as doenças neurodegenerativas. Desde junho de 2025 é coordenador científico de *Pesquisa FAPESP*.



Incêndio nas montanhas do Colorado (EUA) em 2012 forçou a evacuação de 32 mil pessoas

3

## Milhares de mortes causadas por incêndios florestais

De 2006 a 2020, a exposição prolongada a partículas da fumaça de incêndios florestais contribuiu para uma média de 24.100 mortes por ano nos Estados Unidos. Os pesquisadores da rede de hospitais Monte Sinai, dos Estados Unidos, que coordenaram esse estudo, concentraram-se em mortes ligadas à exposição crônica a partículas com diâmetro inferior a 2,5 micrômetros (30 vezes menor que um fio de cabelo), a principal preocupação relacionada à fumaça dos incêndios. As partículas podem se alojar nos pulmões e entrar na corrente sanguínea. A exposição a curto prazo pode causar tosse e coceira nos olhos e agravar problemas de saúde preexistentes e levar a outros, crônicos e fatais, incluindo doenças respiratórias e morte prematura. Para cada aumento de 0,1 micrograma por metro cúbico dessas partículas, 5.594 pessoas morriam a mais a cada ano. “Ninguém terá como causa ‘morte por incêndio florestal’ na certidão de óbito a menos que o fogo realmente os tenha queimado ou que uma árvore tenha caído sobre eles ou algo do tipo”, disse Michael Jerrett, da Universidade da Califórnia, que não participou do estudo, ao site *ScienceAlert*. “Mas muitas das pessoas que estão morrendo por causa dessa exposição são aquelas que já estão mais vulneráveis” (*Science Advances*, 4 de fevereiro).

## Fome na infância ecoa na velhice

A fome poderia prejudicar não apenas o crescimento das crianças, mas também ter efeitos sobre a saúde de pessoas idosas? Uma análise com informações de 6.929 pessoas com 60 anos ou mais, entrevistadas para o Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (Elsi-Brasil), mostrou que sim. A fome na infância foi avaliada por meio da pergunta: “Do nascimento até os 15 anos de idade, você já passou fome em casa e foi dormir com fome?”. A resposta positiva variou de 17%, na região Sul, a 32%, no Nordeste. Quase um quarto (23%) dos participantes se lembrou de ter passado fome, que se mostrou associada à ocorrência de várias doenças simultaneamente, limitação nas atividades

básicas da vida diária, fragilidade (perda de peso involuntária e fraqueza muscular) e sintomas depressivos. Os pesquisadores responsáveis por esse levantamento – do Centro Universitário Santa Rita (Unifasar), em Minas Gerais, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e das universidades federais de Minas Gerais (UFMG) e de Santa Catarina (UFSC) – observaram que, apesar de iniciativas de distribuição de renda, como o programa Bolsa Família, o Brasil tem mostrado retrocesso nos esforços para combater a fome e a desnutrição, por causa do enfraquecimento e a descontinuidade das políticas de alimentação e nutrição (*Geriatric Nursing*, abril).

CAPA

# Perto das nuvens

Estudo coordenado pelo IBGE identifica montanhas em 14 estados do país

CARLOS FIORAVANTI



Vista a partir de ponto próximo ao topo do pico da Neblina, no Parque Nacional do Pico da Neblina, Amazonas

**M**esmo com picos de quase 3 mil metros (m) de altura, o Brasil tem ou não tem montanhas? Até há pouco tempo, para uns tinha, para outros, não. A dúvida parece ter chegado a um fim. Depois de seis anos de debates, análises de mapas e levantamentos de campo, um grupo de geógrafos e geólogos coordenado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) chegou a um consenso: o Brasil tem, sim, montanhas.

As brasileiras são geologicamente bem mais antigas do que as mais conhecidas, como o Himalaia e os Andes, e já bastante desgastadas pela erosão. Seu reconhecimento poderia incentivar o turismo, promover a conservação da biodiversidade e reforçar o alerta contra o risco de deslizamentos de terra em suas encostas íngremes. Os especialistas responsáveis por essa reclassificação já divulgaram vários estudos regionais e o IBGE ainda deve publicar um mapa reunindo as montanhas do Brasil. Definidas como formas de relevo agrupadas com pelo menos 300 m de altura em relação às áreas vizinhas, com topos aguçados e encostas íngremes, elas despontam em 14 estados, de Roraima a Santa Catarina, da Paraíba a Mato Grosso. No Rio de Janeiro, ocupam um terço do território, embora as áreas maiores estejam na Bahia, em Minas Gerais e no Ceará.

# Altos e baixos da superfície terrestre

Estes cinco conceitos formam o primeiro nível da classificação (primeiro táxon) do relevo no Brasil

1 Montanhas da serra dos Órgãos, RJ



2 Monte Roraima, RR



3 Pantanal, MT



Algumas são mais exibidas, como o Dedo de Deus, na região serrana do Rio de Janeiro, e extensas partes elevadas das serras do Mar, da Mantiqueira e do Espinhaço. Outras são menos pujantes, como as que abrigam os bairros do Alto da Boa Vista, na região da Grande Tijuca, zona norte da cidade do Rio de Janeiro e de Campo Grande, na zona oeste. Outras ainda, na Amazônia, estão cobertas por uma floresta impenetrável.

Não é só a altitude que define uma montanha. A forma conta muito. O monte Roraima, por exemplo, mesmo com 2.810 m, não é uma montanha; por ter um topo aplainado, é classificado como um planalto. O conceito, apoiado em critérios internacionais, também exclui morros isolados, como o Pão de Açúcar, também no Rio, com 396 m; o pico do Cabugi, com 590 m, no Rio Grande do Norte; ou o espigão da avenida Paulista, em São Paulo, com 13 km de comprimento e até 830 m de altitude. Como em Angra dos Reis e Paraty, no Rio de Janeiro, os municípios paulistas de Ubatuba e Santos, Ilhabela e ilha do Cardoso (pertencente ao município de Cananéia) abrangem largas faixas



5 Pedra do Tendó, PB

**1 MONTANHAS**  
Formas de relevo com altura mínima de 300 m em relação às áreas vizinhas, topos aguçados e encostas íngremes, associadas a conjuntos contínuos

**2 PLANALTOS**  
Relevos elevados (ao menos em uma de suas bordas) em relação às superfícies adjacentes, com diferentes tipos de topos, incluindo os planos, e declividades variadas

**3 PLANÍCIES**  
Relevos predominantemente planos, com altitude baixa ou alta e idade geológica recente, formados pelo acúmulo de sedimentos trazidos por rios, mares ou ventos



2



3



4 Tibau do Sul, RN

4



5

FOTOS 1 RANIMIRO LOTUFO/NETO/GETTY IMAGES, 2 EL AVIÃO VARRICHIO/BRASIL PHOTOS/LIGHTROCKET VIA GETTY IMAGES, 3 FABIO COLOMBINI, 4 LUCIANE MASCIMENTO ALVES/GETTY IMAGES, 5 ROSANGELA GARRIDO MACHADO BOTELHO

4

#### TABULEIROS

Formas de relevo desgastadas, com topos planos ou suaves ondulações, baixa declividade, bordas escarpadas e altura entre 20 m e 60 m

5

#### SUPERFÍCIES REBAIXADAS

Antes chamadas de depressões, são relevos mais baixos do que os das áreas adjacentes, resultantes de desgaste causado por erosão ou intemperismo (vento, chuva), situados entre (ou às margens de) planaltos e montanhas

de montanhas, com as estreitas planícies costeiras a seus pés. Ilhabela e ilha do Cardoso são inteiramente formadas por montanhas, de acordo com a nova terminologia do Sistema Brasileiro de Classificação de Relevo (SBCR).

**A**inda este ano, o IBGE deverá apresentar publicamente o mapa de relevo do país elaborado pelo SBCR, agora com as montanhas, como parte da comemoração de seus 90 anos de fundação (ver Pesquisa FAPESP nº 245). Será uma síntese dos estudos realizados nos últimos anos. A primeira parte da nova terminologia, com as cinco formas básicas de relevo, também chamadas de primeiro táxon, foi publicada em abril de 2023 na *Revista Brasileira de Geografia*. O segundo táxon, com uma visão essencialmente geológica, deve sair nos próximos meses e o terceiro, com descrições detalhadas de cada forma de relevo, em 2027.

Esse movimento representa uma retomada de um conceito antigo. “A ideia de que o Brasil tem

montanhas, com registros de mais de 50 anos, se perdeu, porque se assumiu que no Brasil, como em outros países, elas se formariam apenas em áreas de orogênese ativa [regiões onde as forças internas da Terra continuam atuando para formar montanhas], como resultado da colisão de placas litosféricas [litosfera é a camada sólida mais superficial da Terra]”, comenta a geógrafa do IBGE Rosângela Botelho, do Comitê Executivo Nacional do SBCR. O engenheiro civil Luiz Flores de Moraes Rego (1896-1940), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), tratou delas no livro *Ensaio sobre as montanhas do Brasil e suas gênesis* (Editora Revista do Clube Militar, 1931), apresentando-as como o resultado de processos geológicos muito antigos. O geógrafo Aziz Ab’Saber (1927-2012), também da USP, detalhou essa ideia, que se mostrou válida, no livro *Formas de relevo* (Funbec/Edart, 1975).

“As montanhas jovens como os Andes, os Alpes e o Himalaia, que começaram a se formar entre 120 milhões e 50 milhões de anos atrás, estão associadas a áreas de convergência de placas”, comenta o geólogo Celso Dal Ré Carneiro, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que participou da redefinição dos conceitos do relevo brasileiro.

“No caso do Brasil”, ele prossegue, “as montanhas atuais se originaram de vários processos geológicos. Algumas delas são resquícios de cadeias montanhosas que existiram no território brasileiro, também formadas pela convergência de placas antigas”. Como atualmente apenas as bordas da América do Sul sofrem a compressão de placas litosféricas, a hipótese mais aceita, segundo ele, é que as montanhas brasileiras resultam do soerguimento – a subida – da litosfera, provocado por forças que atuam no manto terrestre.

“Há 480 milhões de anos, o Brasil tinha cadeias tão altas quanto o Himalaia, que hoje atinge mais de 8 mil m, mas se desgastaram com o tempo e a erosão”, diz Carneiro. Uma delas se alongava por quase 1.500 km, do sul do atual estado do Tocantins ao sul de Minas Gerais (ver Pesquisa FAPESP nº 122).

**N**ão é apenas o desgaste. Há também o deslocamento das montanhas. Carneiro e o geólogo Fernando Almeida (1916-2013) concluíram que, há 70 milhões de anos, houve uma intensa movimentação vertical de grandes blocos da crosta na região da serra do Mar. “Foi mais ou menos como se cortássemos um pão comprido em fatias e as deslocássemos, umas para cima, outras para baixo”, compara Carneiro. “Esse processo, cujas causas ainda são desconhecidas, formou um grande protoplanalto que era muito mais extenso do que os atuais planaltos Paulistano e de Paraibuna. Desde então, a erosão incessante continua a provocar o recuo das escarpas da grande serra.”

Segundo ele, a serra do Mar deve ter se formado sobre uma grande falha geológica conhecida como Falha de Santos, que passa aproximadamente pelo meio da grande ilha de São Sebastião, a 50 km a leste da atual posição da serra, como detalhado em um artigo de junho de 1998 na *Revista Brasileira de Geociências*. Pesquisas mais recentes, com base na análise do desgaste de rochas, indicam que as escarpas da serra do Mar se deslocam para oeste a uma velocidade de 1 centímetro a cada 100 anos, em consequência da erosão (ver Pesquisa FAPESP nº 300).

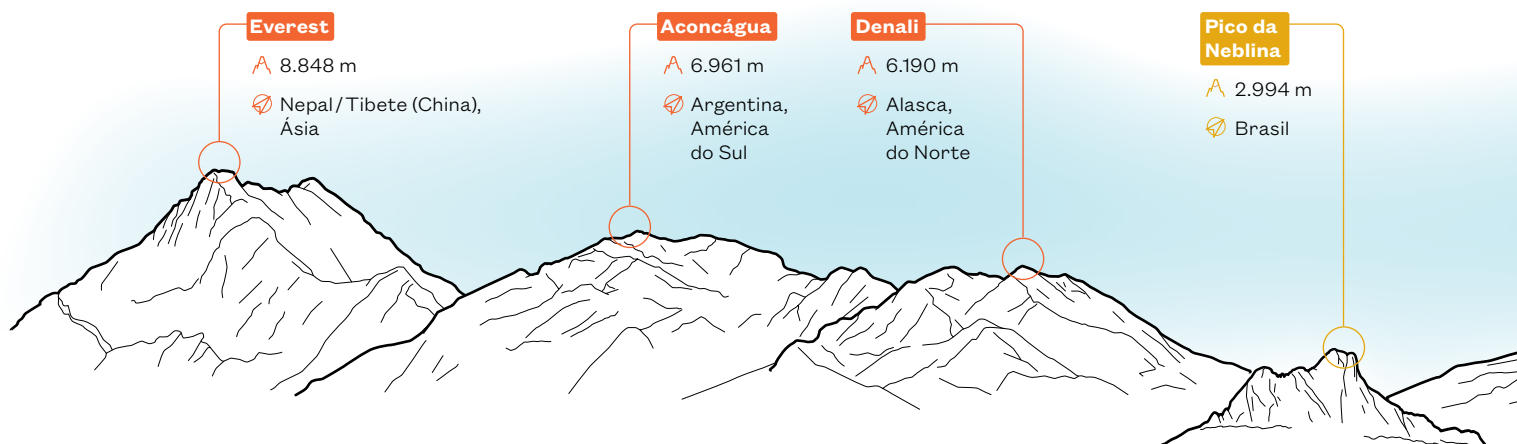


Maciço do Urucum, MS

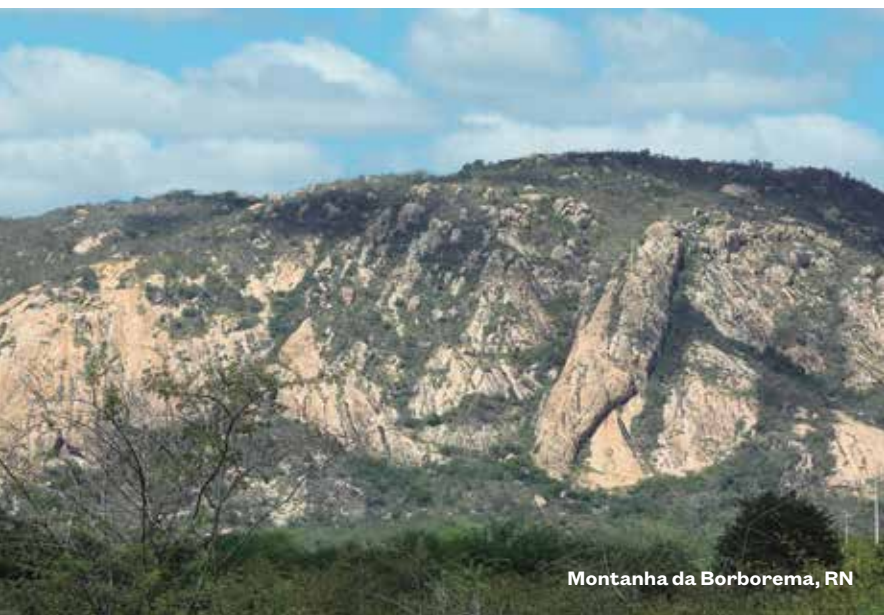


## As mais altas, por continente

Altura Localização



FONTE: FARIA, A. P. REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA. JUL.-DEZ. 2005

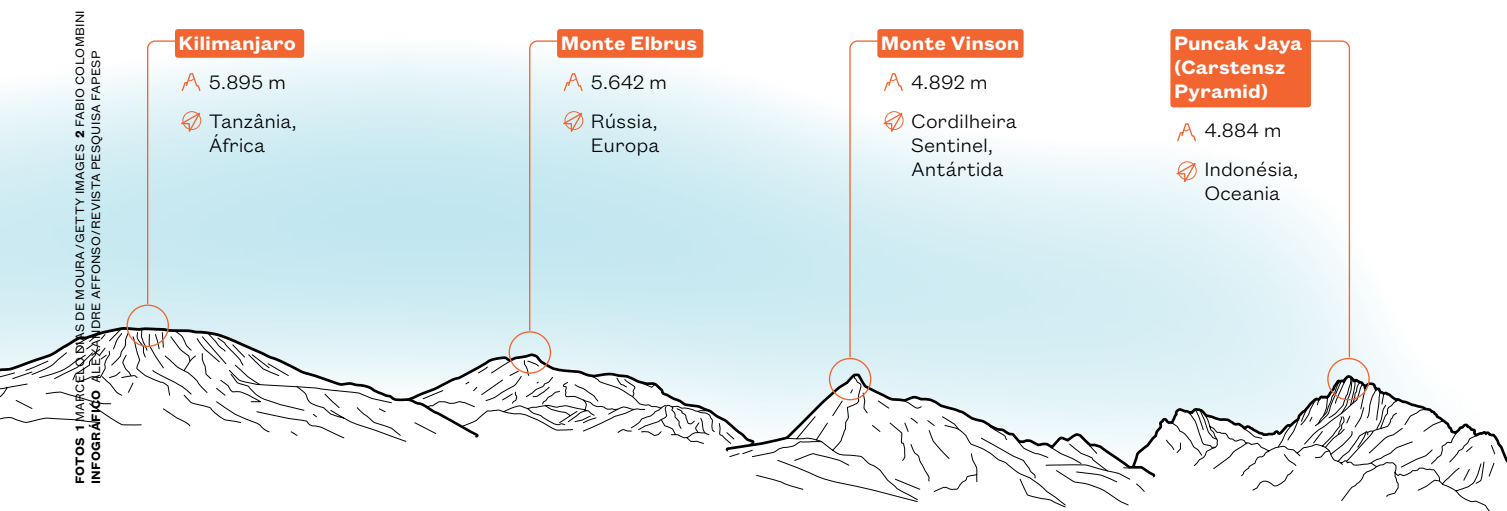


O debate sobre as montanhas despontou durante um congresso de geografia física realizado em junho de 2019 em Fortaleza, Ceará. Em uma das mesas-redondas, em que se discutiam as novas tecnologias de mapeamento do relevo, Botelho, da plateia, pediu a palavra e, sem grandes pretensões, comentou: “Estamos discutindo o mapeamento automático, mas antes precisaríamos criar um sistema de classificação de relevo, parecido com os que já existem para o solo e os seres vivos. A nomenclatura ainda tem muitas divergências”.

O comentário agitou o auditório lotado. Por fim, os participantes concordaram em formar uma comissão para implementar uma metodologia de classificação do relevo brasileiro, sob a coordenação do IBGE, em colaboração com especialistas do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), da União da Geomorfologia Brasileira (UGB) e de universidades. Na primeira reunião, três meses depois, formaram nove grupos de trabalho, cujos participantes deveriam rever os termos e conceitos do relevo. Cerca de 70 geógrafos e geólogos participam desse trabalho.

Foi assim que, no primeiro nível de classificação, o termo depressão, usado para designar relevos planos com inclinação suave, que cobriam 60% do território nacional, foi considerado impreciso e substituído por superfícies rebaixadas, que designam terrenos mais baixos que os vizinhos. “Toda depressão é uma superfície rebaixada, mas nem toda superfície rebaixada é depressão”, diz Botelho. Os conceitos de planalto, tabuleiros e planície, os outros três dos cinco termos básicos do primeiro nível da classificação do relevo, não sofreram modificações (*ver infográfico*).

Cada grupo de trabalho conferia em campo as definições nos mapas – nem sempre as des-



FOTOS: 1 MARCELO DA SILVA/REUTERS; 2 FABIO COLOMBINI/REUTERS; 3 ANDRE AFFONSO/REVISTA PESQUISA FAPESP



Um helicóptero do serviço de emergência voa sobre um deslizamento causado por chuvas intensas em fevereiro de 2022 em Petrópolis

crições batiam com a realidade. Em agosto de 2023, Botelho participou de uma expedição ao maciço do Urucum, no município de Corumbá, em Mato Grosso do Sul, com 1.065 m de altitude, fonte de minério de ferro e manganês explorado por uma mineradora. “Vendo de baixo, temos a falsa impressão de que é um platô, mas, subindo e andando lá em cima, vimos que tem cristas”, ela conta. Assim, o que era um planalto, por causa do topo supostamente plano, tornou-se uma montanha, por sinal, a única do estado.

Outras expedições caracterizam o Ceará como o estado mais montanhoso do Nordeste, por abrigar os maciços de Meruoca, Baturité e Pereiro, além das serras das Matas e do Machado. Na Paraíba, destacou-se a serra do Teixeira, com o pico do Jabre, o mais alto do estado, com 1.208 m. Por sua

vez, Pernambuco exhibe o pico do Papagaio, com 1.260 m, na serra do Triunfo, que funciona como um oásis no sertão, com clima subúmido e temperaturas abaixo de 14 graus Celsius (°C) em junho.

#### ÁREAS DE RISCO

Botelho ressalta que o reconhecimento das montanhas evitará que cada geógrafo adote uma terminologia própria e poderá incentivar não apenas o turismo, mas também as políticas de conservação da biodiversidade e as medidas de prevenção de desastres. Os deslizamentos de terra são mais comuns nessas áreas, como em Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo (RJ), que, em janeiro de 2011, causaram 900 mortos; em São Sebastião (SP), em fevereiro de 2023, com 64 mortos, e em Juiz de Fora, em fevereiro, com 60 mortos.

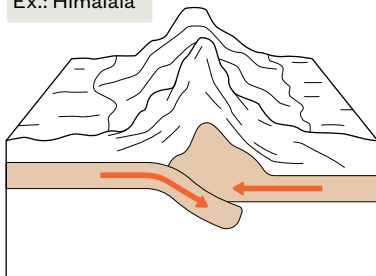
## Como as cordilheiras crescem...

Três tipos básicos de movimentos da crosta terrestre podem elevar o relevo

### COLISÃO DE PLACAS LITOSFÉRICAS

Quando duas placas continentais colidem, a crosta é comprimida, dobra-se e espessa-se, elevando-se para formar montanhas

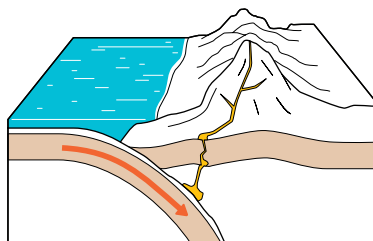
Ex.: Himalaia



### SUBDUÇÃO

Uma placa oceânica mergulha sob uma placa continental e força elevação do relevo

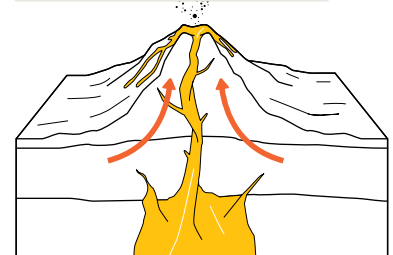
Ex.: Andes



### VULCANISMO

Lava e outros materiais vulcânicos podem se acumular e formar montanhas

Ex.: Vulcão Mauna Loa, no Havaí

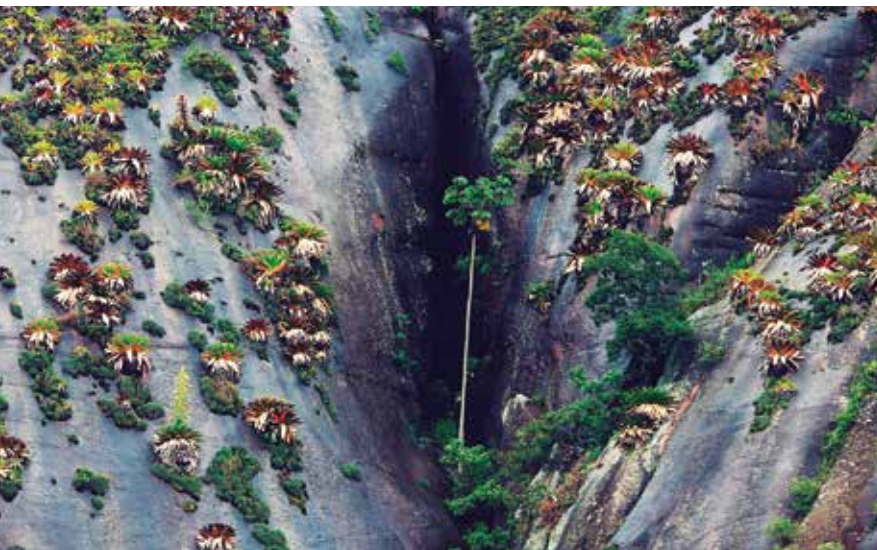


FONTES ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA / U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS) / FARIA, A. P. REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA. 2005

“As encostas das montanhas já sofreriam deslizamentos naturais, por causa de declividade. A ocupação pela agricultura e pelas cidades acelera esse processo e torna a tragédia previsível. A pergunta não é se, mas quando vai acontecer”, comenta a botânica Rafaela Campostrini Forzza, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) no Parque Nacional do Descobrimento, em Prado, Bahia. “As montanhas são ambientes únicos, com uma riqueza biológica imensa, que deveriam ser mais bem preservadas.”

Explorando as paisagens das alturas desde a adolescência, Forzza participou de duas grandes expedições científicas às áreas altas e mais isoladas da Amazônia: uma entre 2011 e 2014, à serra do Aracá e ao pico da Neblina, no Amazonas, e à serra Grande e ao monte Caburaí, em Roraima, da qual resultou o livro *Expedições às montanhas*

As sementes da bromélia-imperial têm adaptações que funcionam como âncoras e lhes permitem se fixar sobre rochas



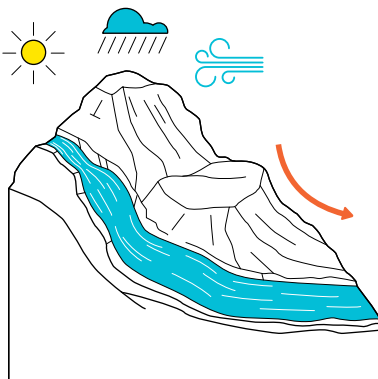
2

## ... e decrescem

O desgaste começa logo após se formarem

### INTEMPERISMO E EROSÃO

Variações de temperatura, congelamento da água, ação de plantas e reações químicas podem fragmentar e corroer as rochas. A água da chuva e dos rios, o gelo das geleiras e o vento fazem os sedimentos se desprenderem e os transportam para lugares mais baixos



da Amazônia (Andrea Jakobsson Estúdio, 2015); e outra à serra do Imeri, no norte do Amazonas, próximo à fronteira com a Venezuela, com altitude de até 2.450 m (ver Pesquisa FAPESP nºs 259 e 324).

“Se nas áreas planas já é difícil entrar, porque a floresta é muito poderosa e te engole, trabalhar nas mais altas exige condições físicas e psicológicas ainda mais robustas”, ela relata. “No Imeri, choveu todos os dias, fazia muito frio, estávamos acampados sobre um lamaçal, com lama até o joelho e a roupa sempre molhada. Mas é muito gratificante.”

**A**lém de abrigarem espécies únicas de plantas e animais, as montanhas guardam exemplares de uma flora antiga, já extinta em outros lugares. Em 2011, no alto de um dos picos da serra dos Órgãos, em Petrópolis, o botânico Gustavo Martinelli, também do JBRJ, encontrou touceiras da espécie de bambu mais rara do mundo, *Glaziophyton mirabile*, que representa a ligação entre as que ocuparam os dois lados do Atlântico.

“As adaptações ao ambiente montanhoso são fantásticas”, ele observou, com um exemplo: as sementes da bromélia-imperial (*Alcantarea imperialis*), exclusiva da região de Petrópolis, têm extensões semelhantes a âncoras que lhes permitem se agarrarem, germinarem e crescerem sobre paredões de rocha. À medida que crescem, as raízes acumulam detritos e água de chuva que servirão para fixar outras plantas.

Como Forzza, Martinelli encontrou espécies novas de plantas desde que, há 50 anos, começou a subir pela região serrana do Rio, onde seu pai tinha um sítio. Não parou mais. Em 2006, integrou um grupo da Organização das Nações Unidas (ONU) para incentivar a conservação de ambientes montanhosos, já que também são fontes de água para os moradores das cidades. Tentou influenciar o governo federal a implementar essa conservação, mas não conseguiu. No final de 2025, aos 73 anos, percorreu as serras das Confusões e da Capivara, no Piauí.

Como em outros países, as paisagens montanhosas do Brasil passam por transformações decorrentes da ocupação humana, da construção de estradas e da elevação da temperatura. As mudanças facilitam a expansão de cultivos agrícolas, como o de pinheiros na serra do Cipó, em Minas Gerais, e de espécies invasoras. Plantas e insetos, répteis e mamíferos migram para áreas mais altas – se o clima se tornar ainda mais quente, talvez não tenham para onde ir, alertam os pesquisadores. ●

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

# A ciência dos terreiros

Com cerca de 40 livros publicados, professor emérito da FFLCH-USP ajudou a consolidar o campo da sociologia da religião no Brasil

CHRISTINA QUEIROZ\_\_retrato LÉO RAMOS CHAVES

**N**a segunda metade dos anos 1980, o sociólogo Reginaldo Prandi voltou dos Estados Unidos convencido de que tinha reunido material necessário para escrever sua tese de livre-docência sobre opinião pública e pesquisas eleitorais. Durante meses, percorreu universidades daquele país, assistindo a cursos, reunindo livros, artigos e cópias xerográficas a respeito da questão. Tudo foi cuidadosamente guardado nas malas que o acompanhavam no voo de retorno ao Brasil. Mas, ao chegar, descobriu que a bagagem havia sido extraviada. O episódio acabou por mudar o rumo de sua carreira. De volta a São Paulo, decidiu abandonar o tema da opinião pública e retomar um assunto que já o intrigava desde suas pesquisas no Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap): a sociologia da religião. Desde então, sua produção científica passou a se concentrar no estudo das religiões afro-brasileiras, da circulação de mitos e das transformações do universo religioso.

Prandi é professor emérito da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Graduiu-se na área pelo Centro Universitário Fundação Santo André e seguiu sua formação na USP, onde obteve os títulos de especialista em demografia e mestre e doutor em sociologia. Ele foi um dos fundadores em 1983 do Instituto Datafolha, onde ajudou a implementar conceitos estatísticos como margem de erro e intervalo de confiança em pesquisas de opinião.

Publicou cerca de 40 livros, incluindo obras como *Os candomblés de São Paulo* (Hucitec/ Edusp, 1991) e *Mitologia dos orixás* (Companhia das Letras, 2000). Em dezembro de 2025, Prandi doou sua biblioteca particular sobre religiões afro-brasileiras e estudos africanos, composta por cerca de 2 mil títulos, ao Museu Paulista da USP. Nessa mesma época, recebeu *Pesquisa FAPESP* para a entrevista que vem a seguir.

---

#### ESPECIALIDADE

Sociologia da religião

#### INSTITUIÇÃO

Universidade de São Paulo

#### FORMAÇÃO

Graduação em sociologia pelo Centro Universitário Fundação Santo André (1970), mestrado (1974) e doutorado (1977) em sociologia pela USP



### **Como foi a sua entrada no campo de estudos sobre as religiões afro-brasileiras?**

Entrei como docente na USP em 1976, enquanto fazia doutorado. Na segunda metade dos anos 1980, viajei aos Estados Unidos para me preparar para a tese de livre-docência, que seria sobre formação da opinião pública e pesquisas eleitorais. Passei um período na Universidade do Sul do Oregon, participando de um projeto que também envolvia pesquisadores das universidades de Berkeley e Columbia. Naquela época, não existia armazenamento digital como hoje. Tudo precisava ser guardado em papel. Voltei da viagem com uma quantidade enorme de livros, cópias em xerox e documentos acumulados nas malas. Eu voava de Los Angeles para São Paulo, com uma conexão em Miami. Mas houve uma tempestade e o avião não pôde pousar imediatamente. Ficamos circulando durante muito tempo e, com isso, perdi a conexão. Consegui embarcar em outro voo para o Brasil, mas minhas malas, que continham todo o material de pesquisa que eu havia reunido durante a viagem, foram extraviadas. Fiquei desesperado. Depois de muito esperar as malas, que não chegavam, resolvi abandonar o tema da opinião pública e retomar um assunto que já vinha me interessando havia algum tempo: o estudo da religião, mais especificamente do candomblé.

### **As malas nunca apareceram?**

Após seis meses, a companhia aérea entrou em contato comigo dizendo que elas tinham sido encontradas em um depósito no aeroporto de Narita, no Japão. Até hoje não sei explicar como elas foram parar lá. Quando finalmente chegaram ao Brasil, minha vida acadêmica já tinha tomado outro rumo. Eu já estava com um novo projeto, financiado pela FAPESP, dedicado ao estudo do candomblé em São Paulo. Resolvi não voltar atrás. Doei todo o material que havia recuperado e segui adiante com a nova pesquisa. Foi assim que acabei entrando definitivamente no campo das religiões afro-brasileiras, uma área da qual nunca mais saí.

### **Foi nessa época que você conheceu a Mãe Menininha do Gantois [1894-1986], em Salvador?**

Sim. Eu estava na Universidade Federal da Bahia [UFBA] dando um curso de estatística aplicado à área educacional. O curso era ministrado na faculdade de arquitetura. Um dia, durante a aula, olhei pela janela e vi passar uma grande procissão. Eram mulheres vestidas de branco, com saias rodadas e panos na cabeça, carregando potes. Perguntei aos alunos o que era aquilo. Eles disseram: 'É a festa das Águas de Oxalá'. Eu conhecia a cerimônia porque já havia estudado religiões afro-brasileiras, mas nunca tinha presenciado algo parecido nas ruas. Então perguntei de qual terreiro se tratava. Eles responderam que era o terreiro de Mãe Menininha do Gantois, chamado Ilê Axé Iyá Omin Iyamassê, ou Terreiro do Gantois, um dos mais tradicionais do país. Os alunos ficaram surpresos quando perceberam que eu nunca tinha visitado o terreiro e marcamos um dia para conhecê-lo.

### **Como foi a recepção?**

Quando cheguei, fui recebido e levado ao quarto em que a ialorixá recebia todos que a procuravam. Mãe Menininha se mostrou uma pessoa extremamente

gentil, de uma delicadeza impressionante. Conversamos bastante. Em determinado momento, pediu licença e retirou uma toalha que cobria uma pequena mesa redonda ao lado da cama. Debaixo da toalha estavam os búzios, usados no jogo divinatório do candomblé. Ela começou a manipulá-los e a observá-los enquanto conversava comigo. Em seguida disse algo que eu nunca esqueci: que eu teria um papel importante no estudo do candomblé, que os orixás abririam muitas portas para mim e eu teria acesso a muitos terreiros. Disse também que eu poderia estudar profundamente os orixás porque sempre encontraria acolhimento nesse caminho. É o que vem acontecendo até hoje.

### **Qual foi sua primeira pesquisa de fôlego sobre o tema?**

No final dos anos 1980, pesquisadores da USP haviam levantado material muito interessante sobre terreiros de religiões afro-brasileiras. Na época, os terreiros precisavam registrar seus estatutos em cartório de registro civil. Esses documentos eram públicos e continham uma série de informações como os nomes dos dirigentes, as entidades cultuadas, a descrição da casa religiosa e dados sobre a organização da comunidade. Havia uma equipe de estudantes, muitos deles de iniciação científica, que passou meses consultando cerca de 50 cartórios de registro civil em São Paulo. Eles levantaram todo esse material e organizaram os dados. Como eu tinha familiaridade com informática, algo ainda raro naquele momento, acabei ajudando a transformar essas informações em um banco de dados e depois a processar esses dados.

### **E o que você descobriu quando começou a tabular os dados?**

Percebi algo que me chamou muito a atenção. Entre os terreiros registrados como umbanda, apareciam cerca de dezenas de casas que, certamente, funcionavam como terreiros de candomblé. Ao examinar os estatutos, ficava claro que as entidades cultuadas, os rituais descritos e a organização religiosa correspondiam mais ao candomblé do que à umbanda. Ou seja, havia um número significativo de casas de candomblé que apareciam oficialmente registradas sob outra classificação. Levei essa observação

“  
**O candomblé se expandiu para grandes cidades acompanhando fluxos de migração interna no Brasil**

para o sociólogo e demógrafo Cândido Procópio Ferreira de Camargo [1922-1987], com quem trabalhava no Cebrap, e que foi meu grande mestre. Quando mostrei os resultados, ele disse: “Está aí a sua tese de livre-docência. Você já tem o problema de pesquisa nas mãos e agora precisa ir a campo”. Argumentei que seria um trabalho enorme. E ele respondeu: “Então peça financiamento para a FAPESP”. Preparei um projeto e consegui apoio da Fundação.

#### **Como foi a pesquisa de campo?**

Comecei a visitar os terreiros identificados nos registros. Muitos já não existiam mais, tinham fechado ou mudado de endereço. Mas os próprios dirigentes religiosos indicavam outras casas, porque os terreiros formam redes de relações densas. No candomblé fala-se muito em famílias de santo. Um terreiro geralmente está ligado a muitos outros por vínculos de iniciação, parentesco ritual, amizade ou tradição litúrgica. Essas conexões permitem reconstruir redes inteiras de sociabilidade religiosa. Foi a partir desse trabalho de campo que escrevi minha tese de livre-docência [1989], posteriormente publicada no livro *Os candomblés de São Paulo*. Essa pesquisa também me levou a questionar uma ideia difundida na época: a de que os terreiros de candomblé só existiam em regiões que tiveram forte presença de escravidão. Os dados mostravam algo diferente.

#### **O que eles mostraram?**

Vamos pegar o caso de Brasília, cidade que não participou do sistema escravocrata, porque foi construída no século XX. Mesmo assim, ela tem hoje numerosos terreiros de umbanda e candomblé. Isso ocorre porque as religiões também se deslocam com as pessoas. O Brasil tem um histórico intenso de migração interna, especialmente de populações vindas do Nordeste. Quando as pessoas se mudam, levam consigo seu repertório cultural. Nesse baú estão incluídas práticas religiosas, crenças e rituais. Assim, com os migrantes também chegam os orixás, os cultos e as tradições do candomblé.

#### **Como surgiu a ideia de escrever *Mitologia dos orixás*, que virou um best-seller e completou 40 edições no ano passado?**



## **Ao analisar registros de cartório, descobri que terreiros de candomblé eram oficialmente classificados como de umbanda**

No começo dos anos 1990, eu estava no café da FFLCH com a antropóloga Lilia Schwarcz, que tinha uma atuação forte na editora Companhia das Letras. Conversávamos sobre uma experiência comum de quem faz pesquisa: a quantidade enorme de material que reunimos e, muitas vezes, acabamos não aproveitando integralmente. Ela me perguntou se, nas minhas pesquisas sobre candomblé, eu ouvia falar de muitos mitos. Eu respondi que sim, o tempo todo. Ela me propôs fazer um livro só de mitos dos orixás, e a ideia me pareceu excelente. Quando cheguei em casa, comecei a abrir gavetas, separar papéis, rever anotações e logo percebi que o material era vasto, mas incompleto. Eu tinha muita coisa, mas sabia que haveria ainda muito a recolher.

#### **O que fez?**

Foi preciso organizar o acervo, contratar ajuda e viajar para lugares onde existiam versões e narrativas que eu ainda não havia registrado. Mas o trabalho não consistia apenas em reunir e compilar mitos. Era também preciso escrevê-los. Cada narrativa chegava até mim

de um jeito: contada por pessoas diferentes, registrada em contextos diversos, com estilos variados. Eu precisava dar unidade àquilo sem apagar a singularidade de cada história. Então criei uma forma de escrita inspirada no estilo narrativo dos babalaôs africanos. Por isso, o texto tem certas repetições, uma cadência própria, uma oralidade ritmada. A ideia era de que o livro soasse como se tivesse sido narrado por uma única voz, sem trair a estrutura das histórias originais. O sucesso do livro foi imediato. A primeira edição praticamente se esgotou no lançamento. Na festa de lançamento, a própria editora já telefonou para a gráfica pedindo nova impressão, porque as livrarias haviam encomendado todos os exemplares. Para mim, foi um resultado muito surpreendente e gratificante.

#### **Você incluiu novos capítulos na reedição dessa obra?**

Não. Pretendíamos fazer alterações para uma edição comemorativa dos 25 anos de publicação, mas, em vez disso, escrevi outro livro, *Orixás: Os deuses que habitam em nós*. [Companhia das Letras, 2025]. Esse novo livro é, de certa forma, uma leitura sentimental de *Mitologia dos orixás*. Trata-se de uma revisitação da obra a partir de uma perspectiva mais subjetiva. A ideia surgiu para comemorar os 25 anos da publicação original. Ao longo do tempo, percebi que o livro ganhou vida própria, sendo adotado por leitores diferentes, incluindo pesquisadores, praticantes das religiões afro-brasileiras e o público interessado em mitologia e cultura brasileira. Essa nova publicação nasce, portanto, como uma forma de olhar para essa trajetória com mais distanciamento e também com certo afeto.

#### **Você fala iorubá?**

Não falo iorubá de maneira fluente. Também não diria que compreendo plenamente a língua falada, porque o iorubá é tonal, e nós não temos o ouvido treinado para distinguir com facilidade essas variações. A mesma vogal pode ser pronunciada em alturas diferentes e mudar completamente o sentido da palavra. Mas aprendi a ler, a trabalhar com a língua escrita, e ao longo de muitos anos fui reunindo dicionários, gramáticas, gravações e materiais de apoio.

## As religiões afro-brasileiras têm passado por transformações?

Sim, especialmente durante a pandemia de Covid-19. O candomblé sempre foi uma religião profundamente presencial. Não existiam programas de rádio, transmissões ou grandes estruturas midiáticas como em outras religiões. Os rituais dependem do encontro físico, da dança, do canto coletivo e da circulação pelo espaço ritual. Durante a pandemia, tudo isso se tornou impossível. Como reunir dezenas de pessoas em uma sala para cantar, dançar e celebrar? Era algo incompatível com as regras de distanciamento. Foi então que as lideranças religiosas começaram a utilizar recursos digitais. Muitas mães de santo passaram a fazer transmissões ao vivo, a abrir canais em redes sociais e a realizar encontros virtuais. Outras religiões já utilizavam esses meios havia muito tempo. A Igreja Católica, por exemplo, mantém emissoras de rádio há décadas, como a tradicional Rádio Aparecida e a Rádio Nove de Julho, da Arquidiocese de São Paulo, que ficou fora do ar por mais de 20 anos por conta da ditadura militar, que cancelou sua concessão. Igrejas pentecostais também construíram grandes redes de comunicação, com rádios, canais de televisão ou espaços alugados na programação televisiva. O candomblé, que historicamente sempre esteve mais restrito ao espaço do terreiro, passou a explorar essas novas formas de comunicação. Por isso, em 2021, decidi fazer uma nova edição de *Os candomblés de São Paulo*, incorporando análises sobre essas transformações recentes e os impactos provocados pela pandemia.

## Quantos terreiros existem hoje em São Paulo?

É muito difícil saber com exatidão. Do ponto de vista legal, esse número é praticamente impossível de determinar, porque não há mais a obrigatoriedade de registrar essas casas em cartório, como acontecia no passado. Mas arriscaria dizer que deve existir algo em torno de mil casas de candomblé e mil de umbanda espalhadas pela capital e Região Metropolitana.

## No começo de sua vida acadêmica, como você foi da veterinária às ciências sociais?

Cursei simultaneamente veterinária e ciências sociais. Era uma rotina corrida: eu ficava indo de um curso para o outro, dividindo meu tempo entre as duas formações e também trabalhando. Em determinado momento, percebi que seria difícil concluir os dois cursos ao mesmo tempo. Então tomei uma decisão prática. Resolvi trancar o último ano de veterinária, que era um curso de seis anos, e terminar primeiro o de ciências sociais, que durava quatro anos. Mas a vida acabou tomando outro rumo. Um dos professores de graduação me convidou, quando me formei, para trabalhar como seu assistente na PUC-SP [Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Ao mesmo tempo, ingressei no mestrado em sociologia na USP. A partir daí ficou claro que não havia mais como manter a ideia de concluir veterinária, pois minha carreira estava completamente direcionada para as ciências sociais.

## Nos anos 1970, a religião ainda era um campo pouco explorado nas ciências sociais brasileiras.

Sim, sobretudo as de origem africana, e um dos primeiros estudos de fôlego

foi desenvolvido no país por Candido Procópio Ferreira de Camargo. Quando ele estava no Cebrap, criou um grupo de pesquisa dedicado à sociologia da religião, do qual eu também fazia parte. A proposta era desenvolver um projeto amplo que buscasse responder: qual é o papel da religião na vida social brasileira? Ou, mais especificamente, em que medida a religião pode ajudar, piorar ou simplesmente não interferir na vida do país, das famílias e dos indivíduos? A primeira etapa desse trabalho foi fazer um levantamento sistemático de tudo o que havia sido produzido sobre religião no Brasil. Como você disse, naquele momento, o campo ainda era pouco estudado. O país era majoritariamente católico, ou seja, cerca de 98% da população se declarava católica, e as outras tradições religiosas apareciam como grupos relativamente pequenos. O projeto começou em 1970 e resultou, em 1973, na publicação de um livro que se tornou referência para os estudos sobre o tema: *Católicos, protestantes, espíritas* [Vozes]. Desse projeto inicial de sociologia da religião surgiram vários livros. Minha dissertação de mestrado nasceu desse grande levantamento que fizemos sobre as religiões no Brasil. Nosso objetivo não era apenas examinar o que já havia sido escrito sobre religião, mas também entender o que a religião produzia para orientar o comportamento dos fiéis. Ou seja, como as instituições religiosas influenciavam valores, práticas e visões de mundo.

## Por que você não seguiu com o tema da religião no doutorado?

Naquela época, era comum que os pesquisadores trabalhassem simultaneamente em vários temas. Nossa formação era ampla e diversificada. Minha tese de doutorado nasceu de outra grande pesquisa da qual participei no Cebrap. Era o projeto sobre emprego, desemprego e marginalidade social na América Latina, coordenado pelo sociólogo Fernando Henrique Cardoso e pelo economista Paul Singer [1932-2018]. Esse trabalho resultou em um estudo mais amplo sobre estrutura social e mercado de trabalho.

## Você também esteve envolvido com os primórdios da informática no Brasil.



**Durante a pandemia, religiões afro-brasileiras começaram a usar recursos digitais para se comunicar com seus seguidores**

Durante minha formação no Cebrap, especialmente quando estudávamos temas ligados à indústria, ao trabalho e à classe operária, era comum aprender também matemática e programação de computador. Isso porque muitas pesquisas envolviam análise de dados e estudos estatísticos. Hoje parece algo corriqueiro, mas naquele momento estávamos lidando com tecnologias ainda muito novas. Eu tenho até um diploma curioso que reconhece minha participação entre os pioneiros da informática no Brasil. Nesse período, eu participei de uma equipe responsável por realizar o primeiro cadastramento informatizado de domicílios de uma cidade brasileira no começo dos anos 1970. O município foi São Bernardo do Campo, na Região Metropolitana de São Paulo. O objetivo era criar um cadastro urbano que permitisse lançar e processar eletronicamente impostos e serviços públicos, como IPTU [Imposto Predial e Territorial Urbano], contas de água e de luz. Até então, esse tipo de registro era feito manualmente, em fichas de papel. Nossa equipe participou da construção desse sistema: realizamos o levantamento dos domicílios, estruturamos o banco de dados e desenvolvemos os programas que permitiam inserir e processar as informações em computadores de grande porte.

#### **Poderia falar sobre suas origens familiares?**

Venho de dois mundos distintos. De um lado, a família da minha mãe, Luíza, ligada ao comércio; de outro, a família do meu pai, Moacir, ligada ao artesanato, à leitura e a uma vida intelectual um pouco mais acentuada. Eu nasci em 1946, logo depois da Segunda Guerra Mundial. Meus pais tinham adiado o casamento por causa das dificuldades materiais do período. Havia escassez de produtos básicos, inclusive alimentos, por causa do envolvimento do Brasil no conflito, que sofria com o afundamento de navios. Para fazer uma festa de casamento, faltavam ingredientes essenciais, como açúcar e farinha. A situação só se resolveu quando o padrinho de casamento de minha mãe, que havia sido nomeado prefeito, presenteou o casal com um saco de açúcar e um de farinha, o que permitiu organizar a festa. Eles se casaram em julho de 1945. Meu nascimento foi muito difícil. Minha mãe ficou dias em



## **Reuni narrativas ouvidas em terreiros e criei um estilo inspirado nos babalaôs para escrever *Mitologia dos orixás***

trabalho de parto e foi levada para Rio Preto. Eu nasci de cesariana, algo raríssimo na época. Nasci praticamente sem sinais vitais, roxo, com poucas chances de sobreviver. Minha avó paterna, muito religiosa, me batizou ainda ali, nas mãos do médico, por medo de que eu morresse pagão, isso é, sem batismo. Depois fui batizado novamente por um padre.

#### **É filho único?**

Como a gravidez havia sido considerada de altíssimo risco, o médico fez também uma laqueadura de trompas na minha mãe. Todos pensaram que eu seria filho único. Mas, muitos anos depois, quando eu já estava no colegial, minha mãe foi surpreendida com uma gravidez. Meu irmão, Francisco, nasceu quando eu estava saindo de casa para vir estudar em São Paulo, em 1964. Foi como se, no instante em que eu deixava o lar, ele chegasse para ocupar meu lugar e preencher esse espaço na vida dos meus pais. Eu fiz toda a minha formação básica no interior de São Paulo, mas havia chegado o momento de bater as asas. Acontecia com todos os garotos interioranos daquele tempo que quisessem continuar os estudos.

#### **Você já foi questionado pelo fato de ser um homem branco que estuda religiões afro-brasileiras?**

Em geral, sou visto como um parceiro, como alguém que construiu uma relação respeitosa com esse universo. Mas às vezes essa questão surge. Uma vez estava em Salvador, numa conferência em que falava sobre Exu, divindade do candomblé e da umbanda, quando uma jovem na plateia perguntou como alguém tão branco podia falar de coisas dos negros. Eu havia participado de um exame de DNA feito com algumas figuras públicas, entre elas Gilberto Gil e Nei Lopes. O resultado me surpreendeu: além da ancestralidade europeia, havia cerca de 15% de DNA africano e uma parte indígena no meu sangue. Aquilo despertou uma curiosidade enorme e comecei a investigar a história da minha família.

#### **O que mais descobriu com seu exame de DNA?**

Procurei e procurei e acabei chegando a uma personagem praticamente apagada da memória familiar: uma mulher chamada Luíza. Meu bisavô, imigrante do norte da Itália, casou-se no Brasil com essa brasileira de pele escura, provavelmente negra ou mestiça. Tiveram muitos filhos, mas ela adoeceu cedo e morreu. O curioso é que não ficou quase nenhum vestígio dela. Não há fotografia, não há descrição precisa, nada. Ao mesmo tempo, o nome permaneceu. Minha mãe se chamava Luíza, várias mulheres da família também. É como se ela tivesse sido apagada da história, mas continuasse viva no nome que atravessou gerações. Descobrir essa história mudou um pouco a maneira como vejo minha trajetória. Não se trata de resolver questões de identidade por meio da biologia nem de reivindicar pertencimentos de forma simplista. Mas aquela bisavó esquecida mostra algo importante sobre o Brasil: muitas famílias esconderam ou silenciaram partes de sua própria história. E, às vezes, o passado reaparece de formas inesperadas, num exame de DNA, num nome repetido, numa história quase perdida. E, de certa maneira, isso também ajudaria a explicar, se é que isso é possível, por que passei a vida tentando entender as muitas camadas da cultura brasileira. ●

# Desempenho mais robusto

Avaliação Quadrienal da Capes para o ciclo 2021-2024 registra avanço no número de cursos de mestrado e doutorado considerados de excelência

SARAH SCHMIDT — ilustrações ANA MATSUSAKI

O número de programas de pós-graduação com notas 6 e 7, considerados de excelência, aumentou 21% no país, de acordo com a Avaliação Quadrienal 2021-2024 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), cujos resultados foram divulgados em fevereiro. No total, 808 programas *stricto sensu* alcançaram esse patamar, ante 667 no quadriênio anterior (2017 a 2020). Eles se concentram nas universidades públicas: 18,6% dos cursos dessas instituições receberam notas 6 e 7, ante 13,1% nas privadas.

Adotada desde a década de 1970, a avaliação mede a qualidade dos cursos de mestrado e doutorado *stricto sensu*, tanto acadêmicos quanto profissionais, e orienta a distribuição de bolsas e recursos financeiros para eles. Os responsáveis preenchem periodicamente um relatório com informações sobre vários quesitos: a proposta do programa, a qualificação do corpo docente, o perfil dos estudantes e a produção intelectual, além da inserção internacional. Ao todo, 4.555 programas em 50 áreas de avaliação foram analisados por 1.980 membros da comunidade científica.

O desempenho é mensurado por meio de uma escala de 1 a 7, em que as notas 1 e 2 são insuficientes, 3 é o padrão mínimo de funcionamento, 4 e 5 sinalizam boa qualidade e consolidação e 6 e 7 representam níveis de excelência, com destaque internacional. No balanço geral, 28% (1.272) dos programas subiram de nota, 60% (2.721) mantiveram-se estáveis e 8% (382) pioraram. Segundo a Capes, os 48 programas que receberam notas 1 ou 2 serão descredenciados pelo Ministério da Educação (MEC).

Na comparação com a avaliação anterior, houve uma queda no número de programas que receberam notas 3, passando de 928 para 622. Já os



classificados com nota 4 aumentaram de 1.752 para 1.859, e os de nota 5, de 1.032 para 1.218. Para o físico Antonio Gomes, diretor de Avaliação da Capes, a redução no percentual de notas 3 é um movimento importante. “Avaliamos que isso se deve, em parte, a uma iniciativa da Capes chamada Programa de Redução de Assimetrias da Pós-graduação, que fez um investimento em cerca de 100 programas que historicamente apresentavam dificuldades. Como resultado, 70% deles aumentaram suas notas”, diz ele, que também é pesquisador da Universidade Federal do Ceará (UFC). É possível que esse panorama ainda mude, porque 18% dos programas entraram com pedido de reconsideração das notas e os recursos vão ser analisados até o final de maio. “A avaliação pode apresentar eventuais falhas ou gerar dúvidas de interpretação, seja por falta de cristalinidade nos pareceres ou por dificuldades na compreensão por parte dos programas”, pondera.

Cursos com desempenhos melhores reforçam sua reputação, atraem o interesse de mais alunos e têm acesso a oportunidades extras de financiamento. “Os que recebem notas 6 e 7 passam a ser contemplados pelo Proex [Programa de Excelência Acadêmica]. O problema é que o orçamento da Capes não tem aumentado ao longo dos últimos anos, o que pode limitar a expansão do apoio”, observa Roberto Goulart Menezes, decano de pós-graduação da Universidade de Brasília (UnB). Esses recursos podem ser investidos em bolsas, custeio de material de laboratório, passagens e diárias, e na realização de eventos, com a vantagem adicional de que os programas de excelência podem aplicá-los de forma flexível, seguindo suas próprias prioridades. Cursos com notas entre 3 e 5 também recebem apoio da agência federal via Programa de Apoio à Pós-graduação (Proap), com repasses mais modestos e autonomia menor.

Cláudia Wasserman, pró-reitora de Pós-graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), conta que, embora quase três quartos dos programas da instituição tenham sido classificados com notas 5, 6 e 7 na avaliação de 2020, houve uma redução do número de bolsas, inclusive em programas de excelência, como bioquímica e genética, nos últimos anos. “Isso tem impacto direto na formação, já que alguns estudantes acabam deixando a pós-graduação por falta de recursos”, observa. Na avaliação recente, o número de programas da UFRGS com as três notas mais elevadas subiu de 73% para 79%. “Temos atuado de forma estratégica, apoiando os programas na construção de planos de curto, médio e longo prazo.”

Gomes, da Capes, reconhece a importância de ampliar o orçamento da agência. “Em 2025, a Capes concedeu o maior número de bolsas da sua história. Mas o fomento e a avaliação caminham juntos. Outras fontes de financiamento também utilizam a nossa avaliação de qualidade dos programas como referência. O fluxo de financiamento federal, estadual e até privado para esses programas tende a aumentar a partir desse reconhecimento”, complementa.

O Norte e o Centro-Oeste foram as regiões que mais se destacaram por aumentar as notas de seus programas. “Isso mostra uma capilarização da pós-graduação, com maior distribuição da qualidade pelo território do país”, destaca Gomes. A Universidade Federal do Pará (UFPA), que mantém a maior quantidade de programas de pós-graduação na região Norte, viu 38% de seus 92 programas subirem de nota, 42% se manterem estáveis e 9% apresentarem queda. Iracilda Sampaio, pró-reitora de Pesquisa e Pós-graduação da UFPA, conta que a ampliação de programas que tiveram notas 4 e 5 – 30 no total – deve



permitir a abertura de novos doutorados. “Isso tem impacto direto no desenvolvimento regional, especialmente na Amazônia”, afirma. O número de programas de excelência dobrou para 14 – um dos exemplos foi o de ecologia, no *campus* de Belém, cuja nota saltou de 5 para 7, uma novidade na avaliação deste ano, que permitiu ascensões ou quedas abruptas.

**N**a UnB, pela primeira vez, um programa de pós-graduação em educação alcançou nota 6. “Isso é inédito na região Centro-Oeste e bastante significativo”, afirma o decano Menezes. “Outro exemplo relevante é o mestrado profissional voltado a povos e territórios tradicionais, majoritariamente composto por indígenas, ribeirinhos e quilombolas, que passou de nota 3 para 4 e agora poderá abrir doutorado, ampliando o impacto social e regional.” Ele destaca que, dos 90 programas da UnB, 26 subiram de nota e agora 54 deles (60%) atingiram conceitos 5, 6 e 7.

“Hoje, cerca de 54% dos nossos 94 programas têm notas 5, 6 e 7, um avanço em relação aos cerca de 50% da avaliação anterior”, conta a pró-reitora de Pós-graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Carol Leandro. Um dos fatores que contribuíram para esse resultado foi um programa de ações estratégicas criado em 2022. “Com recursos próprios da universidade, promovemos um modelo de mentoria em que programas com notas 5, 6 e 7 apoiaram aqueles com notas 3 e 4. Esse trabalho coletivo teve impacto direto nos resultados: conseguimos reduzir o número de programas com nota 3 de 24 em 2017 para 10 em 2025.

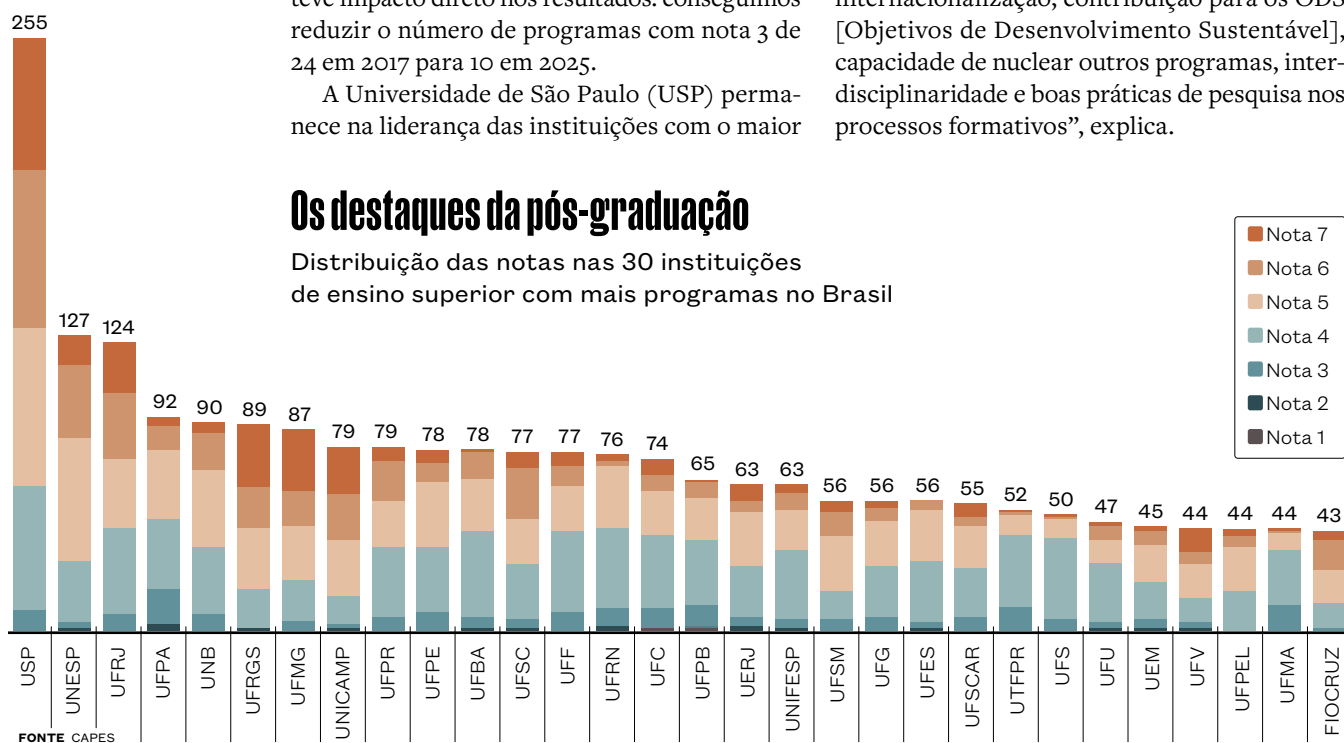
A Universidade de São Paulo (USP) permanece na liderança das instituições com o maior

número de programas com notas 6 e 7 – 125 no total –, seguida pela Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com 50, UFRGS, com 45, Estadual Paulista (Unesp), com 44, e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com 42. “Nesse ciclo, tivemos um crescimento de cerca de 42% nos programas de excelência, com notas 6 e 7, acima da média nacional”, observa Maria Valnice Boldrin, pró-reitora de Pós-graduação da Unesp. Ela avalia que um dos fatores que explicam esse desempenho foi o esforço para aumentar a internacionalização dos cursos. Em 2020, havia cerca de 50 alunos estrangeiros na universidade, hoje são mais de 500. Já na Unicamp, 55% dos programas acadêmicos foram classificados com notas 6 e 7. “Nos programas profissionais, também há um desempenho relevante, com 50% dos mestrados atingindo a nota máxima”, observa Claudia Morelli, pró-reitora de Pós-graduação da instituição.

Gomes, da Capes, destaca que os parâmetros de avaliação devem sofrer modificações importantes no próximo ciclo, relativo ao período de 2025-2028. Uma das principais diz respeito a exigências para que programas recebam notas 6 e 7. Antes, a elegibilidade para esse patamar estava centrada na internacionalização, ou seja, em sua inserção em redes de pesquisa internacionais, um sinal de que seus pesquisadores e estudantes atuam no estado da arte de seus temas de estudo. “Na nova abordagem, os programas nota 7 vão precisar apresentar desempenho excelente em várias dimensões ao mesmo tempo, incluindo impacto na sociedade, destaque na internacionalização, contribuição para os ODS [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável], capacidade de nuclear outros programas, interdisciplinaridade e boas práticas de pesquisa nos processos formativos”, explica.

## Os destaques da pós-graduação

Distribuição das notas nas 30 instituições de ensino superior com mais programas no Brasil



FONTE: CAPES

Já para alcançar a nota 6, os programas também deverão ser muito bons nesses quesitos, obtendo excelente na maioria dessas dimensões. “Isso permite que programas com forte impacto regional sejam reconhecidos como de excelência, mesmo que a internacionalização não seja sua principal estratégia.” As mudanças devem tornar mais complexo o processo de avaliação.

**O**tra novidade será o aumento do peso de quesitos como planejamento e autoavaliação. E haverá uma transformação na avaliação de qualidade da produção científica dos programas. Em vez de se basear apenas em uma classificação de revistas em que os artigos científicos são publicados, o Qualis Periódicos, passa-se a considerar também de forma individualizada o impacto e os indicadores de cada *paper*. Há também a introdução dos chamados casos de impacto, que buscam valorizar contribuições específicas dos programas de pós-graduação para a sociedade, além de um olhar mais atento para políticas de inclusão e permanência.

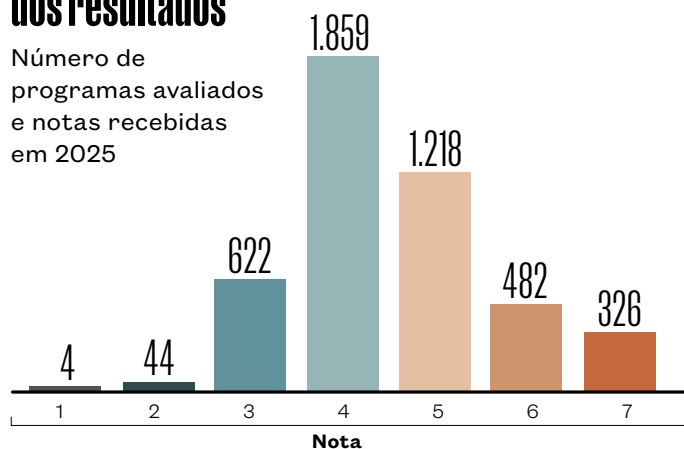
“O grande mérito da avaliação da Capes é ser um sistema nacional único e consolidado, que influencia diretamente a produção científica e a formação de pesquisadores no país. Sem ele, a pesquisa no Brasil não seria o que é”, avalia Sergio Salles-Filho, coordenador do Laboratório de Estudos sobre Organização da Pesquisa e da Inovação da Unicamp. Ele observa que a Capes tem procurado aprimorar o processo de avaliação, identificando pontos de ajuste. Em sua visão, no entanto, há variações significativas e crescentes nos critérios adotados pelas diferentes áreas do conhecimento. “Embora essa situação possa ser justificada pelas especificidades das áreas e

subáreas, seria preciso entender melhor como isso vem reposicionando critérios de qualidade.”

Salles aponta a necessidade de incorporar parâmetros externos de avaliação dos programas, e cita como exemplo o Research Excellence Framework (REF), modelo de avaliação do Reino Unido que analisa o impacto e a qualidade da pesquisa nas instituições de ensino superior britânicas. “Lá, há avaliação feita por pessoas que não estão envolvidas diretamente no mesmo trabalho”, observa. “O sistema brasileiro, apesar de sua inegável importância, tem uma dinâmica endógena, em que a comunidade científica define seus critérios e se autoavalia.” Gomes concorda que os critérios precisam evoluir. “A avaliação hoje é muito focada em nós mesmos”, diz. “A participação de avaliadores externos com experiência internacional é desejável e poderá nos ajudar a qualificar ainda mais os nossos parâmetros e contribuir para o aprimoramento da pós-graduação.” ●

## Panorama dos resultados

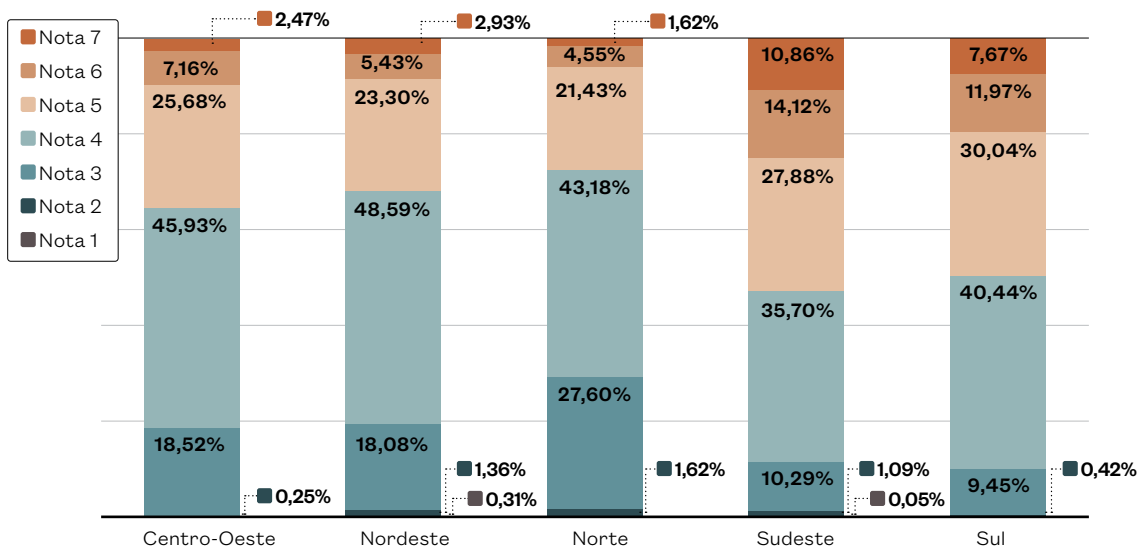
Número de programas avaliados e notas recebidas em 2025



FONTE: CAPES

## Performance das regiões

Desempenho dos cursos de pós-graduação pelo país



FONTE: CAPES

COMUNICAÇÃO

# IA contra *fake news*



## Pesquisadores de universidades brasileiras desenvolvem aplicações para combater desinformação

SARAH SCHMIDT — ilustrações JOÃO MONTANARO

**E**m março, um vídeo da suposta explosão de uma bomba no porto de Haifa, em Israel, chegou à caixa de e-mail do Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o Recod.ai. Os remetentes eram jornalistas da agência internacional de notícias *France-Presse* (AFP), que pediam ajuda para verificar a autenticidade do material. A requisição foi intermediada pela Witness, organização internacional que ajuda pessoas a produzir e divulgar vídeos para defender direitos humanos e mantém parceria com instituições de pesquisa para verificar se os conteúdos são reais ou manipulados.

Coube ao cientista da computação Mateus de Padua Vicente, estudante de doutorado da Unicamp, analisar o vídeo do ataque usando diferentes ferramentas. A conclusão foi que o material provavelmente era falso. Seu relatório identificou *frames* – momentos estáticos de vídeo – com alta probabilidade de serem artificiais. “Nosso modelo apontou, por exemplo, que a trilha de fumaça parecia suave demais, sem textura, e que os prédios ao fundo estavam borrados. Outro ponto: a iluminação na fumaça não parecia bater com o ponto focal da luz do sol. O momento da explosão indicou que ela não parecia real, pois ficou borrada justamente quando acontecia”, explica Vicente. Por ora, a ferramenta só permite a análise de imagens e, por isso, é preciso analisar quadro a quadro. Ele observa que esses casos concretos de checagem funcionam como um “laboratório vivo” para testar e melhorar as

ferramentas. “Os casos reais expõem limitações que não aparecem em bases de dados disponíveis ou referenciais acadêmicos e são muito úteis para avaliar a capacidade das ferramentas de gerar dados precisos.”

O Recod.ai é um dos laboratórios de universidades brasileiras que têm produzido ferramentas para identificar conteúdos falsos e combater a desinformação em diferentes esferas, da política à saúde. De acordo com o cientista da computação Anderson Rocha, coordenador do Recod.ai e orientador de Vicente, nos primeiros meses deste ano já foram analisados cerca de 10 vídeos em parceria com a Witness. “Aparentemente, está havendo um aumento na disseminação desse tipo de conteúdo. No ano passado inteiro, recebemos 20 vídeos suspeitos de manipulação; alguns envolviam políticos ou autoridades em cargos importantes”, observa. Essa percepção coincide com uma tendência apontada em um relatório da agência Lupa, especializada em checagem de informações, divulgado em fevereiro, mostrando que conteúdos falsos gerados por inteligência artificial (IA) cresceram 308% entre 2024 e 2025 e passaram a representar 25% das verificações da empresa no país.

O grupo da Unicamp coordena um projeto temático apoiado pela FAPESP, o Horus, que busca criar técnicas de IA para detectar e analisar imagens sintéticas. Um dos modelos que integram o conjunto de ferramentas desenvolvidas pela equipe é o FakeScope, criado em parceria com pesquisadores chineses para identificar imagens geradas por IA e, ao mesmo tempo,

explicar por que elas são falsas. Sua funcionalidade foi apresentada em um texto em *preprint* (sem revisão por pares) publicado em março de 2025 no repositório arXiv. “Diferentemente de métodos que apenas classificam imagens como reais ou falsas, o FakeScope foi treinado com grandes conjuntos de imagens geradas por IA e reais, além de anotações detalhadas sobre indícios visuais, como luz, textura e bordas”, explica Vicente.

**O** outro modelo é o Pixel-Inconsistency, que analisa inconsistências nos pixels de imagens e vídeos para identificar possíveis manipulações. No caso do vídeo sobre a suposta explosão em Israel, foi essa ferramenta que destacou as irregularidades na fumaça, possivelmente adicionadas por IA. Há, ainda, o Deepfake Detection System, ferramenta que analisa biometria facial para identificar manipulações em vídeos que mostram pessoas conhecidas. Um dos casos enviados pela Witness envolvia um vídeo em que o presidente do Líbano, general Joseph Aoun, supostamente sugeria que planejava criminalizar a organização política paramilitar islâmica Hezbollah, instalada há quatro décadas no país, responsável por embates com Israel. O vídeo era falso. Sinais como mudanças no modelo do relógio, movimentos faciais pouco naturais e distorções no fundo foram apontados pelo DeepFake Detection, enquanto o FakeScope identificou distorções em uma bandeira na sala e problemas nas bordas da imagem. “Além da parceria com a Witness, também já ajudamos em casos de checagem de fatos em parceria com veículos brasileiros, como o G1 e a Lupa”, conta Rocha. Para o período de eleições deste ano, o laboratório deve formalizar uma parceria com a agência. Já a ferramenta de detecção de deepfake foi cedida para ser usada pelas polícias legislativas da Câmara e do Senado.

A desinformação em saúde, especialmente a relacionada com vacinas, também é alvo de pesquisas do laboratório. No projeto Aletheia, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Ministério da Saúde, os pesquisadores mapearam 119 canais e grupos públicos em português e inglês no aplicativo de mensagens Telegram que promoviam narrativas antivacina e anticiência entre 2020 e 2025, reunindo uma base de dados com cerca de 4 milhões de postagens, entre imagens, textos, vídeos e documentos. “Vimos que vários grupos que estavam no WhatsApp migraram para o Telegram por ser um espaço menos monitorado”, observa Rocha.

O banco de dados aberto está disponível em um repositório da Unicamp para pesquisadores que queiram produzir estudos sobre como esse tipo de desinformação se espalha e pode influenciar o comportamento público. “Estamos analisando as mensagens para entender o comportamento dos usuários e como os conteúdos circulam nesses espaços”, explica a jornalista Ana Carolina Monari, pesquisadora em estágio de pós-doutorado no projeto. “Desenvolvemos uma taxonomia de discursos de desinformação em saúde, com 17 categorias, que servirá para treinar modelos de IA em português que ajudem a identificar automaticamente os problemas nas redes sociais”, complementa. Para o levantamento, os pesquisadores desenvolveram um modelo que pudesse identificar as postagens desinformativas sobre vacinação.

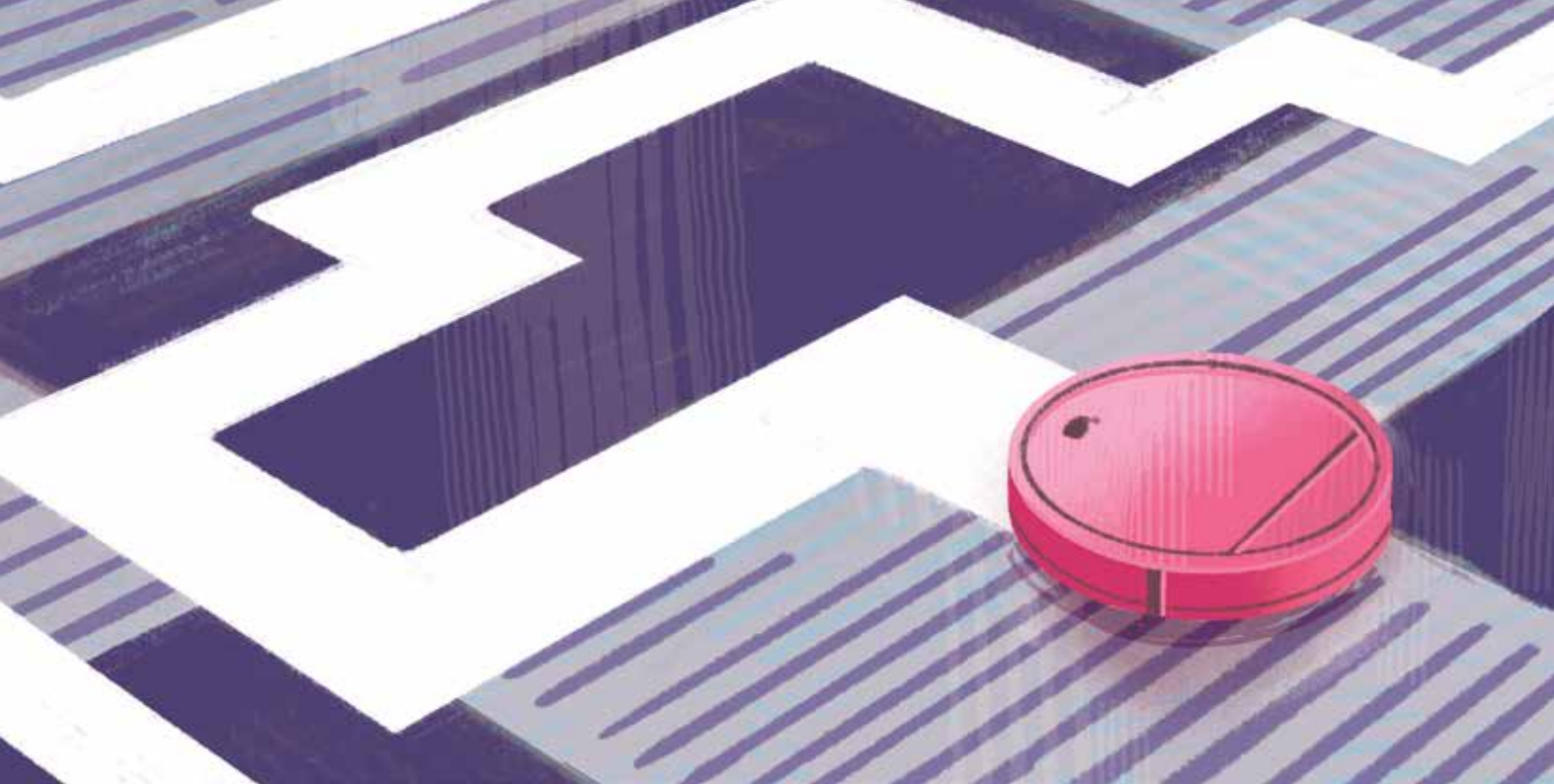
#### WHATSAPP E OUTROS MODELOS

Um programa para o WhatsApp que usa inteligência artificial para checar informações foi desenvolvido por três estudantes de ciência da computação da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos. O usuário precisa apenas salvar em sua lista de contatos o número de telefone vinculado ao programa e encaminhar para ele mensagens suspeitas. “Nosso slogan é ‘verificar é tão fácil quanto encaminhar’. Pode ser texto, vídeo, áudio ou link, e o software analisa o conteúdo”, conta o estudante Cauê Paiva Lira, de 21 anos, um dos criadores da ferramenta Tá Certo Isso AI?.

Ele conta que a ideia surgiu em uma maratona que reuniu programadores na USP para criar soluções de IA contra a desinformação, na qual a proposta acabou sendo vencedora. “Fomos selecionados por um programa internacional chamado AI for Good, organizado pela Brazil Conference e realizado no MIT [Instituto de Tecnologia de Massachusetts] e na Universidade Harvard, entre mais de 170 inscritos”, conta Lira, que se preparava com o grupo para apresentar o projeto em Boston, nos Estados Unidos, no final de março.

Os estudantes usaram modelos de linguagem como o Gemini e o GPT, mas, ressalta Lira, com

**Casos concretos de checagem ajudam a testar e a melhorar as ferramentas**



um diferencial importante: o chatbot, assistente virtual que simula conversas humanas, faz a verificação com base exclusivamente em fontes confiáveis, como agências de checagem. Um exemplo foi o caso de uma mensagem que dizia que era preciso pagar pela CNH Social no estado do Paraná. A conclusão do aplicativo é de que a informação era falsa, já que a emissão da carteira de motorista é gratuita para pessoas de baixa renda. A ferramenta checkou a informação em reportagens do G1 e do jornal *O Estado de S. Paulo*.

**Q**uando não consegue verificar a autenticidade da informação, o aplicativo avisa para o usuário. Depois de serem analisadas, as mensagens são anonimizadas, para evitar a exposição dos usuários, e alimentam uma base de dados pública, que pode ser usada por outros pesquisadores. “Agora buscamos expandir o projeto, formar parcerias e nos aproximar mais da pesquisa acadêmica, porque acreditamos que combater a desinformação com IA é uma área com muito potencial de impacto social”, diz o estudante.

Na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), um grupo de pesquisadores do Laboratório Interfaces desenvolveu um modelo que busca detectar notícias falsas de uma forma diferente da maioria dos modelos tradicionais. “O algoritmo aprende a identificar *fake news* tendo acesso apenas a exemplos de conteúdos falsos, para encontrar padrões mesmo sem conhecer

todos os casos possíveis”, explica o matemático Guilherme Henrique Messias, primeiro autor de um artigo que explica o modelo, publicado em 2026 pela editora Springer nos anais da *Brazilian Conference on Intelligent Systems*.

“A nossa proposta foi desenvolver um modelo que funcione mesmo com poucos dados”, diz o cientista da computação Alan Valejo, da UFSCar, orientador de Messias no doutorado em ciência da computação. “Em vez de precisar de grandes bases com notícias verdadeiras e falsas, o modelo aprende usando apenas exemplos de notícias falsas, o que resolve um dos principais desafios da área: a dificuldade e o alto custo de rotular dados confiáveis”, explica.

Ele funciona transformando o conteúdo de textos em representações gráficas para detectar características típicas de *fake news*. Embora ainda não esteja disponível como um software funcional, sua base está no GitHub, plataforma colaborativa de projetos de software, e pode ser usada por jornalistas ou pesquisadores com conhecimentos básicos de programação em Python. “Além de identificar desinformação, o modelo pode ser usado em outras áreas com pouca informação disponível, como na análise de redes sociais e científicas, para encontrar padrões e relações escondidas. De forma geral, o programa ajuda a descobrir informações importantes mesmo quando há poucos dados organizados ou completos”, vislumbra Messias. ●

---

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

# As origens do SUS

Projeto resgata atuação  
de médicos sanitaristas  
e movimentos sociais em  
São Paulo na construção  
de políticas públicas na  
redemocratização do país

FABRÍCIO MARQUES



**O**s antecedentes e o início da implantação do Sistema Único de Saúde (SUS) no estado de São Paulo foram resgatados em um projeto capitaneado por especialistas em saúde pública, historiadores e arquivistas vinculados ao Museu de Saúde Pública Emílio Ribas, do Instituto Butantan. A iniciativa recuperou e disponibilizou um acervo, produzido por órgãos oficiais entre as décadas de 1970 e 1990, que reúne imagens, documentos, cartilhas e boletins técnicos, e foi complementado por estudos acadêmicos e entrevistas com personagens-chave da época. Disponível em acesso aberto no site [historiaesaude.com.br](http://historiaesaude.com.br), o material é uma fonte de dados para pesquisadores interessados em estudar como São Paulo se tornou uma referência em políticas públicas nessa área durante a redemocratização do país, por conta da atuação de médicos que se articularam com movimentos da sociedade civil para ampliar a oferta de serviços de saúde nas regiões mais pobres do estado.

“Esse período contou com movimentos sociais potentes, por exemplo, na luta contra a carestia e pela melhoria das condições de saúde, e também com uma geração de médicos que encontrou em São Paulo um ambiente propício para seguir carreira de sanitarista, com cargos na Secretaria Estadual da Saúde”, explica o pesquisador responsável pelo projeto, o médico Nelson Ibañez,

da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCM-SCSP). Entre centenas de documentos que retratam a elaboração de políticas para descentralizar e amplificar a assistência, há uma cópia do Plano de Saúde de Governo do então candidato à Presidência da República Tancredo Neves, o primeiro presidente civil do período da redemocratização, eleito indiretamente em 1985, que morreu antes de tomar posse.

O documento propõe medidas para “a estruturação e coordenação de um sistema unificado de saúde, observando o princípio democrático da descentralização do poder e dos recursos financeiros nos seus respectivos níveis municipal, estadual e federal”, que seriam consolidadas pela Constituição de 1988, dando origem ao SUS. Entre os responsáveis pelo plano, estão nomes que se destacariam anos mais tarde na estruturação do SUS em São Paulo, como o então secretário estadual João Yunes (1936-2002), administrador hospitalar e pesquisador da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), e o então titular da mesma pasta da capital paulista, o sanitarista José da Silva Guedes (1936-2024).

O acervo de fotos do projeto, na maioria produzidas pelo serviço de imprensa da Secretaria Estadual da Saúde, traz registros de inaugurações de unidades de atendimento em bairros da periferia, de congressos sobre saúde coletiva e de atividades de autoridades. Há imagens históricas, como a da assinatura do convênio que implementou no estado de São Paulo o Sistema Unificado e Descentralizado de Saúde (Suds), o primeiro nome do SUS, em 1988, ou a da plenária da 1ª Conferência Estadual de Saúde, realizada em outubro de 1991, que reuniu pela primeira vez go-



O trabalho de digitalização do acervo (no alto, à esq.) e o registro da inauguração de uma Unidade Básica de Saúde em Piracicaba, em 1988 (ao lado)

Adib Jatene, secretário estadual da Saúde, em uma inauguração em 1981 (ao lado), e seu sucessor, João Yunes (à dir., de gravata), em 1986



verno, profissionais de saúde e sociedade civil para discutir políticas públicas voltadas para o SUS.

**P**ara além dos relatórios e do material iconográfico, o projeto reúne um conjunto de entrevistas e artigos que reconstitui o fio da meada histórico da construção do SUS e destaca seus protagonistas. Dois secretários estaduais da Saúde ainda no período da ditadura tiveram um papel crucial na formação de sanitaristas que, anos mais tarde, coordenariam a implementação do sistema. Um deles foi o médico Walter Leser (1909-2004), especialista em medicina preventiva da Escola Paulista de Medicina, que teve duas passagens pelo cargo. No governo Abreu Sodré (1917-1999), entre 1967 e 1971, foi o responsável por uma reforma que estabeleceu a carreira de médico sanitarista, com a previsão de 622 postos de trabalho, no âmbito da recém-criada Coordenadoria da Saúde da Comunidade. Ele retornaria à função entre 1975 e 1979, no governo de Paulo Egídio Martins (1928-2021).

O secretário defendia que a gestão das unidades de saúde não poderia ser feita por médicos trabalhando em regime de tempo parcial, como era comum na época, e confiou a tarefa aos sanitaristas de carreira. “Leser era uma pessoa profundamente comprometida com a ideia de uma carreira de médicos sanitaristas, algo inovador para a época”, disse, em depoimento ao site do projeto, o médico José da Silva Guedes. “Sua gestão resultou em reformas significativas, mas enfrentou um problema crítico: a falta de médicos especializados em saúde pública. A Faculdade de Saúde Pública [FSP] formava apenas 30 médicos sanitaristas por ano [...]. Quando assumiu a secretaria pela segunda vez, conseguiu dar vazão ao seu projeto de carreira para médicos sanitaristas que havia idealizado nos anos anteriores. A parceria com a FSP e o Ministério da Saúde para criar cursos curtos de saúde pública foi crucial nesse processo”, explicou Guedes.

Outro nome importante à frente da secretaria estadual no período militar foi o cirurgião cardíaco Adib Jatene (1929-2014), que se tornou conhecido à época por abrir diálogo com segmen-

tos da sociedade civil e por preservar a equipe de sanitaristas criada na gestão de Leser, alguns dos quais ligados a partidos de esquerda. Em depoimento ao site, Jatene recordou um episódio envolvendo um deputado estadual que exigia a demissão dos sanitaristas Davi Capistrano Filho [1948-2000] e Eduardo Jorge, que tinham vínculos com partidos à época ilegais. “Fizeram pressão considerável no Palácio dos Bandeirantes buscando a demissão dos dois. No entanto, minha posição foi firme. Investiguei se eles estavam usando suas posições para influenciar politicamente, e a resposta foi não. Eles eram altamente eficazes em suas funções, então não havia motivo para dispensá-los. Insisti na manutenção deles no cargo”, disse Jatene. “Naquela época, o cenário era marcado pelas Comunidades Eclesiais de Base, o Movimento de Saúde da Zona Leste e o Movimento de Saúde da Zona Sul. Na zona sul, o comando estava nas mãos de uma figura notável, a Irma Passoni, que posteriormente se tornou deputada federal”, lembrou.

A gestão de Jatene na secretaria foi marcada pela ampliação da oferta dos serviços de saúde, que era bem estruturado em cidades do interior e em áreas centrais da capital paulista, mas quase inexistentes nas periferias da metrópole. “Na época, realizei um levantamento das unidades de saúde da secretaria. Foi revelador constatar que o interior, com 49% da população, possuía mais de 500 centros de saúde bem estruturados. Por outro lado, na Grande São Paulo, excluindo ABCD e Osasco, tínhamos apenas 57 Centros, e o restante era composto por casas alugadas na periferia. Uma visita a uma unidade em São Mateus, na zona leste da cidade, me chocou; era uma casinha de condição deplorável. Comecei a questionar por que o interior possuía unidades especialmente construídas e a capital não”, relatou. Mais tarde, Jatene se tornaria um personagem-chave durante a implementação do SUS na busca de financiamento para o sistema, em duas passagens pelo Ministério da Saúde, em 1992 e entre 1995 e 1996.



O secretário Walter Leser (ao fundo) ao lado de Charles, então príncipe de Gales, em visita ao museu do Instituto Butantan, em 1978



3



4



5

Edição de 1986 da revista *São Paulo Interior*, com reportagem de capa sobre descentralização da saúde; e vacinação contra poliomielite na década de 1980

Um terceiro ator destacado pelo projeto é João Yunes, secretário no governo Franco Montoro (1983-1987), que mobilizou os sanitaristas formados nas décadas anteriores e alcançou conquistas na regionalização do atendimento à saúde e na desinstitucionalização do tratamento psiquiátrico, consolidado em um movimento conhecido como luta antimanicomial. “Tratava-se de um movimento amplo, que a gente chamava de Partido Sanitário, e, embora tivesse muita gente de esquerda, era muito maior do que isso”, diz Nelson Ibañez, que na época foi convidado por Yunes para coordenar o Programa Metropolitano de Saúde, apoiado pelo Banco Mundial, que visava expandir e melhorar a rede de serviços de saúde na Grande São Paulo com a construção de mais hospitais e unidades básicas.

**A** imagem dos serviços públicos de saúde naquela época também foi analisada por pesquisadores do projeto, que apontam uma tendência da imprensa de ressaltar deficiências e desvalorizar o esforço para ampliar a assistência. “Pegamos o acervo da *Folha de S. Paulo* e um historiador da nossa equipe, o Claudio Bertoli, leu 7.800 matérias desse período, de 1983 a 1994. Só se via tragédia. As reportagens enfatizavam que o estado não tinha condições, havia filas etc.”, afirma Ibañez.

O historiador Raphael Vinicius de Almeida Escritório, que participou da equipe que organizou o acervo, ressalta que o material é rico por mostrar como a construção do SUS foi uma obra coletiva. “Há desde relatórios do Banco Mundial e livretos sobre a municipalização da saúde até

*folders* distribuídos em manifestações de movimentos populares na porta da Secretaria da Saúde e materiais sobre campanhas de vacinação. A história do SUS teve muitos atores.” Atualmente, ele utiliza a base de dados em sua pesquisa de mestrado em história na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) sobre como São Paulo reagiu à epidemia de Aids na década de 1980. Encontrou documentos importantes, como a prestação de contas sobre as ações no campo da saúde do governo Franco Montoro à Assembleia Legislativa que enumera iniciativas de assistência e prevenção para enfrentar a epidemia em seus anos mais mortais. “Se o acervo tem uma limitação, é se restringir ao que aconteceu em São Paulo. Seria ótimo se outros estados também contassem o que foi a sua contribuição para a construção do SUS.”

A historiadora Suzana Fernandes, diretora de Desenvolvimento Cultural do Instituto Butantan, vê como um dos principais méritos do projeto a reunião de conjuntos de documentos de diferentes origens que estavam esparsos e agregá-los em uma plataforma acessível, dando sentido histórico ao material. “Pesquisadores interessados em estudar esse material vão poder ter uma visão multifacetada da construção do sistema de saúde em São Paulo”, diz ela, que é a responsável pela coordenação da equipe que digitalizou e disponibilizou o acervo no repositório digital do Butantan. O próximo passo da iniciativa, segundo Fernandes, deve ser a organização de uma exposição itinerante, mostrando os destaques da coleção de textos e imagens. ●

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



# Interesses expostos aos olhos de todos

Influência de financiadores em pesquisa médica é alvo de um escrutínio reforçado nos Estados Unidos

Uma investigação do jornal universitário *Michigan Daily* revelou que o cardiologista Marshall Stevens Runge deixou de informar seus vínculos com uma empresa farmacêutica nas declarações de conflitos de interesse de pelo menos uma dúzia de artigos científicos de sua autoria, enquanto era reitor da Michigan Medicine, hospital e centro médico acadêmico vinculado à Universidade de Michigan (U-M), em Ann Arbor, nos Estados Unidos. Paralelamente, Runge fez parte do Conselho de Administração da indústria de medicamentos Eli Lilly entre 2013 e 2024.

O caso despertou atenção pelos valores elevados envolvidos. Segundo a reportagem, o ex-reitor recebeu da farmacêutica mais de US\$ 2 milhões entre 2018 e 2024, uma remuneração de origem externa bem superior à da maioria de seus pares em funções semelhantes. Apenas a reitora da Escola Médica da Universidade Duke, Mary Klotman, conseguiu superá-lo – o maior montante de fontes externas que ela recebeu por ano desde 2018 foi de US\$ 322 mil, ante US\$ 314 mil de Runge. Já na universidade, o salário anual dele bateu

os US\$ 2,38 milhões em 2024. Runge desempenhou até 2025 uma tripla liderança na instituição: atuava como vice-presidente executivo de assuntos médicos e reitor da Michigan Medicine e da Faculdade de Medicina.

Revistas científicas exigem que os autores declarem seus vínculos com patrocinadores a fim de que editores e revisores estejam informados sobre os interesses envolvidos na realização do estudo e o risco de influência de financiadores nos resultados – a ideia é que, se houver alguma suspeita, redobrem seus cuidados na análise dos *papers*. Trata-se, sobretudo, de um expediente para garantir transparência: a eventual existência de um conflito de interesses não significa que os resultados estejam errados ou que seus autores tenham cometido má conduta. Se for esse o caso, o trabalho não deve ser publicado.

No caso de Runge, os artigos em questão tratam, na maioria, de mecanismos bioquímicos associados à hipertensão e problemas cardiovasculares, e não é possível apontar uma relação direta entre os *papers* e medicamentos comercializados pela Eli Lilly, cujo carro-chefe atualmente é a caneta emagrecedora Mounjaro. “Quando um líder acadêmico participa de conselhos de grandes empresas, ele pode ganhar bastante dinheiro”, disse ao *Michigan Daily* o médico Eric Campbell, diretor de pesquisa do Centro Anschutz de Bioética e Humanidades da Universidade do Colorado. “Isso pode trazer vieses para a pesquisa e dar a impressão para o público e as autoridades de que essas lideranças estão negociando a reputação de suas instituições para benefício próprio.”

O caso pôde ser apurado graças ao Open Payments, um programa nacional que exige que fabricantes de remédios e dispositivos médicos dos Estados Unidos informem “valores transferidos” a médicos, enfermeiros-chefes e hospitais. O dinheiro que Runge recebeu da Lilly foi declarado pela empresa em uma categoria que abarca palestras, treinamentos e participações em eventos educacionais. O cardiologista também detinha milhares de ações da empresa, cujo total supera US\$ 17 milhões.

Desde a criação do Open Payments pelo governo norte-americano, em 2013, instituições médicas e acadêmicas reforçaram políticas de divulgação de conflitos de interesse para evitar questionamentos, mas isso não resolveu totalmente o problema. Levantamento divulgado na revista *BMJ Open* rastreou pagamentos não declarados recebidos por autores de artigos publicados em duas revistas de psiquiatria, a *American Journal of Psychiatry* e a *Journal of the American Medical Association Psychiatry*.

O resultado mostrou que ainda há lacunas: cerca de US\$ 4,5 milhões haviam sido pagos por patrocinadores privados, notadamente da indústria farmacêutica, a 27 autores médicos de 74 artigos nas duas revistas, mas 14% desses valores (US\$ 645.135) não foram declarados pelos pesquisadores aos periódicos. O estudo também identificou um grupo de 10 autores altamente

remunerados que conduziram 12 ensaios clínicos de medicamentos para depressão, ansiedade, transtorno do espectro autista. Eles responderam por 84,8% dos pagamentos não divulgados a uma das revistas e por 99,6% no caso da outra.

Numa iniciativa complementar à da Open Payments, os Institutos Nacionais de Saúde (NIH), principal agência de pesquisa médica e biomédica do governo dos Estados Unidos, prometem criar um banco de dados para rastrear pagamentos da indústria da saúde a cientistas que possam representar conflitos de interesse. O novo sistema foi mencionado em um relatório divulgado pela comissão Make America Healthy Again (Maha), instituída pelo governo Donald Trump. A reação da comunidade científica à proposta foi mista. Enquanto alguns viram mérito na ideia por estimular maior transparência, outros criticaram a falta de detalhes sobre o sistema no relatório. Segundo a revista *Science*, a Open Payments já documentou possíveis conflitos de interesse envolvendo os próprios membros da Comissão Maha. Ao lado do nome do comissário Martin Makary, da agência reguladora de medicamentos e alimentos, a FDA, aparecem mais de US\$ 100 mil pagos por uma empresa farmacêutica da área oftalmológica de cujo conselho administrativo ele fazia parte.

A transparência de eventuais conflitos de interesse ganhou destaque na agenda do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que atualizou em setembro de 2025 sua política sobre o tema. O documento começa por definir o que seria um conflito típico: “Qualquer situação em que recompensas financeiras ou pessoais tenham o potencial de comprometer o julgamento profissional e a objetividade de um pesquisador no planejamento, condução ou divulgação de pesquisas”. O pano de fundo que teria suscitado a elaboração desse documento foi a renúncia do ativista digital Joichi Ito ao cargo de diretor do Centro de Pesquisa Interdisciplinar Media Lab, do MIT, após a revelação de que mantinha vínculos financeiros com o investidor Jeffrey Epstein. Em 2019, Epstein se suicidou na prisão onde estava detido por acusações de tráfico sexual. Embora os pesquisadores do MIT estivessem proibidos de receber doações do investidor, Ito seguiu pedindo recursos a ele, além de consultá-lo sobre a destinação do dinheiro.

De acordo com uma reportagem publicada no jornal *The New York Times* em fevereiro, Epstein doou ou ofereceu dinheiro a pesquisadores de várias instituições norte-americanas além do MIT, incluindo Harvard, Stanford, Columbia e Bard College. Seus motivos para se conectar com professores e reitores nem sempre eram claros. Um professor de Harvard que se beneficiou da “generosidade” de Epstein observou que o financista gostava de “coleccionar cientistas”. Muitos acreditam que ele buscava simular boa reputação ao se associar à respeitabilidade do meio acadêmico. ● MÔNICA MANIR

## Academia Chinesa de Ciências deixa de financiar taxas elevadas de publicação em revistas de acesso aberto

A Academia Chinesa de Ciências (CAS) informou aos 50 mil pesquisadores de seus mais de 100 institutos que não vai mais financiar taxas de publicação de artigos consideradas elevadas, como as cobradas por dezenas de periódicos de prestígio, a exemplo de *Nature Communications*, *Science Advances* e *Cell Reports*. A decisão foi anunciada em fevereiro na plataforma chinesa de mídia social Little Red Book. As razões para a restrição não foram explicitadas, mas a racionalização de gastos com publicações é certamente um dos objetivos – a China se tornou líder mundial na produção científica, com mais de 878 mil *papers* publicados em 2024.

Segundo mensagens enviadas pela CAS aos pesquisadores, o veto atinge uma lista de periódicos que cobram mais de US\$ 5 mil para publicar um artigo. Já os chamados *mega-journals*, revistas científicas que publicam um grande número de artigos em acesso aberto na internet e abrangem um largo espectro de disciplinas, estariam fora da restrição – os principais títulos dessa categoria, *PLOS ONE* e *Scientific Reports*, cobram entre US\$ 1,9 mil e US\$ 2,5 mil por artigo. O veto deve se estender a outros órgãos de financiamento do governo, como o Ministério da Ciência e Tecnologia e a Fundação Nacional de Ciências Naturais da China. Os cientistas só poderiam publicar nos títulos mais caros se conseguissem fontes alternativas de financiamento.

A restrição pode ajudar a impulsionar a indústria editorial chinesa. Há sete anos, o governo lançou um plano para fomentar 400 revistas de classe mundial sediadas na China, como alternativas acessíveis aos periódicos de países ocidentais. Em 2023, havia cerca de 180

revistas chinesas de acesso aberto publicadas em inglês. Quase metade delas não cobrava taxas de publicação, segundo um relatório das empresas Osmanthus Consulting e Clarke & Esposito, mencionado pela revista *Science*.

A nova diretriz da CAS promete afetar a lucratividade de alguns periódicos de acesso aberto. No caso de *Nature Communications* e *Science Advances*, por exemplo, cerca de 10% dos artigos publicados em 2025 tinham algum autor afiliado à academia chinesa e 40% eram assinados por ao menos um pesquisador vinculado a instituições do país asiático, segundo informações da base de dados bibliométrica Web of Science. A cientista da informação Lin Zhang, da Universidade de Wuhan, disse à *Science* que o movimento da CAS revela uma “tensão estrutural” na comunicação científica de caráter global. “Sistemas de pesquisa em todo o mundo buscam equilibrar as ambições de acesso aberto com a sustentabilidade financeira a longo prazo e a gestão responsável dos recursos públicos”, afirmou.

## Artigo de linguista jordaniano sobre som da letra “h” é retratado após denúncia de erros bizarros

Um estudo publicado em janeiro na revista *Humanities and Social Sciences Communications*, da editora Springer Nature, foi retratado, ou seja, considerado inválido, depois que leitores e especialistas foram às redes sociais apontar erros bizarros em seu conteúdo – o *paper* afirmava, por exemplo, que os antigos gregos proibiam o uso da grafia H<sub>2</sub>O para se referir à água, desconsiderando que a fórmula química só foi descoberta no século XVIII. Intitulado “Uma investigação translinguística do simbolismo de /h/: O caso do H<sub>2</sub>O”, o artigo se propunha a explorar a aquisição da ortografia e do

som da letra h e a sua eliminação em diferentes línguas “modernas ou primitivas”.

O autor, o jordaniano Rasheed Al-Jarah, da Universidade de Yarmouk, em Irbid, não concordou com a retratação. Ele disse à revista *Times Higher Education* que o artigo passara por duas revisões sem que houvesse nenhum apontamento de dúvidas teóricas. A governança da revista científica também foi alvo de críticas – o periódico publica um grande volume de artigos (quase 2 mil no ano passado) e diz contar com um número enorme de especialistas (2.750) em seu conselho editorial para dar conta da tarefa. Gino D’Oca, editor-chefe do título, reconheceu que, “embora o artigo tenha sido revisado por dois acadêmicos, as revisões e o tratamento editorial foram insuficientes”. Segundo ele, o membro do conselho editorial que analisou o artigo foi dispensado. Uma avaliação mais ampla dos processos da revista foi deflagrada para verificar se o incidente foi ou não um caso isolado.

### CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



Acesse o QR Code para assinar nossas newsletters



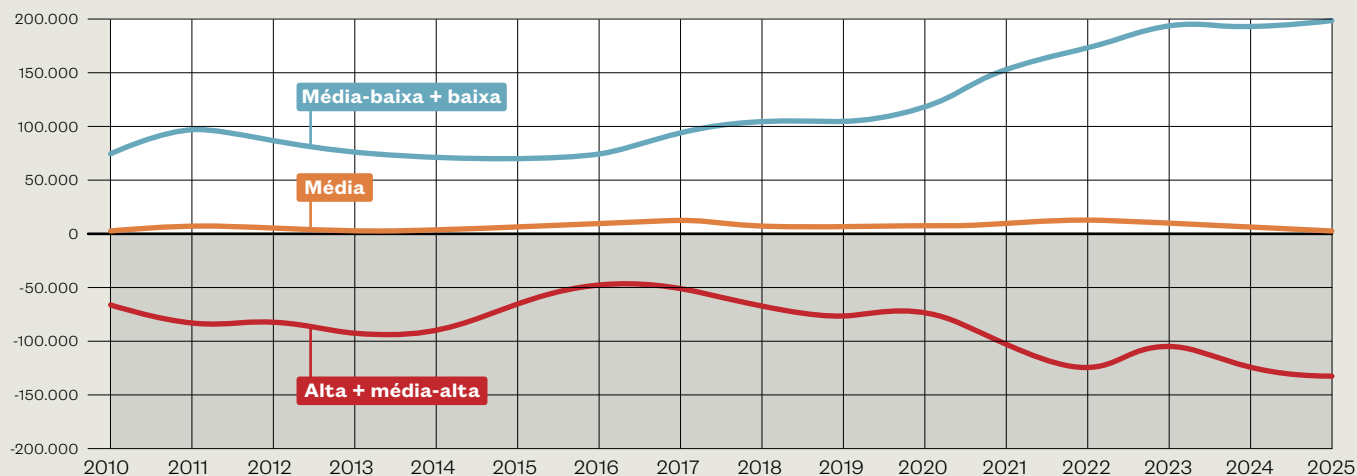
# dados Déficit comercial de bens de alta intensidade tecnológica

→ Em 2025, enquanto os setores intensivos em recursos naturais continuaram gerando superávits expressivos, os segmentos industriais de maior intensidade tecnológica permaneceram dependentes de importações. Tal configuração evidencia os desafios de política industrial e tecnológica associados à ampliação da capacidade doméstica de inovação, produção de bens de capital e inserção em cadeias globais de maior valor agregado

→ O Brasil registrou em 2025 um superávit comercial de US\$ 68,3 bilhões. Foi menor que nos dois anos anteriores, mas sustentado pelo desempenho positivo de produtos agropecuários e minerais (saldo de US\$ 139,4 bilhões). Já o déficit dos bens típicos da indústria de transformação passou de US\$ 57,4 bilhões em 2024 para US\$ 71,1 bilhões em 2025, novo recorde em dólares correntes. Tal resultado evidencia a intensificação da assimetria estrutural da balança comercial brasileira

## Assimetria na balança comercial brasileira

SALDO POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA - EM US\$ MILHÕES CORRENTES (2010-2025)



→ O déficit no comércio exterior dos bens de alta intensidade tecnológica - formado pelo complexo eletrônico, produtos farmacêuticos e equipamentos aeronáuticos - atingiu US\$ 50,6 bilhões em 2025, ultrapassando pela primeira vez a marca de US\$ 50 bilhões e configurando o maior saldo negativo da série histórica

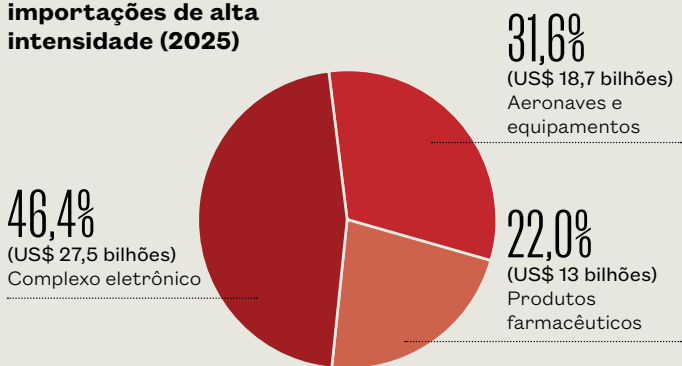
→ A despeito disso, tanto importações como exportações cresceram pouco mais de 10% neste ano. Porém, em valores absolutos, as importações atingiram o inédito patamar de US\$ 59,2 bilhões, em contraste com exportações, que, mesmo em valor recorde, chegaram a US\$ 8,6 bilhões

→ Parte relevante da dependência tecnológica brasileira também se manifesta no segmento de máquinas e equipamentos, classificado internacionalmente como de média-alta intensidade tecnológica. Esse setor apresenta igualmente déficits estruturais elevados na balança comercial brasileira

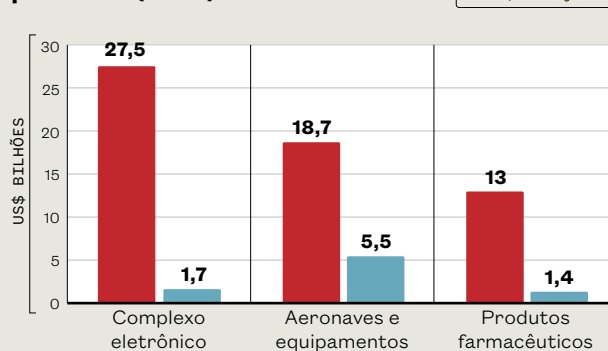
## Bens de alta intensidade tecnológica - Brasil, 2025

COMPOSIÇÃO DAS IMPORTAÇÕES E ASSIMETRIA EXPORTAÇÕES/IMPORTAÇÕES

### Composição das importações de alta intensidade (2025)



### Exportações vs. importações por ramo (2025)



NOTA A CLASSIFICAÇÃO SETORIAL POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA SEGUIR A ADOTADA PELA OCDE, DISPONÍVEL EM [HTTPS://WWW.OECD.ORG/CONTENT/DAM/OECD/EN/PUBLICATIONS/REPORTS/2016/07/OECD-TAXONOMY-OF-ECONOMIC-ACTIVITIES-BASED-ON-R-D-INTENSITY\\_G17A283B/5JLV735QQP8R-EN.PDF](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/07/oecd-taxonomy-of-economic-activities-based-on-r-d-intensity_g17a283b/5jlv735qqp8r-en.pdf).

FONTE COMEX STAT/INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI), CARTA IEDI 1347 ELABORAÇÃO GPAFI/DPCTA/FAPESP

# Reprogramação *in vivo*

Técnica experimental modifica células de defesa no próprio organismo para combater fibrose no fígado

RICARDO ZORZETTO

**E**m experimentos com camundongos, um grupo internacional de pesquisadores, do qual participou o veterinário brasileiro Bruno Cogliati, mostrou ser possível reprogramar células de defesa dos animais para combater um dos problemas hepáticos mais comuns em seres humanos: a fibrose decorrente do acúmulo de gordura no fígado, para a qual ainda são escassos os tratamentos disponíveis. Comum em pessoas com excesso de peso, diabetes ou desequilíbrio dos níveis de colesterol e outras gorduras

no sangue, o acúmulo de gordura no fígado atinge de 30% a 40% da população adulta (os números variam segundo a região do mundo). Entre essas pessoas, de 4% a 8% desenvolvem fibrose mais intensa, com a formação de cicatrizes no órgão, que, a partir de certo estágio, se torna rígido e deixa de funcionar adequadamente – a forma mais avançada dessa fibrose, conhecida como cirrose, é uma importante causa de transplante de fígado. Uma das novidades do estudo, publicado no final de janeiro na revista *Science Translational Medicine*, é que a reprogramação das células de defesa ocorreu no

Células estreladas  
ativadas (*em vermelho*)  
em meio a hepatócitos  
(*núcleos azuis*  
*grandes*) em fígado  
com fibrose

próprio organismo dos roedores – *in vivo*, como dizem os pesquisadores –, sem a necessidade de extraí-las e manipulá-las em laboratório.

“Os resultados são animadores”, relata Cogliati, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), que colaborou nos experimentos durante o período sabático que, com apoio da FAPESP, iniciou em 2022 no grupo do hepatologista norte-americano Scott Friedman, da Escola de Medicina Icahn, no Hospital Mount Sinai, em Nova York. “Apesar do sucesso inicial, ainda precisamos de mais experimentos para conhecer quais seriam a dosagem adequada e o número de aplicações necessário para tratar diferentes graus de fibrose, antes de se pensar em testes com seres humanos”, explica o pesquisador, que permanecerá mais algum tempo no Mount Sinai.

Especialista em fibrose hepática, Cogliati investiga como o acúmulo de gordura altera a comunicação entre os diferentes tipos de células do fígado e leva ao surgimento de cicatrizes no órgão, que, com o tempo e o aumento da gravidade, pode resultar em falência (cirrose) ou originar um câncer. Há três anos, ele foi para o laboratório de Friedman interessado em detalhar o comportamento das células estreladas, que, em situações específicas, desencadeiam a fibrose.

**N**o fígado sadio, as células estreladas desempenham várias funções benéficas, como demonstrou Cogliati em um artigo publicado em 2023 na revista *Nature Reviews Gastroenterology & Pathology*. Elas armazenam a vitamina A, essencial para a visão, e colaboram para a renovação celular em diferentes tecidos do corpo. Também auxiliam na manutenção e na proliferação dos hepatócitos, as células mais abundantes do fígado, responsáveis por produzir e armazenar proteínas, transformar carboidratos em reservas de energia, sintetizar colesterol e quebrar compostos tóxicos para o organismo.

Sob condições de dano ou estresse prolongado, como o causado por certas infecções ou quadros inflamatórios, porém, as células estreladas sofrem uma transformação radical: saem do estado de repouso, ou quiescente, no qual realizam as funções metabólicas benéficas aos hepatócitos, e se tornam ativadas. Elas perdem seus depósitos de vitamina A, deixam de fornecer suporte aos hepatócitos, mudam de forma e passam a proliferar e migrar. Também iniciam a produção e a secreção de colágeno e de outras proteínas que formam uma rede de fibras no espaço entre as células – o acúmulo dessas fibras é chamado de fibrose ou cicatrização tecidual.

É o que acontece, por exemplo, com quem está com peso um tanto acima do ideal. Em excesso no organismo, a gordura passa a se acumular no interior dos hepatócitos e dispara uma inflamação. Células de defesa atacam os hepatócitos repletos de gordura e os matam, emitindo sinais químicos para as células estreladas. Estas, por sua vez, tornam-se ativadas e iniciam a síntese e a liberação das fibras de colágeno e proteínas, que formam uma barreira ao redor das células eliminadas. Quanto maior o acúmulo de gordura no fígado, maior a extensão das cicatrizes, que, a partir do segundo dos quatro estágios de evolução, começam a prejudicar o funcionamento do órgão.

“Após certo grau de fibrose, o fígado reduz a produção de proteínas que levam nutrientes a outros tecidos, e o sangue passa a enfrentar resistência para irrigar o órgão. Essa resistência, ao se agravar, leva ao extravasamento de líquidos para a cavidade abdominal”, explica a hepatologista Claudia Souza de Oliveira, da Faculdade de Medicina da USP, que orientou Cogliati em um estágio de pós-doutorado e não participou da pesquisa atual. “Com o aumento da deposição de colágeno e o avanço da fibrose, os hepatócitos também deixam de produzir e excretar a bilirrubina, que se acumula nos tecidos e dá o tom amarelado à pele; de produzir fatores de coagulação, favorecendo a ocorrência de sangramentos; e de degradar substâncias tóxicas como a amônia, cujo aumento atrapalha o funcionamento cerebral”, conclui Oliveira.

No laboratório de Friedman no Mount Sinai, os pesquisadores decidiram buscar um modo de impedir – ou ao menos de reduzir – a cicatrização eliminando as células estreladas ativadas. Essas células, o grupo havia constatado, apresentam uma característica que as distingue das demais. Uma vez ativadas, passam a exibir em sua superfície uma quantidade abundante da proteína alfa de ativação dos fibroblastos (FAP). Essas proteínas seriam um alvo interessante para o qual direcionar as defesas do corpo e, assim, atingir apenas as células estreladas ativadas. O desafio era ensinar as células de defesa a reconhecer as FAP.

Uma forma de encaminhar os componentes do sistema imune para atingir um alvo celular específico é por meio da modificação de linfócitos T, uma família de células especializadas em identificar e destruir células doentes ou infectadas por patógenos. Para isso, os pesquisadores costumam extrair esses linfócitos do organismo e, em laboratório, alterá-los geneticamente para exibir em sua superfície um receptor quimérico de antígeno (CAR), uma espécie de ímã com predileção pelo alvo. Essa é a forma mais comum de produzir os chamados linfócitos ou células CAR-T. É uma estratégia complexa, trabalhosa e cara que vem sendo usada, por exemplo, para

combater algumas formas de câncer (ver Pesquisa FAPESP nºs 286 e 354).

No trabalho publicado em janeiro na *Science Translational Medicine*, Cogliati e colaboradores testaram outra saída. Em vez de extrair os linfócitos e alterá-los em laboratório, optaram por modificá-los diretamente no organismo dos roedores. Para isso, usaram uma estratégia semelhante à adotada nas vacinas de RNA mensageiro (mRNA) contra a Covid-19. Inseriram cópias de um mRNA que codifica o receptor quimérico de antígeno (CAR) específico para a proteína FAP – o ímã – no interior de diminutas gotículas de gordura (nanopartículas lipídicas) recobertas por anticorpos com atração por linfócitos T (ver infográfico).

“A estratégia adotada nesse estudo elimina as etapas complexas de coleta, engenharia e expansão celular *ex vivo* [fora do organismo], geralmente empregadas na produção de células CAR-T”, explica a bióloga Virginia Picanço e Castro, da USP em Ribeirão Preto, que não participou do trabalho da *Science Translational Medicine*. “Isso reduz significativamente a complexidade do processo e representa uma alternativa potencialmente mais adequada para doenças não oncológicas, nas quais a persistência prolongada da CAR-T pode não ser desejável”, conta a pesquisadora, responsável por desenvolver as células CAR-T usadas no maior ensaio clínico

nacional para avaliar a segurança e a eficácia do produto contra cânceres sanguíneos (ver Pesquisa FAPESP nº 354).

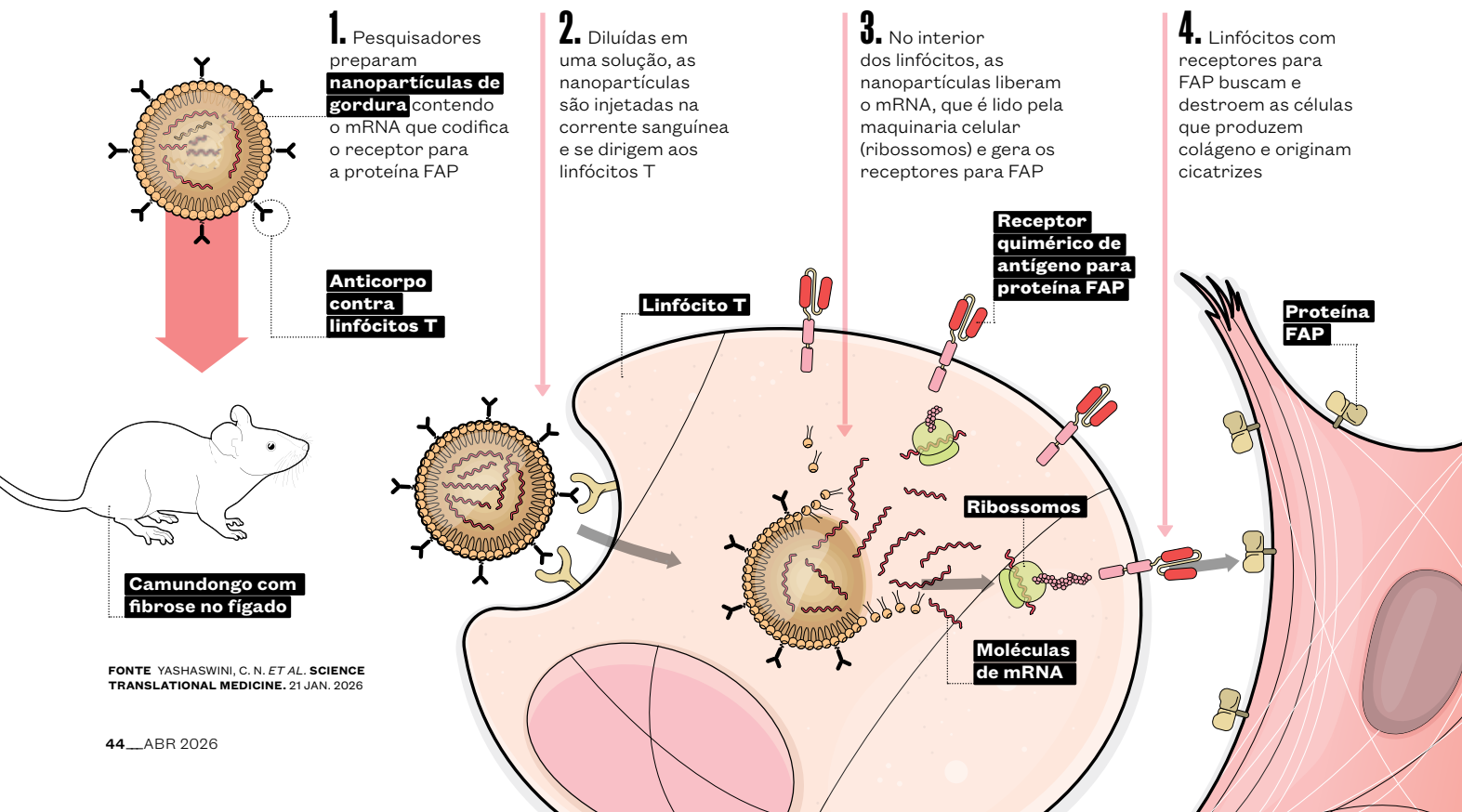
Injetada em uma veia na cauda dos roedores, as gotículas de gordura contendo o mRNA alcançaram as células de defesa, que, 18 horas mais tarde, estavam transformadas em mísseis direcionados para as células estreladas ativadas. Um conjunto de camundongos com fibrose hepática decorrente do acúmulo de gordura recebeu o tratamento ativo, enquanto outros dois funcionaram como grupos de controle – em um foi aplicada uma solução inerte (de água e sal) e no outro nanopartículas direcionadas aos linfócitos apenas com um marcador colorido. Todos os grupos foram acompanhados por um mês.

Trinta dias após a aplicação, os roedores tratados com as nanopartículas contendo o mRNA do receptor da FAP apresentavam uma redução de aproximadamente 30% na extensão da fibrose, em comparação com os dos grupos de controle, um efeito significativo do ponto de vista estatístico, segundo o artigo da *Science Translational Medicine*. “Diminuir em um terço a fibrose no fígado parece pouco, mas, considerando a dificuldade em reduzir esse tipo de lesão, o efeito foi importante”, afirma Cogliati.

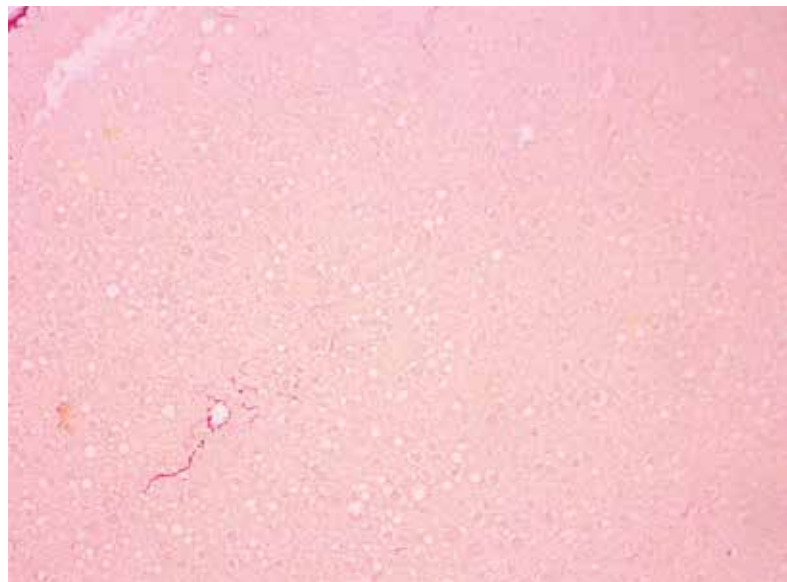
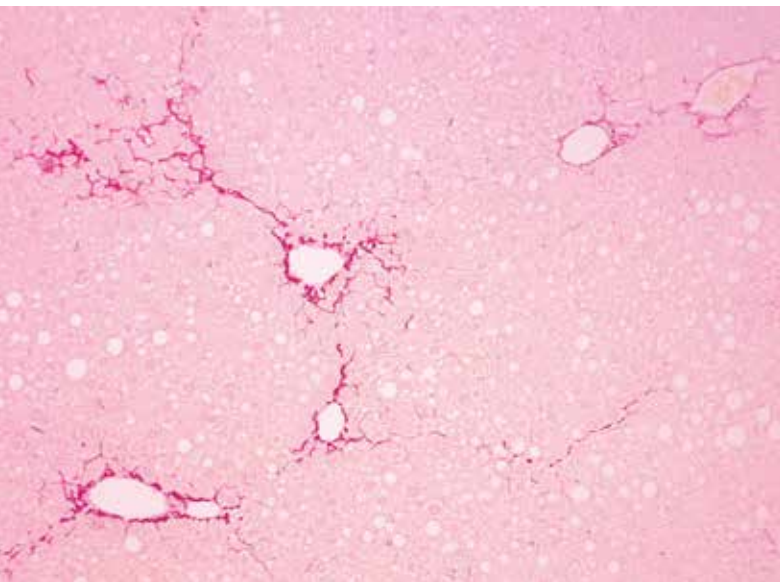
Os hepatócitos dos animais do primeiro grupo também passaram a funcionar melhor e aparente-

## Direcionamento ao alvo

Estratégia guia linfócitos T para atacar células produtoras de colágeno no fígado



FONTE: YASHASWINI, C. N. ET AL. SCIENCE TRANSLATIONAL MEDICINE. 21 JAN. 2026



Fibras de colágeno (em vermelho) no fígado com fibrose (à esq.) e no órgão tratado com as células CAR-T (à dir.)

mente a processar de modo mais eficaz a gordura. “Ao reduzir a atividade da FAP, o tratamento pode aumentar a forma biologicamente ativa do hormônio FGF21, que tem efeitos protetores nos hepatócitos e pode contribuir para o equilíbrio metabólico do fígado”, conta Picanço e Castro.

O tratamento também diminuiu a exaustão dos linfócitos e ajudou a restaurar a camada de células que recobre internamente os vasos sanguíneos do fígado, danificadas na fibrose.

**O** outro achado importante, segundo os autores do estudo, é que, um mês após o tratamento, não havia mais linfócitos com receptor para FAP no organismo dos roedores. Isso significa que o tratamento tem uma duração limitada, algo extremamente importante para reduzir a toxicidade no longo prazo. Na forma mais usual de produzir linfócitos CAR-T, por meio da alteração do DNA, as células podem permanecer ativas por anos.

“O fato de o efeito ser transiente torna possível eliminar as células causadoras da fibrose e, depois, que as células estreladas saudáveis continuem a desempenhar a sua função normal”, comenta o biomédico Martín Bonamino, do Instituto Nacional do Câncer (Inca), que desenvolve terapias antitumorais com células CAR-T e não participou do estudo atual. “Em teoria, o tratamento proposto agora poderia ser realizado repetidamente até zerar a fibrose”, propõe Bonamino.

Atualmente, existem duas medicações aprovadas nos Estados Unidos para combater a fibrose no fígado decorrente do acúmulo de gordura. Uma é o resmetirom, vendido com o nome comercial Rezdifra, que estimula a ação de um hormônio

que impede o acúmulo de gordura no fígado. A outra é a semaglutida, princípio ativo do Wegovy, receitado para combater a obesidade.

“A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) já aprovou o uso da semaglutida no Brasil para tratar gordura no fígado com fibrose de graus 2 e 3”, conta Oliveira, da USP. Ela é coautora de um estudo publicado em junho passado na revista médica *The New England Journal of Medicine* que mostrou que o tratamento prolongado com semaglutida reduziu, por mecanismos ainda desconhecidos, em 1 grau o nível de fibrose no fígado.

“Uma vantagem da produção de células CAR-T a partir do mRNA, adotada no estudo, é que, em tese, ela poderia ser usada para combater fibrose também em outros órgãos e tecidos”, comenta a pesquisadora. Em um estudo publicado em 2022 na revista *Science*, pesquisadores da Universidade da Pensilvânia, nos Estados Unidos, colaboradores da equipe do Mount Sinai, mostraram que era possível usar linfócitos CAR-T produzidos *in vivo* para reduzir a fibrose no coração de roedores e melhorar o bombeamento de sangue.

O caminho até que se possa pensar no uso em seres humanos, no entanto, ainda é longo. “Antes, é necessário avaliar a duração do efeito antifibrótico e os possíveis impactos da redução dos fibroblastos ativados na regeneração e no funcionamento do fígado”, conta Picanço e Castro, que atualmente trabalha no aprimoramento de outras células geneticamente modificadas – os linfócitos *natural killer* – para combater o câncer. “Também é preciso avaliar se o tratamento é eficaz em estágios mais avançados de fibrose”, lembra a pesquisadora da USP em Ribeirão Preto. ●

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

**Célula  
estrelada  
ativada**



# Os custos de uma doença

Equipe brasileira estima o total de mortes e de perda de produtividade em decorrência do câncer de intestino no país entre 2001 e 2030

MARIANA CECI

**N**os próximos cinco anos, cerca de 162 mil pessoas com mais de 15 anos devem morrer no Brasil em consequência de tumores malignos do intestino grosso – especificamente, no cólon e no reto. No mesmo período, a enfermidade, o chamado câncer colorretal, o segundo tipo mais frequente no país, com exceção dos tumores de pele não melanoma, deve acarretar a perda de 3,27 milhões de anos potenciais de vida, o que representa um encurtamento médio de 20 anos no tempo de vida de cada pessoa com a doença, segundo estudo publicado em março na revista médica *The Lancet Regional Health – Americas*. Em termos econômicos, o prejuízo indireto, por perda de produtividade em consequência do óbito precoce, foi calculado em US\$ 7,14 bilhões nos próximos cinco anos, sem con-

siderar os gastos com diagnóstico, tratamento e acompanhamento.

O grupo coordenado pela epidemiologista Marianna de Camargo Cancela, do Instituto Nacional do Câncer (Inca), no Rio de Janeiro, chegou a essa estimativa depois de verificar o total de mortes por tumores colorretais registrado de 2001 a 2015 no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde. A equipe também usou os dados obtidos no mesmo intervalo de tempo da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad Contínua), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para estimar o salário médio formal e informal, as taxas de participação na força de trabalho e de desemprego por sexo e idade. Com os números desses primeiros 15 anos em mãos, os pesquisadores projetaram o que se espera em termos de mortes e perda de produtividade no país de 2016 a 2030.

O cenário é preocupante. Os casos de câncer de cólon e reto vêm crescendo no Brasil desde o início deste século e, segundo os autores do artigo, as ocorrências se encontram em ascensão até mesmo entre as pessoas mais jovens, assim como ocorre em países mais ricos. O estudo projeta um salto de 2,7 vezes no total de óbitos do quinquênio 2001-2005 para o que se inicia agora (2026-2030). O país registrou 57.631 mortes em consequência de tumores colorretais no primeiro período e deve contabilizar 157.027 nos próximos cinco anos – o total de mortes é um pouco mais elevado entre as mulheres (ver gráfico abaixo). No mesmo intervalo, a população brasileira cresceu cerca de 23,5%, passando de aproximadamente 170 milhões de pessoas, na virada do século, para os atuais 210 milhões. No acumulado de 2001 a 2030, as mortes por esse tipo de câncer devem chegar a 635,3 mil.

Não é apenas o número absoluto de óbitos que vem aumentando. Há também um incremento contínuo na taxa de mortalidade ajustada por idade, que leva em conta a estrutura etária da população brasileira. Ocorriam 10,8 óbitos em cada grupo de 100 mil homens no período 2001-2005. Essa taxa deve chegar a 13,8 por 100 mil no quinquênio 2026-2030, um aumento de 28%. Entre as mulheres, a projeção é de uma elevação mais modesta, de 12%, subindo de 10,1 para 11,3 por 100 mil.

O crescimento do total de mortes e da taxa de mortalidade vem acompanhado de dois impactos importantes. Um tem natureza social: a perda de anos potenciais de vida, ceifada pela doença antes do esperado. O outro é de fundo econômico: a perda de produtividade, também provocada pelo óbito precoce.

A equipe, que incluiu pesquisadores da Austrália, da França, do Reino Unido e da Irlanda, usou uma

métrica da epidemiologia chamada anos potenciais de vida perdidos (YPLL) para calcular o tempo que a morte prematura das pessoas com câncer colorretal rouba da força de trabalho do país. De 2001 a 2030, o valor total chega a 12,6 milhões de YPLL, sendo 5,7 milhões entre os homens e 6,9 milhões entre as mulheres. A soma do tempo perdido por causa das mortes precoces deve subir, no sexo masculino, de 459 mil no período 2001-2005 para 1,5 milhão no quinquênio 2026-2030. Entre as mulheres, o total de YPLL deve passar de 599 mil para 1,8 milhão. Já a perda de produtividade, também crescente, deve totalizar US\$ 22 bilhões nesses 30 anos, com participação maior (US\$ 16,8 bilhões) masculina (ver gráfico na página 48).

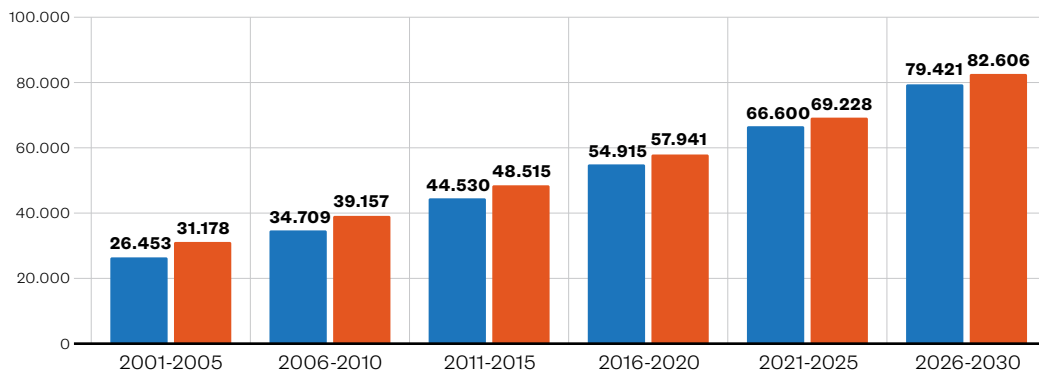
“É alarmante olhar os anos de vida e a produtividade que se perdem no Brasil pela ausência de políticas capazes de impedir a progressão de uma doença que, em muitos casos, é prevenível”, comenta o oncologista Jorge Sabbaga, chefe do Grupo de Tumores Gastrointestinais do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (Icesp), que não participou do estudo da *The Lancet Regional Health – Americas*.

Os quatro indicadores analisados no estudo – total de mortes, taxa de mortalidade, anos de vida perdidos e perda de produtividade – foram mais elevados nos estados das regiões Sudeste, Sul e Nordeste, as mais populosas do país. O Sudeste, onde vivem 84 milhões de brasileiros, deve concentrar o maior número absoluto de mortes (355,2 mil), de anos de vida perdidos (3,1 milhões de YLPP) e de perda de produtividade (US\$ 12,2 bilhões) de 2001 a 2030. A região Sul, a terceira mais populosa, com 30 milhões de habitantes, apresenta vários desses indicadores mais elevados do que a Nordeste, a segunda com maior nú-

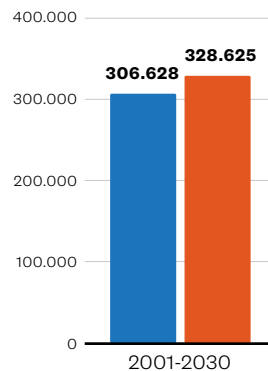
## Mortes em ascensão

Total de óbitos deve crescer 2,7 vezes nos próximos cinco anos em relação ao período 2001-2005

NÚMERO DE MORTES



TOTAL NO PERÍODO

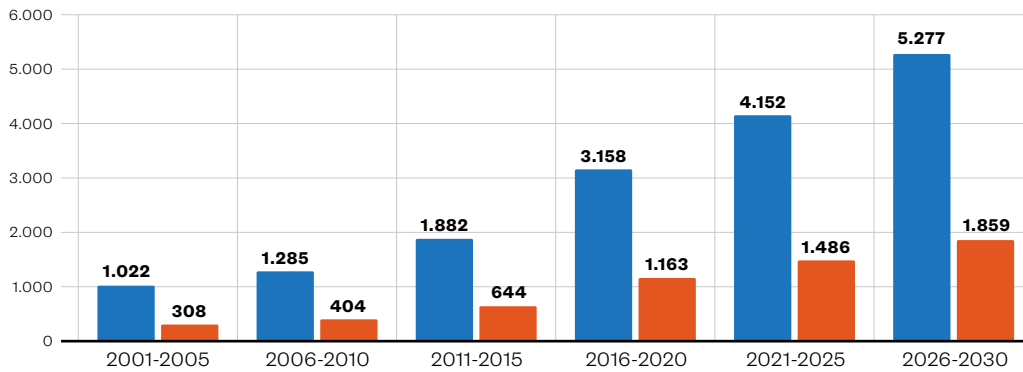


FONTE DOS SANTOS, J. E. M. ET AL. THE LANCET REGIONAL HEALTH - AMERICAS. MAR. 2026

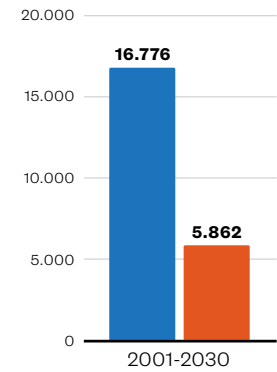
# Impacto na produtividade

Custo por saída do mercado de trabalho pode aumentar 5,4 vezes no período 2026-2030 em comparação com o primeiro quinquênio do século

EM MILHÃO DE US\$ PPP



TOTAL NO PERÍODO



FONTE DOS SANTOS, J. E. M. ET AL. THE LANCET REGIONAL HEALTH - AMERICAS. MAR. 2026

mero de habitantes. Até 2030, os estados do Sul devem acumular 127,3 mil mortes, 2,4 milhões de anos saudáveis de vida perdidos e uma queda de produtividade de US\$ 4,5 bilhões. Essa concentração, segundo os autores do artigo, é explicada por diferenças nos hábitos de vida (por exemplo, maior índice de tabagismo e consumo de alimentos ultraprocessados), somadas à maior proporção de pessoas com mais de 60 anos vivendo nessas regiões. A partir dessa idade, aumenta a incidência do câncer de cólon e reto.

**N**as três décadas incluídas no estudo, a perda de produtividade aumentou, em média, em torno de cinco vezes. Era da ordem de US\$ 1,33 bilhão no quinquênio 2001-2005 e deve chegar a US\$ 7,14 bilhões no período 2026-2030. Embora concentrem o menor número de mortes e as taxas de mortalidade mais baixas, os estados da região Norte são os que devem apresentar o maior aumento relativo na perda de produtividade. Entre os homens, ela deve crescer 9,7 vezes e, entre as mulheres, 8,7. A região também apresenta os maiores valores de anos potenciais de vida perdidos por morte: 22 anos entre os homens e 24 entre as mulheres, acima da média nacional de 18 anos e 21 anos, respectivamente.

“Essa variação deve-se principalmente a diferenças socioeconômicas”, afirma o epidemiologista Jonas Eduardo Monteiro dos Santos, primeiro autor do estudo, financiado pelo programa de apoio a políticas de oncologia independente da empresa farmacêutica norte-americana Merck Sharp & Dohme. Mais pobres, os estados do Norte (e do Nordeste) têm menos acesso a serviços de saúde. “Isso aumenta o tempo para o diagnóstico

e o início do tratamento, o que eleva a probabilidade de óbito precoce”, conclui Santos, pesquisador do Inca e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

A demora no diagnóstico, aliás, é um problema frequente no país. No boletim *Câncer Colorretal no Brasil – O desafio invisível do diagnóstico*, publicado em 2025, a Fundação do Câncer, entidade filantrópica que atua na prevenção da doença, estimou que 60% dos mais de 177 mil casos de câncer colorretal registrados em hospitais públicos e privados brasileiros entre 2013 e 2022 foram diagnosticados em estágios avançados, o que contribuiu para que o país responda pela quinta maior taxa de mortalidade por câncer colorretal da América Latina e por 41% do total de mortes pela doença na região. “No Brasil, temos o Sistema Único de Saúde [SUS], que é um dos mais eficientes do mundo, mas ele não está sendo capaz de proporcionar à população um trabalho de varredura e detecção precoce das lesões pré-malignas”, afirma Sabbaga.

O câncer de cólon e reto, segundo especialistas, é uma enfermidade que pode ser prevenida em boa parte das vezes por meio da adoção de hábitos saudáveis de vida, como a realização de atividade física regular, o consumo de uma dieta rica em fibras e com poucos alimentos embutidos e ultraprocessados e evitando o tabagismo. Seu rastreamento pode ser feito por meio do exame que detecta sangue oculto nas fezes, associado à análise do histórico familiar. Uma vez confirmada a suspeita, é possível realizar o diagnóstico precoce por meio do exame de colonoscopia, que permite a detecção de lesões iniciais (pólipos) e sua remoção, impedindo que a doença progrida e se dissemine. ●

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

# No descarte, pistas do câncer

Concentração de DNA no suco digestivo do estômago pode auxiliar na detecção de tumores gástricos

GISELLE SOARES

**O** líquido aspirado e descartado nos exames de endoscopia do estômago pode ajudar a aprimorar a detecção do câncer gástrico. Provocado por infecção pela bactéria *Helicobacter pylori*, consumo de tabaco e álcool, excesso de peso ou dietas ricas em alimentos conservados em sal, além de fatores genéticos e outros ainda incertos, os tumores de estômago são o quinto tipo mais comum no mundo, com quase 1 milhão de casos novos por ano e 660 mil mortes. Há décadas, a forma mais eficaz de identificá-lo é por meio da endoscopia digestiva alta. Nela, o médico insere, pela boca do paciente sedado, um tubo flexível contendo uma câmera e diminutas pinças, o que permite visualizar lesões no estômago e colher amostras de tecido. O método, porém, não é infalível. O tecido que recobre internamente o estômago é enrugado e ocupa uma área bastante extensa. Além disso, parte dos tumores pode estar em camadas mais profundas da parede do estômago, difíceis de serem avaliadas. Analisando o suco gástrico, descartado nas endoscopias para facilitar inspeção visual do órgão, o grupo coordenado pelo biólogo molecular Emmanuel

Estômago, observado em uma radiografia com uso de contraste

Dias-Neto observou que a quantidade de material genético (DNA) dispersa nesse líquido pode indicar a existência de um câncer e, potencialmente, ajudar a definir o seu grau de agressividade.

Dias-Neto e colaboradores chegaram a essa conclusão depois de medir a concentração de DNA no suco gástrico de 941 pessoas que passaram por endoscopia no A.C.Camargo Cancer Center, em São Paulo. Dos participantes, 10 não apresentavam problemas gástricos, 596 sofriam de gastrite ou outros problemas inflamatórios no trato digestivo, 99 apresentavam lesões pré-cancerosas e 236 tinham câncer de estômago em diferentes estágios de desenvolvimento. A quantidade de DNA livre no suco gástrico de indivíduos com câncer foi mais de duas vezes mais elevada do que a encontrada no fluido digestivo dos participantes com lesões pré-tumorais. Enquanto no primeiro grupo a concentração foi, em média, 26,9 nanogramas de DNA por microlitro de suco gástrico (ng/μL), no segundo ela ficou em 10,1 ng/μL, de acordo com os resultados, apresentados em um artigo publicado em dezembro na revista *eLife*. Entre os participantes com mucosa saudável ou inflamação digestiva,

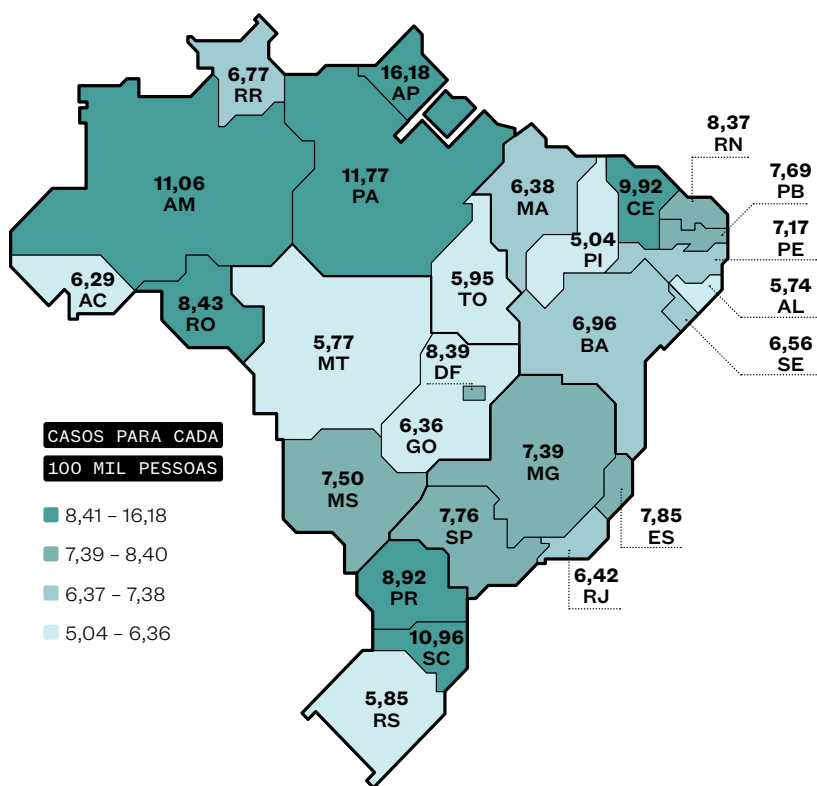
a média foi de 10,8 ng/μL, valor que, do ponto de vista estatístico, não difere do observado entre as pessoas com lesões pré-cancerígenas.

A dosagem de DNA também foi diferente de acordo com o estágio de progressão do câncer. A concentração no suco gástrico de pessoas com tumores iniciais (T0, T1 ou T2) ficou, em média, em 15,1 ng/μL e, nas lesões de nível intermediário (T3), chegou a 25,7 ng/μL. Nos casos mais graves (T4), a concentração foi ainda mais alta (38,1 ng/μL), mas, do ponto de vista estatístico, não diferiu da observada em T3. “Esse método tem a vantagem de ser simples e de baixo custo, já que o líquido é aspirado rotineiramente durante a endoscopia e normalmente descartado”, destaca o oncologista Felipe Coimbra, líder do Centro de Referência em Tumores do Aparelho Digestivo Alto do A.C.Camargo Cancer Center e um dos autores do estudo.

“Células de tumores se multiplicam e morrem, liberando fragmentos de DNA no ambiente ao redor. Se parte desse material se acumula no conteúdo do estômago, capturá-lo é como fazer um retrato molecular do que está acontecendo naquele momento”, comenta o médico Roger Chammas, diretor do Centro de Investigação Translacional em Oncologia do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (Icesp), que não participou do estudo.

## Incidência desigual

O mapa mostra a frequência de casos novos esperada para 2026 nos diferentes estados



FONTE: INCA

Um achado aparentemente contraditório chamou a atenção dos pesquisadores e sugere que o teste possa funcionar para prever o desfecho do câncer. Entre as pessoas com tumor em estágio mais inicial (sem espalhamento para outros órgãos), concentrações de DNA no fluido gástrico superiores a certo limite indicaram mais chance de sobreviver. Pouco mais de 70% daquelas com concentrações maiores do que 1,28 ng/μL continuavam vivas mil dias após o teste. Essa proporção foi inferior a 40% no grupo com níveis de DNA abaixo desse limite.

“Essa associação faz sentido quando entendemos que o DNA no líquido gástrico não vem apenas das células tumorais. Esse material genético também pode refletir a atividade do sistema imunológico no microambiente do tumor, já que células imunes que morrem ou se degradam nessa região também liberam DNA”, explica Dias-Neto, que atualmente é pesquisador visitante na Universidade Rutgers, nos Estados Unidos. Por essa razão, conta ele, supõe-se que tumores atacados por maior quantidade de células de defesa tendem a liberar mais DNA no interior do estômago, o que pode estar associado a uma evolução mais favorável da doença.

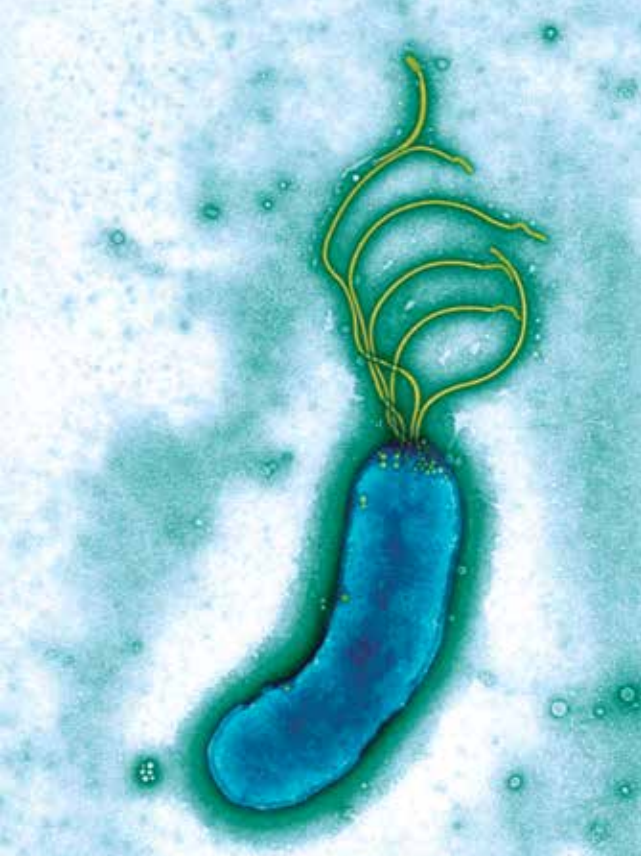


Imagem de microscopia eletrônica (colorida artificialmente) da bactéria *Helicobacter pylori*, uma das causadoras do câncer de estômago

Sozinha, no entanto, a quantificação do DNA no suco gástrico apresentou um desempenho modesto na separação das pessoas com e sem tumor de estômago. Ela permitiu identificar corretamente em 66% das vezes se o paciente tinha câncer. Esse grau de sucesso não torna possível ainda substituir a biópsia feita com auxílio da endoscopia, considerada atualmente o padrão-ouro por fornecer informações sobre o tipo e o estágio do tumor. A quantificação do DNA, porém, pode ajudar a aprimorar a biópsia por endoscopia. “A precisão da endoscopia digestiva alta com biópsia não é absoluta. Há uma margem de erro que pode levar a resultados falso-negativos”, explica Coimbra. “Em alguns estudos com pacientes com câncer gástrico avançado, as biópsias apresentaram resultado negativo para malignidade em cerca de 16% na avaliação inicial. Isso significa que, em quase um a cada seis casos, o câncer não foi detectado na primeira biópsia, mesmo com a presença de lesões. Fatores como o tipo de lesão, que pode se infiltrar na submucosa do estômago, e o grau de diferenciação do tumor podem influenciar nesse resultado”, acrescenta.

A medição da quantidade de DNA encontrada no suco gástrico entra na categoria do que os especialistas chamam de biópsia líquida do tumor, técnica que busca fragmentos de material genético liberados por células tumorais em fluidos corporais – o mais usado é o sangue (*ver Pesquisa FAPESP nº 253*). Essa abordagem, no entanto, enfrenta limitação, principalmente nos estágios

iniciais da doença. “A detecção precoce por meio do sangue é desafiadora, porque o DNA tumoral só aparece na circulação quando o tumor já invadiu vasos sanguíneos e, nesse estágio, o tratamento costuma ser mais complexo”, explica a gastroenterologista chinesa Lianlian Wu, da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, que investiga a detecção precoce do câncer e não participou do estudo atual. “Por isso, as biópsias líquidas órgão-específicas, como a análise do fluido gástrico, são uma ideia conceitualmente muito interessante”, diz. “O material derivado do tumor tende a estar mais concentrado no próprio estômago.”

**E**la ressalta que a endoscopia com biópsia continuará sendo o padrão-ouro, por oferecer visualização direta e análise histológica detalhada. Mas, assim como Coimbra, lembra que pode haver erro de amostragem. “A mucosa gástrica é extensa e frequentemente inflamada, o que pode dificultar a escolha do local ideal para a coleta. O fluido gástrico funciona como uma amostra mais abrangente, reunindo material liberado por diferentes áreas. É um bom complemento, mas não substitui a biópsia”, alerta Wu.

No Brasil, o câncer gástrico apresenta forte variação regional e ainda costuma ser diagnosticado em fases mais avançadas, quando as possibilidades de cura são menores. Segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (Inca), os estados com maiores taxas estimadas de incidência para 2026 concentram-se na região Norte do país. O Amapá lidera o ranking, com 16,18 casos por 100 mil habitantes, seguido por Pará (11,77/100 mil), Amazonas (11,06/100 mil) e Rondônia (8,43/100 mil). No Sul, Santa Catarina (10,96/100 mil) e Paraná (8,92/100 mil) também registram índices elevados. Já no Nordeste, o Ceará apresenta taxa estimada de 9,92 casos por 100 mil habitantes (*ver mapa*).

Embora avanços tecnológicos ampliem a possibilidade de diagnóstico, o câncer gástrico permanece fortemente condicionado por fatores socioeconômicos. “A falta de saneamento básico e as condições de vida mais precárias contribuem para uma maior exposição aos fatores de risco, como a infecção por *Helicobacter pylori*”, acrescenta o biólogo molecular português Rui Reis, diretor científico do Instituto de Ensino e Pesquisa (IEP) do Hospital de Câncer de Barretos, que não participou do estudo da *eLife*. “O câncer gástrico é, em certa medida, um reflexo dessas desigualdades”, afirma. ●

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

# Diferente, mas não muito

Quantidade de cacau no chocolate meio amargo é similar à das versões ao leite e branco

GISELLE SOARES

**U**m estudo publicado em janeiro na revista *Food Chemistry* por uma equipe do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (Cena-USP), em Piracicaba, analisou 211 amostras de 116 marcas de chocolate em barra vendidas no país e chegou a um resultado animador e outro preocupante.

A boa notícia é que nenhum exemplar do produto forneceu indícios de que tenha uma quantidade de cacau abaixo da determinada pela legislação. No Brasil, um alimento pode ser chamado de chocolate se for composto por ao menos 25% de sólidos de cacau, segundo a Resolução RDC nº 723, de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que estabelece os critérios mínimos para a classificação desse produto. No

caso do chocolate branco, é preciso ter ao menos 20% da manteiga de cacau, uma gordura comestível extraída do fruto.

O dado intrigante foi que as amostras de chocolate meio amargo fabricadas em larga escala por grandes empresas nacionais forneceram indícios de que contêm a mesma proporção de cacau e de açúcar encontrada em chocolates das categorias ao leite e branco, mais baratas e populares. “Isso nos surpreendeu. Quando olhamos os rótulos, a maioria das marcas de chocolate meio amargo indica um teor de cacau em torno de 40%. Mas não foi isso que apareceu de forma clara nos nossos dados”, comenta a botânica Karina Gonçalves, primeira autora do trabalho, que faz pós-doutorado no Cena-USP.

Os resultados sugerem que as amostras de chocolate ao leite, branco e meio amargo, independen-

temente da classificação, tinham entre 25% e 30% de cacau. Os da categoria amargo apresentavam pelo menos 60% do fruto em sua composição, quantidade compatível com o anunciado publicamente. Também foram analisados chocolates importados e feitos por fabricantes brasileiros artesanais, que plantam o próprio fruto usado em seus produtos. Nesses casos, a quantidade de cacau determinada pelo estudo nas barras do alimento bateu, em linhas gerais, com a anunciada pelos produtores.

Nos rótulos dos chocolates mais consumidos (branco, ao leite e meio amargo), o açúcar aparece como o primeiro ingrediente, enquanto o cacau ocupa posições secundárias e lidera a formulação apenas na versão amarga. Entre os chocolates importados, o padrão se repete, com exceção dos produtos com 70% ou mais de cacau. Já nos chocolates nacionais artesanais, o cacau é o elemento central e aparece como base das formulações.

Para comentar os resultados do estudo, a reportagem de *Pesquisa FAPESP* entrou em contato com a Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (Abicab) e grandes empresas do setor (Nestlé, Mondelez, Arcor e Cacau Show). A Abicab disse que não comenta sobre processos de produção. A Arcor preferiu não responder à demanda. As demais não deram retorno.

#### A RAZÃO DOS ISÓTOPOS

O trabalho do Cena não mediu diretamente a quantidade de cacau e açúcar, os dois ingredientes predominantes do chocolate, em sua composição. Ele determinou a proporção de duas formas, denominadas isótopos, dos átomos do elemento químico carbono presentes no alimento. A partir da relação entre os dois isótopos encontrada em uma barra do produto é possível inferir quanto há de cacau (planta C3) e de açúcar (C4) em sua receita. Um dos isótopos é o raro e pesado carbono 13 ( $^{13}\text{C}$ ); o outro, o leve e abundante carbono 12 ( $^{12}\text{C}$ ). A proporção das duas variantes do átomo, uma razão denominada delta carbono 13, depende da maneira com que as plantas fazem fotossíntese.

As do tipo C3, como o cacauzeiro, que representam cerca de 90% das espécies

vegetais, fixam mais carbono 12 e menos carbono 13 do que as C4, como o milho e a cana-de-açúcar. Portanto, a chamada assinatura isotópica de plantas C3 (e de seus derivados) resulta em um delta carbono 13 com valores mais baixos, em uma faixa de resultados distintos da apresentada por espécies C4.

**P**ara realizar esse tipo de análise, as amostras de chocolate foram moídas, queimadas e submetidas a um espectrômetro de massas, equipamento capaz de identificar a forma de carbono presente nos ingredientes, no Laboratório de Ecologia Isotópica do Cena. “Além de estimarmos com bom grau de certeza a composição dos dois ingredientes principais do chocolate, a abordagem isotópica também permite determinar a origem geográfica do cacau”, diz o engenheiro-agrônomo Plínio Barbosa de Camargo, do Laboratório de Ecologia Isotópica do Cena, coautor do trabalho.

É possível dizer se o fruto é originário do Brasil ou de outro país. No caso dos produtos artesanais brasileiros, até o bioma de onde vinha o cacau, se Mata Atlântica ou Amazônia, foi determinado com precisão. No estudo, foram feitas ainda análises de isótopos do átomo de nitrogênio, mas, nesse caso, os resultados foram pouco conclusivos. Os pesquisadores do Cena já usaram essa abordagem isotópica para estudar a composição de outros produtos, como vinhos, rações para cães e gatos e ketchup.

Um segundo estudo do grupo do Cena, publicado em janeiro de 2026 na revista *Food Control*, avaliou o teor de cacau de 46 marcas de chocolates em pó e achocolatados. Nos chocolates em pó, os percentuais de cacau variaram entre 16% e 70%, e apenas uma marca apresentou valores inferiores ao mínimo exigido pela Anvisa. Entre os achocolatados, o teor médio de cacau foi de 14%, com predominância de ingredientes derivados de plantas C4, especialmente açúcar (em alguns casos, a contribuição chegou a cerca de 95% da composição). Para os autores, esse é um dado alarmante, considerando que os achocolatados são produtos bastante presentes na alimentação infantil.

Nas análises isotópicas, as formulações industriais não são avaliadas em termos nutricionais. “Não analisamos valor proteico, qualidade nutricional ou se o chocolate é mais ou menos saudável. O foco dos dois trabalhos foi exclusivamente estimar a proporção de açúcar e de cacau presente nos chocolates e achocolatados”, explica Camargo. ●

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

**25%**  
de cacau  
é o mínimo  
que um  
chocolate  
deve ter



# Parceiros trocados

Pequi-anão do interior paulista substitui morcegos, os polinizadores típicos da espécie, por abelhas-carpinteiras

MARIA GUIMARÃES

**D**urante a infância em Palmas, capital do Tocantins, o biólogo Felipe Amorim subia em pés de pequi (*Caryocar brasiliense*), cujos frutos são muito usados na culinária do Centro-Oeste brasileiro. “Ainda subo”, afirma ele, que é professor da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Botucatu. Foi grande a surpresa, ao mudar-se para essa cidade do interior paulista, e encontrar pés de pequi que não passam da altura do joelho. As árvores que conhecia podiam passar dos 10 metros. E tinha mais uma surpresa: os tufos amarelados que são suas flores, em vez de atraírem os habituais morcegos, são visitados por abelhas-carpinteiras (*Xylocopa*). Ele e o biólogo Caio Ballarin, então seu estudante de doutorado, com mais alguns colaboradores, desvendaram o enigma

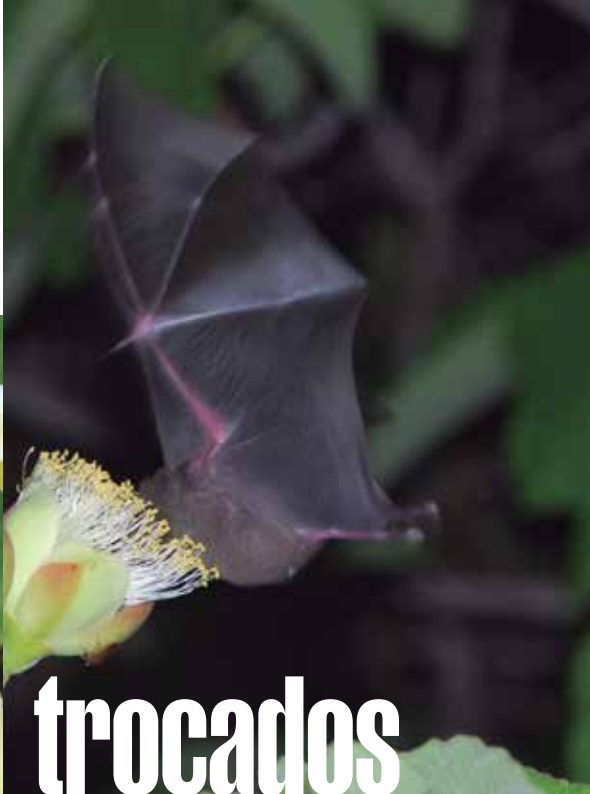
do pequi-anão, conforme descrevem em artigo publicado em outubro na revista científica *Annals of Botany*.

O grupo da Unesp comparou os atributos florais do pequi-anão da Cuesta Paulista – região serrana de clima frio e seco, onde está Botucatu –, reconhecido como uma subespécie (*C. brasiliense* subs. *intermedium*) de distribuição restrita à porção sul do Cerrado, com árvores de Caldas Novas (Goiás) e Uberlândia (Minas Gerais). A dinâmica típica da espécie é que as flores desabrocham um pouco antes do crepúsculo, por volta das 17h, e permanecem abertas por cerca de 20 horas. Nesse período atraem uma diversidade de animais, como abelhas e beija-flores no período diurno e mariposas e morcegos, principalmente da espécie *Glossophaga soricina*, durante a noite. “O pequi é central na teia de interação entre plantas e animais, por atrair essa diversidade de espécies”, ava-

lia o biólogo Paulo Eugênio Oliveira, da Universidade Federal de Uberlândia, que não participou do estudo.

O polinizador principal, no entanto, é o morcego. “Ele abraça a flor para lamber o néctar e, com a pelagem cheia de pólen, encosta no estigma [a parte feminina da flor], favorecendo a fertilização”, explica Amorim. Os animais menores passam pelo meio dos estames, a parte masculina da flor, e dificilmente cumprem essa função. O horário de abertura é importante. De acordo com o biólogo, no início da noite os mamíferos voadores percorrem sua área de ação mapeando os recursos alimentares, e depois passam a noite alternando visitas.

As flores do pequi-anão têm pétalas menores e estames mais curtos. O mais importante, porém, é que elas começam a abrir de madrugada, por volta das 2h, quando os morcegos já definiram e estão percorrendo suas rotas alimentares.



Abelha-carpinteira em pequi-anão (à esq.) e morcego em árvore típica

A secreção de néctar chega ao máximo em torno da alvorada, com um teor de açúcar que vai aumentando à medida que o sol escaldante do Cerrado promove a evaporação.

**N**as primeiras horas do dia, os animais em maior atividade de busca de néctar são os beija-flores e as abelhas, mas estas últimas são mais favorecidas pelo posicionamento das flores junto ao chão. Nas flores menores, conseguem abraçar os estames com as pernas e levar grandes quantidades de pólen aos estigmas de outras flores.

A composição do recurso alimentar também é adaptada às abelhas. O néctar das plantas anãs contém sacarose, um açúcar cujas moléculas são compostas por cinco átomos de carbono, que as abelhas digerem com mais facilidade. Já a fórmula tradicional, apreciada pelos morcegos nas flores do pequi arbóreo, é

rica em açúcares de seis átomos de carbono, como a glicose e a frutose.

Amorim se empolga com a documentação de uma mudança drástica como resposta adaptativa ao ambiente. “Muito provavelmente, ao longo do tempo evolutivo, o gelo e o fogo moldaram as plantas de Botucatu”, resume. Isso porque a Cuesta, apesar de fazer parte do bioma Cerrado, representa uma transição para o território da Mata Atlântica e alterna períodos de incêndios intensos – atualmente causados pela ação humana – e de fortes geadas. Tanto o fogo quanto o gelo são capazes de matar as extremidades das plantas, explica Amorim. O importante é que nas plantas anãs as gemas de crescimento, que geram os brotos, estão protegidas rente ao solo, onde a temperatura muda pouco quando passam as labaredas. O caule é subterrâneo e apenas ramos emergem. Quando destruídos, rebrotam com facilidade. “Depois do fogo vem uma florada espetacular.”

“É muito interessante em termos evolutivos”, avalia Paulo Eugênio Oliveira. “Como conector ecológico, o trabalho mostra que o pequi pode se ajustar conforme fatores ambientais.” Essa adaptação tem o potencial de causar uma separação de espécies, uma vez que os polinizadores são diferentes e a dinâmica floral está adaptada a eles. Para testar se

há uma separação, seria necessário que plantas dos dois tipos se encontrassem para que os especialistas verificassem se o cruzamento ainda é possível. O biólogo de Botucatu ainda não conseguiu criar essa situação.

O pequi não é um caso isolado. “A morfologia de *Palicourea rigida*, uma planta da família do café, tem mudanças ainda mais intrigantes”, adianta Amorim sobre o trabalho de mestrado, em preparação para publicação, da bióloga Maria Júlia Doria. Não só a planta em Botucatu tem o caule completamente enterrado, com ramos rasteiros, como as flores apresentam mudança na cor e no tamanho. Isso ocasiona uma troca de polinizador: de beija-flores para abelhas.

Oliveira, que coordenou uma grande revisão sobre polinização no Cerrado, publicada na edição de fevereiro da revista científica *Biological Reviews*, conta que o bioma tem vários exemplos de espécies aparentadas de plantas que dependem de animais distintos para reproduzir-se. “Como o Cerrado está sendo destruído a galope, as plantas-chave com a flexibilidade do pequi podem ser muito importantes em termos de conservação.” ●

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

Pequi arbóreo com cerca de 13m e planta rasteira em Botucatu



# Vida no nevoeiro

Equipe internacional identifica pela primeira vez bactérias e fungos vivos em gotículas de neblina amazônica

IGOR ZOLNERKEVIC

**U**m estudo envolvendo 36 biólogos, engenheiros ambientais, físicos, meteorologistas e químicos de instituições do Brasil e de seis outros países demonstrou pela primeira vez que o nevoeiro que recobre ocasionalmente a floresta amazônica abriga microrganismos vivos. Os pesquisadores identificaram em gotículas suspensas no ar, a mais de 40 metros (m) de altura, espécies como a bactéria *Serratia marcescens* e o fungo *Aspergillus niger*, normalmente encontradas no solo da floresta, onde decompõem madeira e folhas mortas, fornecendo nutrientes para a próxima geração de plantas. “Os nevoeiros transportam esses microrganismos, ajudando-os a colonizar novas áreas da floresta”, afirma o químico Ricardo Godoi, do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e líder da pesquisa.

É bem conhecida a presença de microrganismos vivendo em gotículas das nuvens, em grãos de poeira e outras partículas microscópicas suspensas no ar, conhecidas como aerossóis, inclusive na Amazônia. Quase nada, porém, sabe-se

sobre a vida microbiana em nevoeiros. Um estudo pioneiro publicado em 2019 na revista *Science of the Total Environment*, liderado pela bióloga norte-americana Sarah Evans, da Universidade Estadual de Michigan, nos Estados Unidos, mostrou que a diversidade de micróbios no ar aumenta durante eventos de neblina costeira na Namíbia (África), em comparação com períodos sem neblina. Já o novo estudo na Amazônia, publicado em fevereiro na revista *Communications Earth and Environment*, é o primeiro a confirmar que células vivas, aptas à reprodução, viajam em nevoeiros. De acordo com Godoi, as gotículas funcionam como abrigo contra a radiação ultravioleta do Sol e a desidratação. “A neblina é um habitat microbiológico”, conclui.

O interesse de Godoi pelos nevoeiros começou cerca de 10 anos atrás, quando sua então aluna de doutorado, a engenheira ambiental Cybelli Barbosa, coletou aerossóis no topo do Observatório de Torre Alta da Amazônia (Atto), uma estrutura de 325 m de altura instalada na reserva de floresta virgem de Uatumã, mantida pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), a 156 quilômetros a nordeste de



Manaus, e os institutos Max Planck de Química e de Biogeoquímica, da Alemanha. Entre os aerossóis, ela encontrou pólen, esporos de fungos e outras partículas de material biológico vindas do chão da floresta, como descreveu em artigo publicado em 2022 na revista *NPJ Climate and Atmospheric Science*. O resultado parecia impossível. Como essas partículas relativamente grandes teriam subido tão alto? “Aquilo me tirava o sono”, lembra Godoi.

Foi quando o próprio pesquisador subiu na torre do Atto e testemunhou uma neblina cobrindo a floresta até o horizonte. Impressionado, consultou colegas meteorologistas. Os nevoeiros costumam se formar à noite, quando o ar úmido da floresta esfria, condensando vapor-d’água em gotículas. Com o nascer do sol, o aquecimento do solo cria correntes de ar ascendentes que elevam o nevoeiro acima da copa das árvores, onde a evaporação e os ventos terminam de dissipá-lo.

Alguns anos depois, Godoi iniciou um projeto com outra aluna de mestrado, a engenheira ambiental Bruna Sebben, para descobrir se o nevoeiro poderia funcionar como uma espécie de elevador para partículas e microrganismos. Entre

2021 e 2023, ela realizou quatro campanhas de coleta de nevoeiro no Atto, cada uma ao longo de cerca de 45 dias. No escuro da madrugada, acompanhada de algum colega, ela caminhava de lanterna na mão por uma estrada (veículos a combustão são proibidos próximo ao experimento, para não interferir nas medidas atmosféricas), vestia os equipamentos de segurança e subia os degraus escorregadios da torre até 42 m de altura, pouco abaixo da copa das árvores. Ali permanecia das 3h às 7h, monitorando um equipamento cedido pelo meteorologista Fábio Gonçalves, da Universidade de São Paulo (USP), que suga as gotículas e as armazena em uma garrafa. Assim ela conseguiu registrar 13 eventos de nevoeiro, ao longo das estações seca e chuvosa da Amazônia.

A água de nevoeiro foi inicialmente analisada na UFPR, por meio de uma técnica chamada citometria de fluxo, que usa um feixe laser para contabilizar células: desde cerca de 3,5 mil até 80 mil células por mililitro de água. “A concentração poderia ter sido zero, pois não fazíamos ideia do que encontrar”, lembra Godoi. “Foi um momento de eureka.”

**Os nevoeiros na Amazônia costumam formar-se ao anoitecer e estender-se a perder de vista**



1

Usando corantes especiais que reagem com as células quando iluminadas por laser, a citometria revelou que muitas células apresentavam mitocôndrias ativas e DNA intacto. As amostras foram então enviadas ao Instituto Adolfo Lutz, em São Paulo, onde a bióloga Dulcilena Castro e Silva e o biomédico Valter Duo Filho isolaram e cultivaram as células, revelando oito espécies de bactérias e sete de fungos. Tanto a quantidade de células quanto a diversidade de espécies variaram, sem relação aparente com a estação (seca ou chuvosa). “Ainda é cedo para estabelecer conclusões sobre frequência ou distribuição das espécies”, afirma Castro, que já estudou fungos atmosféricos em florestas e cidades.

**A**lém desses resultados, a equipe internacional também colaborou para entender as implicações da descoberta para o ecossistema da floresta. Os pesquisadores sugerem que o transporte por nevoeiro poderia explicar por que bactérias e fungos decompositores estão tão bem espalhados pela mata, reciclando nutrientes em toda parte. Por outro lado, eles preveem que o aumento de temperatura e a redução de umidade provocados por queimadas, desmatamento e mudanças climáticas devem reduzir drasticamente a geração de nevoeiros, diminuindo assim a capacidade da floresta de se regenerar.

“O artigo traz insights ótimos e a hipótese faz todo o sentido”, considera o ecólogo Bruno Rosado, do Departamento de Ecologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que não participou da pesquisa. “Ainda assim, a presença de microrganismos na neblina talvez não faça diferença na decomposição. Se eles já estiverem presentes em abundância na matéria orgânica em primeiro lugar, o efeito da neblina será apenas uma maior disponibilidade de água e não o enriquecimento da microbiota.”



2

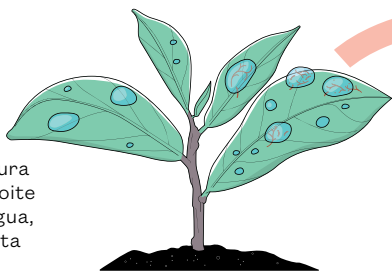
Para verificar o papel dos microrganismos da neblina na decomposição orgânica, Rosado propõe um experimento comparando a presença de espécies microbianas associadas à decomposição em quatro situações diferentes na floresta: sem neblina, com neblina natural, com neblina filtrada sem microrganismos e com neblina filtrada inoculada com microrganismos. Ele lembra que as plantas variam na capacidade de repelir água. “Folhas e tecidos de espécies diferentes podem apresentar ‘molhabilidades’ diferentes, de modo que os efeitos da neblina e de seus microrganismos não são os mesmos”, explica.

Muito acima do dossel da floresta, a torre de 325 m de altura permite estudar condições atmosféricas

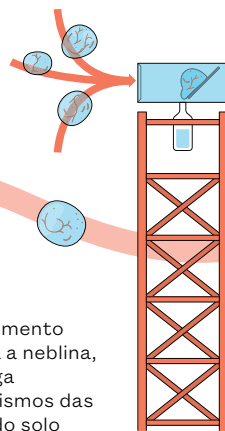
# Carona pelo ar

Protegidos pela umidade, bactérias e fungos percorrem distâncias na Amazônia

**1** A temperatura mais fria da noite condensa a água, que se deposita como orvalho

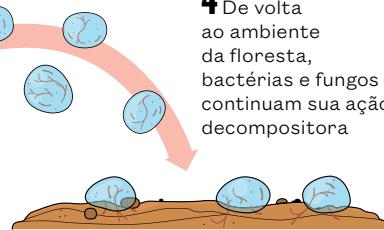


**2** O aquecimento solar eleva a neblina, que carrega microrganismos das plantas e do solo



**3** Protegida para não aquecer ou ressecar, a microbiota pode se distribuir por uma área ampla

**4** De volta ao ambiente da floresta, bactérias e fungos continuam sua ação decompositora



FONTE RICARDO GODOI / UFPR



3

Os novos resultados se somam a trabalhos anteriores do grupo de Godoi, que já sugeriam a importância dos microrganismos atmosféricos para a Amazônia. Em 2021, uma análise metagenômica do DNA obtido de aerossóis coletados no Atto revelou uma abundância de bactérias dos gêneros *Beijerinckiaceae* e *Azospirillum*, de acordo com artigo liderado pelo biólogo Luciano Huergo, da UFPR, e publicado na revista *Science of the Total Environment*. Elas são capazes de transformar nitrogênio atmosférico em amônio, que funciona como fertilizante para as plantas. Em outro artigo, publicado em 2017 na revista *Atmospheric Chemistry and Physics*, a bióloga Joana Rizzolo, então estudante de doutorado de Godoi, coletou grãos de poeira vindos do deserto do Saara. A surpresa foi encontrar, nesses grãos que viajaram do norte da África à Amazônia de carona com os ventos Alísios, microrganismos que convertem ferro e fósforo minerais em compostos químicos capazes de serem absorvidos pelas plantas.

Godoi avalia o estudo recém-publicado como um passo importante em uma área de pesquisa ainda pouco explorada. Com a hipótese de que o nevoeiro deve abrigar muito mais espécies do que as já identificadas, a equipe pretende realizar um estudo de metagenômica, sequenciando todo o DNA encontrado na água coletada do nevoeiro. Planejam também usar a linha de radiação infravermelha Imbuia e a linha de raios X Carnaúba, do acelerador de luz síncrotron Sirius, em Campinas, para analisar as propriedades das partículas de aerossóis presentes entre as gotículas de nevoeiro. Os pesquisadores suspeitam que essas partículas contêm sódio e potássio ligados à matéria orgânica, que serviriam como núcleos de condensação de nuvens na atmosfera da região. ●



4

Instrumento (acima) coleta neblina de onde microrganismos, como fungos filamentosos, podem ser isolados e cultivados (à esq.)

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

FÍSICA



# O mistério da superpartícula

## Pesquisadores debatem se um buraco negro primordial pode ter produzido o neutrino mais energético detectado na Terra

IGOR ZOLNERKEVIC

**N**a noite de 13 de fevereiro de 2023, vindo do espaço, um neutrino, uma partícula subatômica sem carga elétrica e extremamente leve, chegou à Terra em um voo rasante e mergulhou no mar Mediterrâneo. Viajando quase à velocidade da luz, ele seguiu em linha reta até colidir com um núcleo atômico da água do mar. O choque produziu um múon – partícula semelhante a um elétron mais pesado – que atravessou um dos dois conjuntos de detectores submarinos do Cubic Kilometer Neutrino Telescope (KM<sub>3</sub>NeT), localizado a 3.450 metros (m) de profundidade, próximo à ilha da Sicília, no sul da Itália. Em menos de 2 microssegundos, a passagem do múon provocou um rastro de luz tão intenso que ativou mais de um quarto dos 12 mil sensores do instrumento.

Após um longo processo de análise, a colaboração internacional de pesquisadores do KM<sub>3</sub>NeT publicou, dois anos depois, em fevereiro de 2025, um artigo na revista científica *Nature* com suas conclusões: o neutrino atingira a energia mais alta já observada nesse tipo de partícula, algo entre 72 petaeletronvolts (PeV, equivalente a 10<sup>15</sup> elétron-volts) e 6,2 exaeletronvolts (EeV, 10<sup>18</sup> elétron-volts). O valor se situa entre cerca de 100 mil e 1 milhão de trilhões de vezes a energia de uma partícula de luz (fóton) no comprimento de onda visível.

A origem desse superneutrino, batizado de KM<sub>3</sub>-230213A, permanece um total mistério. Recentemente, alguns pesquisadores levantaram a possibilidade de que a explosão final de pequenos buracos negros primordiais, nascidos no início do Universo e vagando pelo Sistema Solar, poderia ser a fonte desse e de outros neutrinos ultrae-

nergéticos. A hipótese ganhou destaque em um artigo assinado por físicos do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), dos Estados Unidos, no segundo semestre do ano passado na principal revista científica de física, a *Physical Review Letters* (PRL). Mas, no início deste ano, uma equipe liderada pela física Renata Zukanovich Funchal, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP), argumentou no mesmo periódico que a proposta é muito improvável, ao menos para o caso específico do KM<sub>3</sub>-230213A. “Diante dos limites impostos pelos dados do experimento, é muito improvável que o neutrino do KM<sub>3</sub>NeT tenha vindo de um buraco negro primordial”, afirma Funchal, especialista nesse tipo de partícula e estudiosa de fenômenos além da física padrão, teoria dominante que descreve as interações entre as partículas e as forças fundamentais, com exceção da gravidade.

Um dos principais motivos para a construção do KM<sub>3</sub>NeT e do IceCube Neutrino Observatory – outro telescópio de neutrinos, com uma rede de 5.160 detectores instalados sob 1 bilhão de toneladas de gelo, próxima ao polo Sul, na Antártida – foi a busca pelos chamados neutrinos cosmogênicos. São os neutrinos criados quando prótons acelerados por jatos emitidos por buracos negros gigantes em galáxias distantes colidem com os fótons da radiação cósmica de fundo, um resquício da explosão que deu origem ao Universo, o Big Bang. De acordo com os modelos teóricos, essas partículas deveriam chegar à Terra, vindas de todas as partes do céu, com energias em torno de 100 PeV a 1 EeV. Entretanto, ao longo de 10 anos de operação do IceCube e 3 anos do KM<sub>3</sub>NeT, nenhum sinal de neutrino cosmogênico foi registrado.

Os 10 neutrinos mais energéticos detectados pelo IceCube chegaram no máximo a energias entre 1 PeV e 10 PeV. O KM3NeT não detectou absolutamente nada próximo disso – até o registro do extraordinário KM3-230213A.

**F**oi nesse contexto que o físico David Kaiser, do MIT, e sua aluna de doutorado Alexandra Klipfel propuseram que a existência de buracos negros primordiais poderia explicar o neutrino extremamente energético observado pelo KM3NeT. Buracos negros são corpos celestes de força gravitacional tão intensa que nem a luz consegue escapar.

Astrônomos já observaram dois tipos deles: os de massa estelar, criados pelo colapso gravitacional de estrelas gigantes, e os supermassivos no centro das galáxias, cuja origem ainda é debatida. Buracos negros primordiais seriam uma terceira categoria, formada por flutuações de densidade logo após o Big Bang. Até agora, nenhuma observação astronômica confirmou sua existência, mas também não a descartou.

Assim como todos os buracos negros, os primordiais deveriam encolher lentamente ao longo de bilhões de anos. Emitiriam partículas elementares de todos os tipos, incluindo prótons, fótons e neutrinos – um efeito previsto pelo físico britânico Stephen Hawking (1942-2018), em 1974. Para buracos negros estelares ou maiores, essa emissão é muito tênue e impossível de ser observada por telescópios. No entanto, a chamada radiação Hawking aumenta cada vez mais à medida que a massa do buraco negro diminui. Quando ela cai para cerca de 6 mil toneladas, o processo se torna extremamente violento: pro-

duz partículas cada vez mais energéticas até o buraco negro desaparecer em uma explosão final que dura 100 segundos.

Em seu artigo na *PRL*, Kaiser e Klipfel argumentaram que, se esses buracos negros primordiais constituírem grande parte da matéria escura, a maioria teria massas grandes demais para produzir sinais observáveis. Porém uma pequena subpopulação deles teria massas abaixo da média e estaria próxima de explodir. Segundo os cálculos da dupla, a distribuição esperada desses buracos negros menores na Via Láctea poderia fazer com que alguns deles atravessassem a nuvem de Oort – a região mais afastada do Sistema Solar, composta de cometas e outros corpos gelados –, onde sua explosão emitiria neutrinos como os observados pelo KM3NeT e IceCube. Eles também calcularam que, para um único neutrino com a energia do KM3-230213A atingir qualquer parte da Terra, um buraco negro primordial precisaria explodir no mínimo na porção mais interna da nuvem de Oort, a cerca de 2 mil unidades astronômicas (UA). A distância média entre a Terra e o Sol equivale a uma UA. A chance de tal explosão ocorrer uma vez a cada 14 anos seria de 8%, de acordo com o estudo.

A hipótese levantada pelos pesquisadores do MIT não é consensual. “Quando li o trabalho, logo vi que esse não deveria ser o caso do KM3-230213A”, conta Funchal. Ela resolveu examinar a fundo a questão com o auxílio de um time de colaboradores. Recrutou primeiramente a física Lua Airoidi, aluna de mestrado sob sua orientação, que estuda sinais de buracos negros primordiais em detectores de neutrinos. Como buracos negros primordiais não são o seu forte, Funchal convidou um especialista no assunto, seu ex-aluno

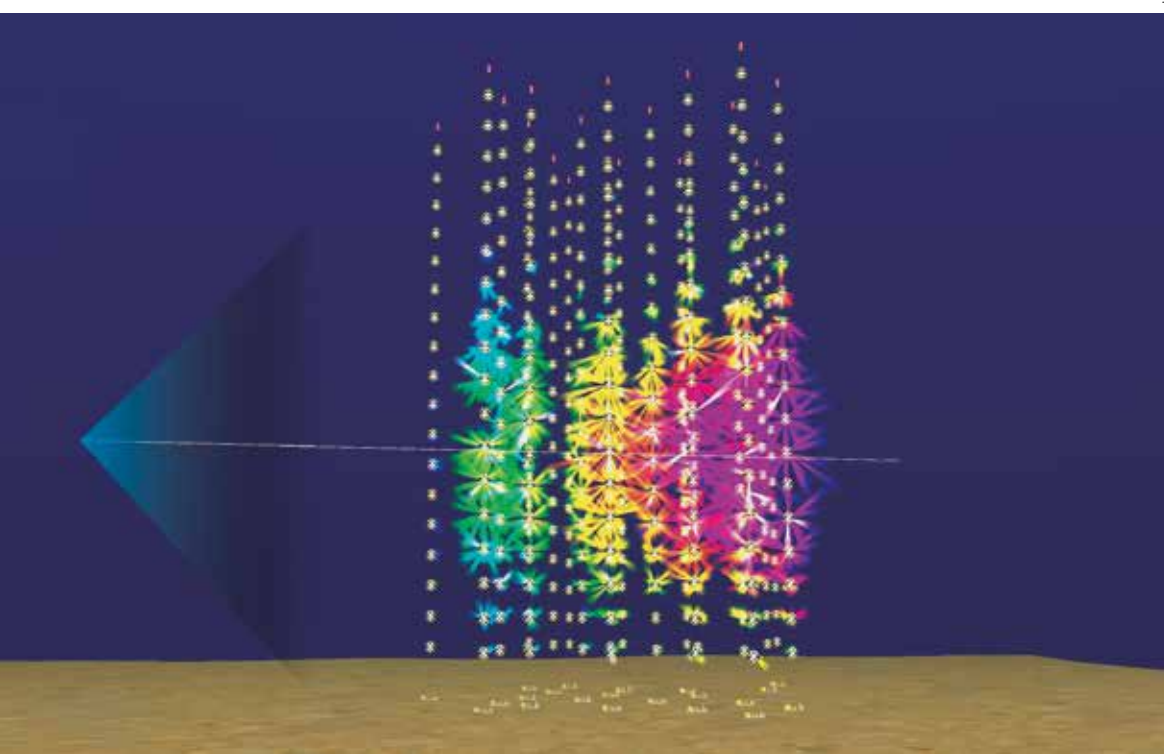


Figura mostra o caminho do neutrino superenergético, da direita para a esquerda, ao ser detectado pelos módulos do KM3NeT



2

de doutorado, o físico Yuber Perez-Gonzalez, da Universidade de Madri, Espanha, para coorientar Airoidi. Em seguida, mais dois pesquisadores se interessaram pelo projeto: seu ex-aluno de doutorado, o físico Gustavo Alves, atualmente no Fermilab, nos Estados Unidos, e o físico Gabriel Salla, hoje no Deutsches Elektronen-Synchrotron (Desy), na Alemanha.

**D**iferentemente do estudo do MIT, a equipe de Funchal não analisou a probabilidade de um neutrino atingir a Terra como um todo, mas de ele chegar e ser detectado em um ponto específico do planeta, no caso, os detectores do KM<sub>3</sub>NeT. Para que isso pudesse ocorrer, o time de físicos concluiu que o buraco negro teria de estar muito mais próximo da Terra, a uma distância entre 2 e 12 UA, antes de Júpiter e um pouco além da órbita de Saturno. Também teria de ter emitido uma grande quantidade de neutrinos menos energéticos, fótons, raios gama e raios cósmicos em 12 fevereiro de 2023, véspera do dia em que o detector perto da costa da Sicília registrou o superneutrino. De acordo com esse cenário, o KM<sub>3</sub>NeT deveria ter registrado cerca de 150 neutrinos com energias um pouco mais baixas, horas antes da detecção do KM<sub>3</sub>-230213A, e o IceCube deveria ter observado cerca de 300 neutrinos no instante da explosão final. Nessa data, porém, não houve registros inesperados de fótons e raios cósmicos em qualquer observatório do planeta. Para Funchal e colaboradores, todas essas ausências de detecção descartariam a hipótese de que o superneutrino tenha sido produzido por um buraco negro primordial.

“O trabalho deles e o nosso abordam questões distintas, porém complementares”, comenta Kaiser, do MIT, em entrevista a *Pesquisa FAPESP* por e-mail. “Como eles mostraram, se restringirmos a análise apenas ao detector KM<sub>3</sub>NeT, infere-se uma distância relativamente pequena entre o buraco negro que explodiu e a Terra. No entanto, se considerarmos a Terra inteira como a região-alvo do neutrino, a distância do buraco negro seria maior, na nuvem de Oort. Mas a probabilidade de detectar na Terra fótons energéticos produzidos em uma explosão ocorrida nessa região é muito pequena.”

Para o físico Orlando Peres, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que não participou de nenhum dos dois artigos, o trabalho dos brasileiros é mais amplo do que o dos colegas dos Estados Unidos por ter investigado a possibilidade de detecção de raios gama e outras partículas, além de neutrinos. Suas conclusões seriam, portanto, mais prováveis. “Observatórios de raios gama são muito mais precisos que os de neutrinos”, explica. “Se tivesse havido um sinal como previsto no artigo de Funchal, esse tipo de detector teria registrado.” Por enquanto, a única certeza é que o KM<sub>3</sub>-230213A foi produzido em um algum evento astrofísico transiente, em que partículas são emitidas por um breve período. De acordo com Peres, tanto o KM<sub>3</sub>NeT quanto o IceCube estão instalando novos detectores para medirem sinais ultraenergéticos com mais eficiência, na esperança de registrarem outro evento nos próximos anos parecido ao observado em 2023 na costa da Sicília. ●

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

INOVAÇÃO

The image shows four glasses of beer on a dark wooden surface. The glasses contain beer of various colors: a reddish-orange beer on the left, a golden beer in the center, a dark reddish-brown beer in the foreground, and a golden beer on the right. Each glass has a thick, white head of foam. The text 'Os novos sabores da cerveja' is overlaid in white on the central golden beer glass.

**Os  
novos  
sabores  
da  
cerveja**

## Microrganismos identificados em centros de pesquisa enriquecem a diversidade de sabores da bebida alcoólica mais consumida no Brasil

GILBERTO STAM

**O** mundo das cervejas, que há alguns anos vive no país uma efervescência em razão da explosão de bebidas artesanais, comumente produzidas por pequenos produtores de forma quase intuitiva, também tem atraído a atenção da ciência. Equipes de diversos centros de pesquisa nacionais buscam desenvolver uma cerveja genuinamente nacional, com ingredientes locais e métodos adaptados de produção, diferente das encontradas nos supermercados, que geralmente seguem a receita tradicional europeia.

Um dos grupos mais ativos está no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB-UFMG), que integra o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) Leveduras. Usando leveduras brasileiras, a equipe já criou cinco novas “cervejas acadêmicas”, sendo a primeira delas, Star Brasilis, formulada em 2023 – leveduras são fungos unicelulares muito usados na indústria de alimentos, principalmente em processos de fermentação. Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pesquisadores elaboraram a Catharina Sour, modificando a Berliner Weisse, receita alemã do estilo Sour (do inglês “azedo”), para acrescentar sucos concentrados de frutas nativas. Soma-se a elas a Manipueira Selvagem, projeto inovador de cerveja, que combina mandioca e tradições indígenas, elaborado por empresas de Santa Catarina e de Minas Gerais.

O coordenador do INCT Leveduras, o biólogo da UFMG Carlos Augusto Rosa, identificou a levedura *Starmerella meliponinorum*, rebatizada com o nome comercial de Star Brasilis. Ela havia sido coletada por sua aluna de doutorado, Ana Raquel dos Santos, no néctar da flor da chama-da-floresta (*Spathodea campanulata*), uma árvore de até 25 metros (m) de altura, no *campus* da universidade. Segundo o pesquisador, a equipe da universidade realizou uma série de ensaios com diferentes

leveduras para ver quais poderiam produzir uma cerveja de qualidade sem causar problemas ao organismo humano. “Testamos 150 linhagens e escolhemos a Star Brasilis pela riqueza sensorial que imprime na bebida”, ele conta. A cerveja de textura suave e acidez equilibrada, entrega sabores e aromas sutis de frutas, como abacaxi maduro, damasco e melão, e um leve toque de mel.

O banco de leveduras tropicais do INCT soma 50 mil microrganismos, coletados em vários biomas do país. Uma vez selecionada a levedura, o laboratório torna-se um espaço para criar e testar diferentes combinações. Em equipamentos similares aos usados pelos cervejeiros amadores, os pesquisadores seguem o processo tradicional básico de produção, que consiste inicialmente na transformação do amido do malte em açúcares. Em seguida, vem a fervura do mosto (solução líquida rica em açúcares composta pelo malte de cevada e água quente) com lúpulo (*Humulus lupulus*), flor que confere amargor ao preparado. Por fim, o mosto é fermentado pela levedura, gerando álcool, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e aromas (*ver infográfico na página 68 e Pesquisa FAPESP nº 251*).

O grupo mineiro apresentou outras cervejas depois da Star Brasilis, feitas com ingredientes 100% brasileiros (levedura, lúpulo e malte). A Minha Honey Beer, uma Belgian Blond Ale (estilo de cerveja belga de cor dourada), fermentada por uma linhagem brasileira da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, originalmente isolada de fermentação para a produção de cachaça artesanal, foi lançada em outubro de 2024 – essa espécie é largamente usada na indústria de bebidas, alimentos e biocombustíveis. Depois dela, em julho do ano passado, veio a Amazônia Sour Ybirá, cerveja de sabor mais ácido elaborada com frutas tropicais, como o cajá-mirim, a partir de uma levedura, *Lachancea thermotolerans*, isolada de madeira da floresta amazônica.

Em setembro de 2025, empregando a mesma levedura da Star Brasilis, os pesquisadores mu-

daram os ingredientes para produzir uma cerveja no estilo Fruit Beer, feita com coco e graviola. O rótulo mais recente foi a IPA Tropical, produzida com outra linhagem de *S. cerevisiae* de cachaça, que apresenta aromas intensos de manga, maracujá e laranja-da-terra e amargor equilibrado. As cervejas do tipo IPA (Indian Pale Ale) fermentam em temperaturas mais altas, têm aromas marcantes e amargor intenso em razão da elevada quantidade de lúpulo.

Com o objetivo de levar as leveduras estudadas na universidade ao mercado, a UFMG assinou em 2022 com a startup Laboratório da Cerveja um contrato de transferência de tecnologia repassando a ela os direitos de exploração comercial desses microrganismos. “A Star Brasilis foi uma das cervejas em que o potencial das leveduras brasileiras foi testado em escala industrial. É uma cerveja leve e refrescante, turva, com espuma persistente”, avalia a bióloga Luciana Brandão, *sommelier* de cerveja e diretora-executiva da empresa, cuja sede fica em Nova Lima, município a 30 minutos de Belo Horizonte.

Brandão e sua equipe colocaram à disposição do mercado as novas espécies e linhagens descobertas pela equipe de Rosa. Não apenas a Star, mas também a levedura *Torulaspora delbrueckii*, encontrada sobre a casca de uma árvore do parque que abriga o Santuário Caraça, a 120 quilômetros (km) de Belo Horizonte. Por essa razão, foi rebatizada de Guará, em homenagem ao lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), que habita a região. “A

levedura *T. delbrueckii* produz compostos com aromas florais e sabores de mel, pera e conhaque”, atestou a *sommelier*. A startup de Nova Lima já produziu em parceria com as cervejarias mineiras Prússia, Stardust e Verace algumas cervejas experimentais a partir das novas leveduras.

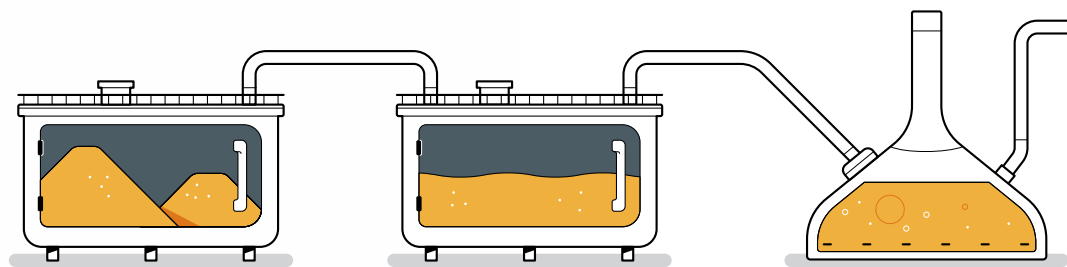
**E**m outra vertente da parceria, o Laboratório da Cerveja trabalha com o INCT Leveduras multiplicando os microrganismos, que são vendidos em meio líquido para cervejarias artesanais. A forma líquida da levedura, no entanto, é pouco competitiva. As grandes cervejarias compram o microrganismo liofilizado (seco, em pó), que dura mais e pode ser transportado em grandes quantidades, enquanto no meio líquido ele deve ser refrigerado e usado em até 40 dias.

O biólogo Jean Carlos Rodrigues da Silva, do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), em Sertãozinho, trabalha com a equipe da empresa Biosab Leveduras, de Ribeirão Preto, também no interior paulista, para desenvolver uma levedura em pó. Com apoio do Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, ele avalia o gosto e o aroma da bebida produzida a partir do pó para ver se o sabor agrada. “Se der certo, poderemos reduzir o custo e escalar a produção das cervejas artesanais brasileiras, o que diminuiria o preço”, acredita. Uma garrafa de cerveja artesanal com 300 a 500 mililitros [mL] custa,



## Uma receita milenar

Saiba quais são as principais etapas do processo de produção da cerveja



### 1 Malteação

A cevada é transformada em malte. O grão é umedecido e começa a germinar. Em seguida, é seco em estufa (secagem e/ou torrefação) para interromper a germinação e desenvolver cor e aroma

### 2 Conversão do amido

Durante a malteação, formam-se enzimas que, depois, na elaboração do mosto (mosturação), converterão o amido em açúcares fermentáveis. O nível de secagem e torra influencia a cor e o perfil sensorial do malte

### 3 Produção do mosto

O malte moído é misturado à água e, eventualmente, a adjuntos cervejeiros (cereais não maltados, como milho e arroz), formando o mosto. Essa mistura é aquecida para desencadear algumas reações enzimáticas

FONTES CARLOS AUGUSTO ROSA (INCT LEVEDURAS) / FÁBIO FLORÊNCIO FERREIRA (INCT LEVEDURAS)

Cervejas experimentais criadas com leveduras brasileiras na UFMG; na página ao lado, a Manipueira Selvagem, feita com caldo de mandioca



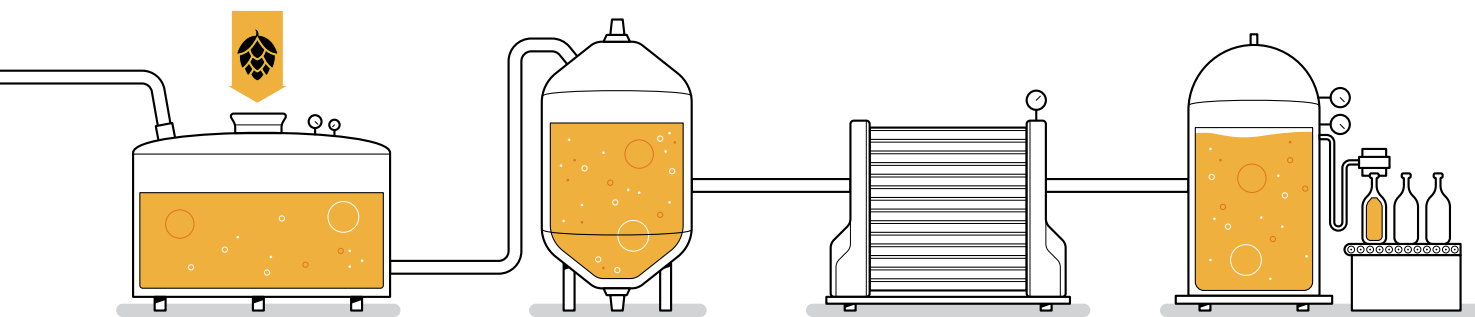
em média, de R\$ 10 a R\$ 35, até seis vezes o das equivalentes industrializadas.

Descobertas como essas chamaram a atenção das grandes cervejarias interessadas em leveduras mais raras que permitem criar cervejas com identidade nacional. “Na Argentina, a Heineken adotou uma levedura selvagem, *Saccharomyces eubayanus*, encontrada por pesquisadores na Patagônia, e desenvolveu a H41 Wild Lager, lançada em 2017 como uma edição limitada, que trouxe aromas diferentes, mais intensos e levemente frutados”, conta Rosa, da UFMG.

“A produção de lúpulo no Brasil é outra limitação para a criação de uma cerveja um pouco mais

brasileira”, diz o farmacêutico Fernando da Costa, da Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Ribeirão Preto, que trabalha com plantio experimental. Em artigo publicado na revista *European Journal of Agronomy*, de 2023, ele mostrou que é possível cultivar quatro variedades do lúpulo nas condições climáticas tropicais do estado de São Paulo. Agricultores de Minas Gerais, de Santa Catarina, do Rio Grande do Sul, do Paraná, do Rio de Janeiro, de Mato Grosso e da Bahia trabalham há anos para adaptar aos trópicos essa trepadeira nativa de regiões de clima temperado.

“A flor do lúpulo produzida no Brasil tem aroma e amargor parecidos com a importada, prin-



#### 4 Adição do lúpulo

Após a filtração do mosto (clarificação), ele é fervido. Durante a fervura, adiciona-se o lúpulo, responsável pelo amargor, aroma e estabilidade da cerveja. Pode ser utilizado em flor ou em pellet (forma granulada e compactada)

#### 5 Fermentação e maturação

Adiciona-se a levedura que transforma os açúcares do mosto em álcool e gás carbônico, responsáveis por aroma e sabor. Na maturação, compostos indesejáveis são reduzidos e o perfil sensorial da cerveja é refinado

#### 6 Filtragem

A bebida pode ser submetida a um processo de filtração para remoção de leveduras e partículas sólidas, tornando-se mais límpida. Muitas cervejas artesanais não passam por essa etapa

#### 7 Envase

Garrafas e latas passam pela pasteurização, processo de aquecimento e resfriamento para ampliar a validade da bebida. Nos barris de chope, para consumo rápido, não é necessária a pasteurização

principalmente da Alemanha e dos Estados Unidos, mas a produção nacional ainda é pequena”, diz Costa. “E as grandes cervejarias precisam de uma quantidade vultosa e de qualidade homogênea de lúpulo, algo que ainda não conseguimos entregar.”

O prazer proporcionado pela cerveja não depende só das leveduras e do lúpulo. Em Florianópolis, uma equipe da UFSC fez algo novo, sob a inspiração da Berliner Weisse, cerveja típica de Berlim, a capital alemã. Leve e clara do estilo Sour, a bebida é caracterizada pela acidez refrescante e conhecida como Champagne do Norte, pela maior quantidade de espuma.

A uma formulação básica, com base em trigo e cevada, os pesquisadores acrescentaram, aos poucos, durante a fermentação, doses comedidas de sucos concentrados de frutas nativas, como caju, seriguela, pitanga, cajá, graviola e cupuaçu. Como muitas cervejas de perfil ácido, a fermentação se dá em duas etapas. Na primeira, bactérias do gênero *Lactobacillus* convertem o açúcar do mosto em ácido láctico. Depois, a levedura *S. cerevisiae* encerra a fermentação produzindo aromas frutados. A maturação normalmente é feita em tanques de aço inoxidável. Um artigo científico publicado em fevereiro na revista *Food Chemistry Advances* detalha seu modo de produção.

A cerveja produzida desse modo foi registrada com o nome de Catharina Sour e em 2018 foi a primeira criada no Brasil reconhecida pela Beer Judge Certification Program, uma organização norte-americana que avalia o que há de melhor do mundo nesse campo. Sua fórmula já foi registrada na Argentina, no Chile, no Equador, na Colômbia, na Alemanha e nos Estados Unidos. A produção da Catharina Sour em outros países ainda é limitada por causa das frutas nativas usadas na formulação original, raramente encontradas fora do Brasil, mas que a princípio poderiam ser substituídas por similares de cada lugar.

Mas será que é boa mesmo? “A combinação de trigo e cevada cria uma sensação macia e aumenta a complexidade dos sabores”, descreve a neurocientista Amanda Reitenbach, da UFSC. Ela testou a reação dos consumidores que provaram a novidade e observou: “A cerveja agrada ao público pelo sabor leve e ácido e pelos aromas que lembram frutas cítricas ou iogurte, produzidos pela levedura, combinado às frutas brasileiras”.

Outras linhas de pesquisa na UFSC e no IFSP buscam novas formas de resolver um problema da cerveja sem álcool, cada vez mais apreciada pelos consumidores, por serem refrescantes e combinarem com pratos leves como saladas e peixes. Não há grandes dificuldades em reduzir o teor alcoólico médio de 5% para 0,05%. O problema é que o sabor vai junto.








Silva, do IFSP, que já trabalhou nisso, aponta duas possibilidades. A primeira é devolver ao líquido os compostos responsáveis pelo sabor e aroma. Outra consiste em usar leveduras, geneticamente modificadas ou não, que produzem pouco álcool. Como fermentam pouco, o gosto é mais adocicado. “O álcool é um conservante natural, que inibe os microrganismos. Sem ele, patógenos podem crescer mais facilmente”, acrescenta Reitenbach. Segundo ela, a Catharina Sour sem álcool e com maturação em madeira foi criada também para atender quem gosta desse tipo de bebida.

### CERVEJA DE MANDIOCA

As novas versões de cerveja que saem dos laboratórios de pesquisa são uma gota no mar dessa bebida – em 2024, as quase 2 mil cervejarias em operação no país produziram 15,3 bilhões de litros –, mas fazem pensar quão próximos estaríamos de uma amarelinha inteiramente nacional, com leveduras, lúpulo e cevada produzidos no país. Reitenbach e Costa concordam que, em vista das grandes quantidades de matérias-primas exigidas pelos fabricantes, a produção em larga escala de uma cerveja genuinamente nacional ainda é uma possibilidade remota.

## Cervejas frugais

Frutas tropicais acrescentam novas características, cores e sabores à bebida

						
<b>Araçá</b>	<b>Maracujá</b>	<b>Cajá</b>	<b>Manga</b>	<b>Caju</b>	<b>Jabuticaba</b>	<b>Cupuaçu</b>
ACIDEZ	ACIDEZ	ACIDEZ	SABOR ADOCICADO	SABOR ADOCICADO	SABOR ADOCICADO	ACIDEZ
SABOR FRUTADO	SABOR FRUTADO	SABOR FRUTADO	SUCULÊNCIA	LIGEIRAMENTE ÁCIDO	TERROSO	AMARGOR
AMARELO-CLARO	ALARANJADO	DOURADO	LARANJA	AMARELO	PÚRPURA-ESCURO	AMARELO-ESVERDEADO

FONTE REITENBACH, A. F. ET AL. FOOD CHEMISTRY ADVANCES. 2026

# Universo variado

Conheça alguns dos principais tipos de cerveja do mercado

## Ale

Fermentam em temperaturas mais altas, são frutadas ou condimentadas e têm textura encorpada



## Lager

São fermentadas em temperaturas mais baixas, são menos aromáticas e com o perfil mais limpo



## Sour

Ácidas, refrescantes e menos encorpadas, remetem ao sabor de limão, iogurte e frutas azedas



## IPA

Com o sabor do lúpulo realçado, são amargas e apresentam aromas cítricos, tropicais ou florais



FONTE LUCIANA BRANDÃO (LABORATÓRIO DA CERVEJA)



No alto, a levedura *Lachancea thermotolerans*, usada na fabricação da Amazônia Sour Ybirá; equipe da UFSC realiza prova de cerveja desenvolvida na instituição

Mesmo que a definição seja a mesma instituída em 1516 na Baviera pelo duque Guilherme IV (1493-1550) – a cerveja deve conter apenas água, malte e lúpulo; a levedura, que não era conhecida na época, foi incluída depois –, parte do processo de produção no país foi adaptado dos aplicados nos Estados Unidos, na Bélgica ou na Alemanha.

A cerveja mais brasileira criada até agora talvez seja a Manipueira Selvagem, lançada em 2022 por um projeto colaborativo liderado pelas cervejarias Cozalinda, em Florianópolis, e Zalaz, em Paraisópolis, Minas Gerais, com a participação do Centro Multidisciplinar de Tecnologia Cervejeira do IFSP, de Sertãozinho, e da Associação Brasileira de Cerveja Artesanal (Abracerva). A novidade da bebida é que, ao mosto da cerveja, é misturado caldo de mandioca. Suas raízes remetem ao pajuaru ou paiauaru, uma bebida alcoólica tradicional indígena da Amazônia, feita com método parecido e a matéria-prima. A bebida original tem sabor forte, azedo e amargo, e pode facilmente embriagar quem não está acostumado com ela por ter um teor alcoólico que vai de 10% a 15% – nas cervejas tradicionais, esse número está em torno de 5%.

**O**tra diferença é o tempo de fermentação: em vez de um mês da bebida habitual, a Manipueira Selvagem descansa durante um ano, em barris de carvalho. A cerveja de mandioca é depois envasada e termina de fermentar na garrafa, quando o açúcar forma gás carbônico, o responsável pelas bolhas como as da champagne. É um processo semelhante ao usado para se fazer a cerveja do estilo Lambic em cervejarias belgas, que deixa microrganismos do ar cair no mosto, técnica chamada de fermentação espontânea. Há vários rótulos da Manipueira, vendidos principalmente em lojas especializadas. A garrafa de 375 mL custa em torno de R\$ 35.

“O processo de fabricação da Manipueira é parecido, mas as leveduras são substituídas pelos microrganismos do caldo da mandioca. E quase não se usa lúpulo”, nota Silva, do IFSP. Segundo ele, as variações regionais da planta conferem à Manipueira perfis sensoriais diferentes. “É espumante, com acidez equilibrada, um leve sabor de malte, lembrando pão, aroma de frutas cítricas, como o maracujá, e final seco. É o nosso *terroir*”, celebra Silva. *Terroir* é um termo usado para designar principalmente vinhos que ganham identidade e valor na medida em que são produzidos a partir de condições únicas de solo e clima. ●

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

# Mais uma tentativa

Empresas privadas lideram projeto de um veículo espacial brasileiro para colocar pequenos satélites na órbita terrestre

YURI VASCONCELOS

**O** sonho nacional de ter um foguete projetado e desenvolvido no país para lançar satélites na órbita terrestre permanece vivo. Um grupo de empresas de alta tecnologia, a maioria pertencente ao polo aeroespacial de São José dos Campos (SP), encabeça desde 2024 a construção de um veículo lançador de pequeno porte. Batizado de Microlançador Brasileiro (MLBR), o foguete, com 12 metros (m) de altura, é projetado para colocar no espaço satélites de até 40 quilos (kg) em órbita baixa, a 450 quilômetros (km) de altitude. O voo do primeiro protótipo está previsto para o ano que vem, meta considerada otimista por especialistas ouvidos pela reportagem.

Apoiado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), o projeto do lançador recebeu R\$ 189 milhões da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Segundo o engenheiro mecânico Ralph Correa, diretor da Genic Engenharia, uma das companhias que lidera a construção do MLBR, esse é o valor necessário para construção do primeiro protótipo. Também integram a li-

nha de frente da iniciativa as empresas PlasmaHub e Delsis Aerospace, ambas de São José dos Campos, Etsys, de Jacareí (SP), e Concert Space, de Belo Horizonte.

“O desenvolvimento do MLBR é um passo decisivo para consolidar a capacidade de o Brasil ter acesso ao espaço”, avalia o engenheiro mecânico Fábio Rezende dos Santos, coordenador de veículos lançadores da AEB. “O mercado global de microssatélites cresce muito rápido. Com esse foguete, vamos alcançar soberania tecnológica e reduzir a dependência externa, garantindo autonomia para nossas missões científicas.”

Chefe da Divisão de Engenharia Aeroespacial do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos, o engenheiro mecânico Luís Eduardo Loures concorda que o MLBR é um bom projeto e pode trazer vantagens para

o país. “Lançar satélites brasileiros do território nacional nos permitirá alcançar uma independência estratégica importante e necessária, em um momento em que observamos um mundo cada vez mais complexo que pode, de um momento para o outro, nos negar o acesso ao espaço”, afirma. “É um projeto ousado. Há muito trabalho a fazer para que o primeiro voo ocorra em 2027.”

Em fase intermediária de desenvolvimento, o MLBR realizou com sucesso um importante teste no fim de janeiro: o ensaio de resistência do primeiro de seus três estágios, nome dado às seções independentes de um lançador espacial, cada uma delas contendo seu próprio motor e combustível. Os motores do MLBR empregarão propelente sólido. O país domina o ciclo de fabricação desse combustível.



## Lançador orbital

Primeiro protótipo do Microlançador Brasileiro deverá ser colocado no espaço em 2027



Com **12 metros (m) de altura e 1,1 m de diâmetro**, o foguete fará seu voo inaugural a partir do Centro Espacial de Alcântara, no Maranhão



O veículo será equipado com **três motores** movidos a combustível sólido, próprio para foguetes



A **capacidade de carga** a ser colocada em órbita de 450 quilômetros de altitude é de cerca de 40 quilos



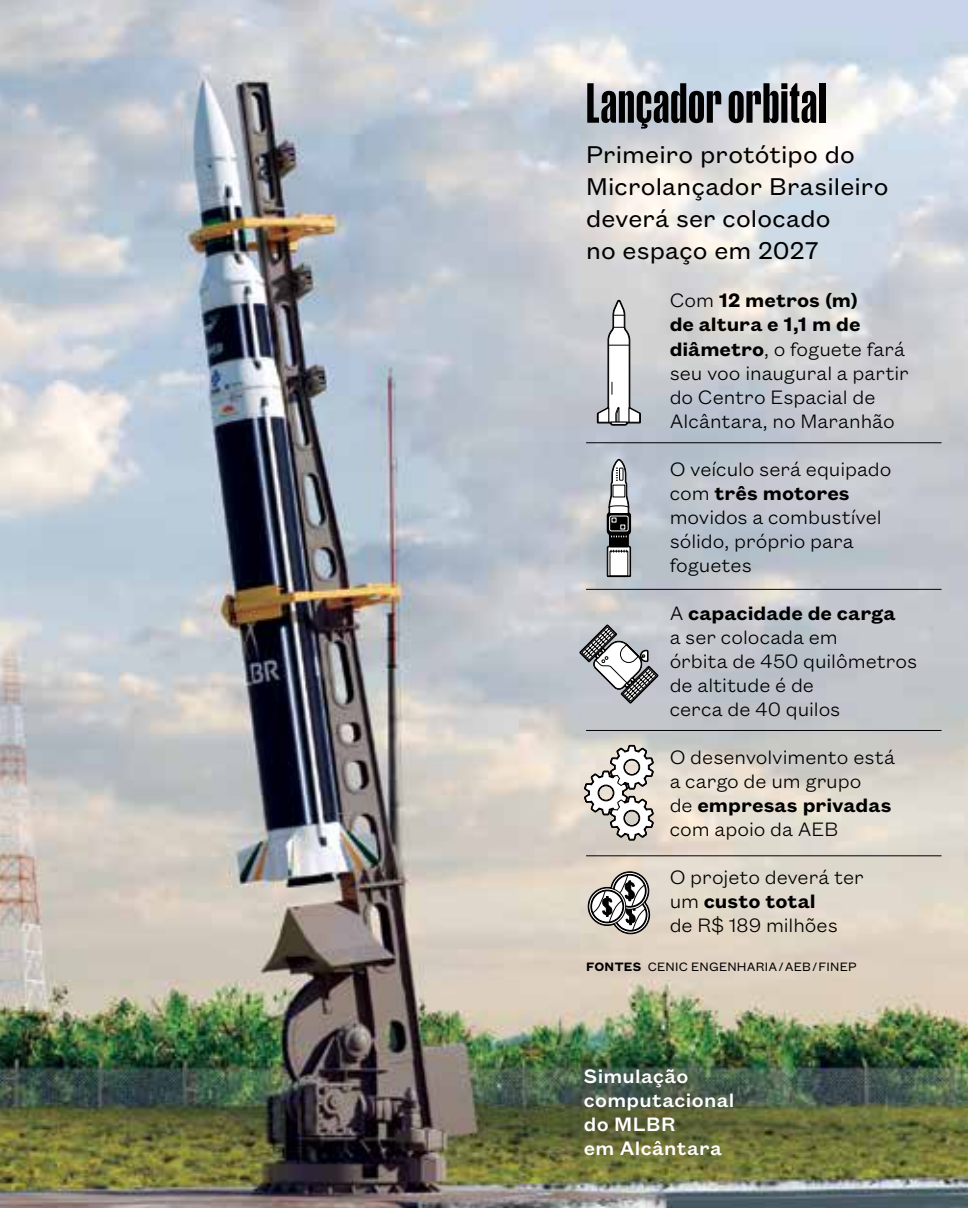
O desenvolvimento está a cargo de um grupo de **empresas privadas** com apoio da AEB



O projeto deverá ter um **custo total** de R\$ 189 milhões

FONTES: CENIC ENGENHARIA / AEB / FINEP

Simulação computacional do MLBR em Alcântara



integrado ao Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS), uma constelação de satélites que fornece sinais de posicionamento, navegação e tempo em qualquer ponto do planeta. De acordo com as empresas que lideram o projeto, o sistema SNI-GNSS funcionou adequadamente durante o ensaio.

**D**esenvolver uma tecnologia própria de foguetes para lançar satélites de forma autônoma no espaço foi um dos objetivos primordiais do Programa Espacial Brasileiro, criado no início da década de 1960. A construção do MLBR ocorre mais de duas décadas depois do trágico acidente envolvendo o terceiro protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS), que vitimou 21 engenheiros e técnicos do Programa Espacial Brasileiro (ver Pesquisa FAPESP nº 91). A explosão do veículo em 22 de agosto de 2003 no Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão, três dias antes de ir ao espaço, levou ao abandono do projeto de construção de um foguete nacional. O programa do VLS foi liderado pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), vinculado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) da Força Aérea Brasileira (FAB). Os dois primeiros protótipos do VLS, lançados de Alcântara em 1997 e 1999, também não foram bem-sucedidos.

Além do MLBR, o país tem outra iniciativa em andamento de desenvolvimento de um foguete para colocar satélites no espaço. Em parceria com o Centro Aeroespacial Alemão (DLR), o IAE lidera a construção do Veículo Lançador de Microsatélites (VLM-1) (ver Pesquisa FAPESP nº 311). O projeto, iniciado em 2010, sofreu uma interrupção em razão de problemas financeiros enfrentados pela Avibras, empresa responsável pelo motor S50 que equipará dois de seus três estágios.

Procurado pela reportagem para comentar o estágio de desenvolvimento do lançador, a FAB informou, por meio de sua área de comunicação, que “os sistemas do veículo têm previsão para estarem prontos para voo em julho de 2027”. Mas ressaltou: “O cronograma definitivo depende diretamente da velocidade de retomada das atividades da Avibras”. ●

“ Fizemos um ensaio hidrostático para avaliar a resistência do motor do primeiro estágio”, conta Correa. Nesse teste, o motor é preenchido com água e submetido a um aumento gradual de pressão. Simultaneamente, um pistão fixado na base da peça reproduz as cargas típicas do voo. “Essa metodologia permite avaliar o comportamento estrutural do sistema de forma segura e controlada, antes da realização de testes com propelente”, divulgou a Cenic em comunicado à imprensa em janeiro.

“Se tudo correr bem, iremos realizar ainda este ano os ensaios de tiro em banco, com propelente real, dos motores do segundo e terceiro estágios. Vamos começar por esses dois, pois carregam menos combustível do que o primeiro estágio”, explica o diretor da Cenic. Ensaio de tiro em banco é o nome dado ao teste

do motor com uso de propelente. Preso a um bloco de concreto, sensores coletam dados sobre seu comportamento.

No ano passado, outras fases críticas do projeto do MLBR foram superadas, entre elas a chamada *critical design review* (CDR), etapa obrigatória na construção de artefatos espaciais. Seguindo padrões internacionais, a CDR consiste na aprovação formal de todos os aspectos de engenharia do foguete. “Concluída em maio de 2025, essa revisão técnica avalia se o sistema projetado é seguro e viável”, explica Correa.

O arranjo produtivo responsável pelo desenvolvimento do lançador também avaliou o desempenho do sistema de navegação inercial (SNI), cuja função é orientar o foguete durante o lançamento e garantir que os satélites sejam colocados em órbita com precisão. O SNI opera

# Curativo mais eficiente



Dispositivo une efeitos cicatrizantes do látex e da luz LED no tratamento de úlceras em pé diabético, mal responsável por 28 amputações por dia

DOMINGOS ZAPAROLLI

**U**m aparelho portátil que combina curativos de látex natural com diodos emissores de luz (LED) para a cicatrização de feridas na pele tem potencial para se tornar um importante aliado da medicina no tratamento do chamado pé diabético, uma complicação grave caracterizada por úlceras e infecções nos membros inferiores. De acordo com os registros do Sistema Único de Saúde (SUS), em 2023 foram realizadas 28 amputações por dia de pés e pernas em decorrência de problemas relacionados a diabetes. Por ano, o número supera 10 mil.

O novo dispositivo, denominado Rapha, foi desenvolvido pela equipe do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB) da Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia da Universidade de Brasília (FCTE-UnB). A inovação já foi licenciada para a empresa Life Care Medical, de São Paulo, e deve ter sua produção iniciada assim que obtiver o registro na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). A segurança do equipamento foi homologada no ano passado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

“O látex e a luz LED exercem ações complementares na tarefa de estimular a regeneração de tecidos do corpo”, explica a engenheira eletrônica Suelia Fleury Rosa, coordenadora da equipe de pesquisadores do PPGEB. “O látex estimula a formação de novos vasos sanguíneos, enquanto a luz LED vermelha, com comprimento de onda

de 640 nanômetros, atua na regeneração da pele e acelera a cicatrização de feridas.”

Segundo Rosa, o efeito angiogênico do látex natural, ou seja, o processo biológico pelo qual novos vasos sanguíneos são formados a partir de vasos preexistentes, e sua ação sobre a cicatrização de feridas são o resultado da atuação da proteína FrHB1 (ou F1), uma fração proteica isolada do látex natural proveniente da seringueira *Hevea brasiliensis*, nativa da Amazônia.

A caracterização das propriedades angiogênicas do látex natural teve início com a equipe de pesquisadores, do qual Rosa é egressa, coordenada pelo médico Joaquim Coutinho Netto (1944-2012), da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), e contou com apoio da FAPESP.

Em 2009, o artigo do grupo da USP publicado no periódico científico *Phytotherapy Research* detalhou as características biomédicas do látex natural. Há dois anos, a equipe da UnB divulgou os resultados de outro trabalho no *Biomimetics Journal* demonstrando os métodos de extração e purificação da F1 da seringueira e suas várias aplicações biomédicas.

#### DESCOBERTA ACIDENTAL

A fototerapia com o uso de luz LED vermelha para a aceleração da cicatrização surgiu de um acaso. Nos anos 1990, pesquisadores da Nasa, agência espacial norte-americana, liderados pelo engenheiro Ron Ignatius, estudavam os efeitos da luz no crescimento de plantas no espaço, quando perceberam que a exposição à luz LED

Biocurativo de látex natural e o aparelho emissor de luz LED vermelha: ideia é disponibilizar a inovação no SUS

cicatrizava mais rapidamente as feridas que tinham no corpo. A descoberta foi compartilhada com o neurologista Harry Whelan, do Medical College of Wisconsin, que já investigava as aplicações médicas da luz. Em dezembro de 2001, artigo científico publicado no *National Center for Biotechnology Information* descreveu os efeitos da luz LED na cicatrização de feridas.

“O Rapha é resultado de um trabalho muito inteligente, que une de forma inovadora duas tecnologias comprovadas na cicatrização de feridas e regeneração de tecidos do corpo humano”, diz a cirurgiã Fátima Mrué, do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás (UFG). “Hoje a medicina não conta com uma solução dedicada ao tratamento do pé diabético. O novo dispositivo preenche uma lacuna”, complementa a cirurgiã.

Mrué foi parceira de pesquisa de Coutinho Netto. Juntos, desenvolveram o primeiro medicamento que utiliza as propriedades angiogênicas do látex natural (ver Pesquisa FAPESP nºs 88 e 101). O produto Regederm Gel Creme é fabricado pela Biocure Pharma Biotechnology, de Ribeirão Preto (SP).

**A** Sociedade Brasileira de Diabetes estima que cerca de 20 milhões de pessoas sofrem com o diabetes no Brasil, o que estabelece o país como o sexto com maior número de casos no mundo. Apesar de não existirem dados epidemiológicos, o cálculo é de que 25% dos acometidos por esse distúrbio metabólico desenvolvem pelo menos uma úlcera do pé durante a vida.

Entre outras consequências do diabetes, as pessoas afetadas pela doença sofrem de neuro-

## Estima-se que cerca de 20 milhões de pessoas sofrem com o diabetes no Brasil

patia, um distúrbio nos nervos sensitivos, principalmente nos membros inferiores, e obstrução das artérias, o que pode gerar deformações nos pés e o ressecamento da pele. A perda de sensibilidade reduz a capacidade dos diabéticos de sentir desconforto e perceber a ocorrência de cortes, rachaduras na pele, ferimentos ou dor geradas por infecções. Muitas vezes as lesões são percebidas quando se encontram em estado avançado e o paciente já sofre de osteomielite, a infecção grave do osso causada por bactérias ou fungos. Nesses casos, o tratamento clínico geralmente envolve o uso de antibióticos. Quando os resultados não são satisfatórios, a amputação do membro passa a ser uma necessidade para evitar a progressão da osteomielite e salvar o paciente.

“As principais estratégias disponíveis para que não ocorram amputações relacionadas ao pé diabético são o controle do diabetes, a detecção precoce de lesões e o tratamento das úlceras nos membros inferiores quando ainda estão no início, para evitar a osteomielite”, diz Mrué. A técnica disponível para o tratamento de úlceras nos pés de diabéticos é igual à de outros procedimentos para lidar com feridas: limpeza da lesão e sua cobertura com curativo.

### TRATAMENTO INDOLOR

A proposta do Rapha, conforme seus desenvolvedores, é proporcionar um tratamento simples e indolor. Após higienizar a ferida, basta cobrir a área infectada com curativo feito com uma biomembrana de látex na medida exata da úlcera. Sobre o curativo é posicionado o equipamento portátil emissor de luz LED durante 35 minutos. O dispositivo retangular em formato de uma caixa, com 13 centímetros (cm) de comprimento, 9 cm de largura e 4,2 cm de altura, é fixado no corpo com uma fita de borracha.

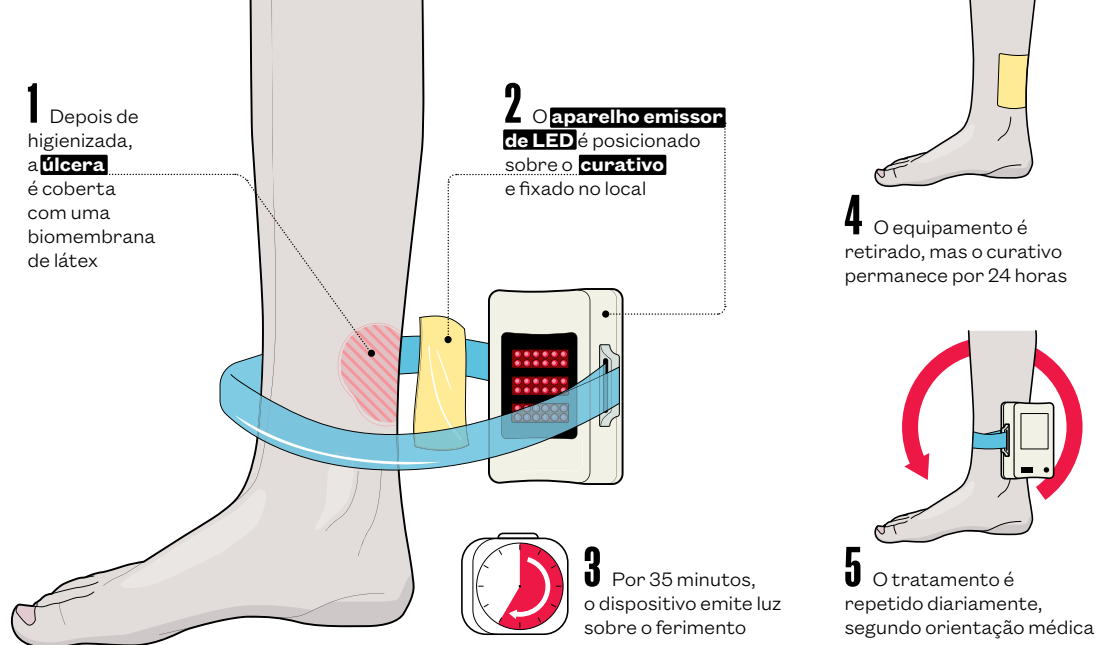
Pesquisadores isolaram uma fração proteica do látex da seringueira *Hevea brasiliensis*, nativa da Amazônia, para fazer o curativo



## O poder da luz

Saiba como funciona a nova tecnologia que trata feridas em diabéticos

FONTE SUELIA FLEURY ROSA (FCTE-UNB)



Após passar pela lâmina de látex e chegar à ferida, a luz tem a capacidade de potencializar a receptividade da proteína F1 nos vasos sanguíneos. Ao fim do período de exposição à luz, o equipamento é retirado, mas o curativo é mantido por mais 24 horas. O procedimento é repetido diariamente pelo tempo necessário para a cicatrização, conforme prescrição médica definida de forma específica para cada caso.

“O Rapha já foi testado em mais de 300 pacientes. Em todos os casos em que os protocolos médicos foram seguidos, observou-se o efetivo fechamento das feridas. Em média, a cicatrização ocorreu em 45 dias, de acordo com os exames clínicos realizados, mas o tempo do tratamento é definido pela extensão e profundidade da úlcera”, relata Rosa.

**U**ma preocupação dos pesquisadores da UnB foi garantir que o manuseio do Rapha fosse simples, podendo ser realizado pelo próprio paciente em casa. A estratégia é vender o equipamento para hospitais e clínicas médicas e também disponibilizá-lo no SUS. O paciente optaria entre fazer o tratamento no estabelecimento ou levar o aparelho para casa e realizar os procedimentos recomendados.

O dispositivo emissor de luz é alimentado por uma bateria, evitando que os pacientes tenham gastos com energia elétrica. “Detectamos que muitos pacientes de baixo poder aquisitivo desistem de completar o tratamento quando avaliam que terão despesas, seja de eletricidade ou de transporte para o deslocamento diário até a clínica médica”, afirma a engenheira.

A equipe de cientistas da UnB também tratou de garantir a viabilidade comercial e regulatória

do equipamento. Para isso, simultaneamente ao aprimoramento do Rapha, os pesquisadores mantiveram conversas com a Anvisa para entender as regras e os requisitos de segurança necessários para a obtenção do licenciamento. Ao mesmo tempo, interagiram com representantes do setor de equipamentos médicos com o objetivo de entender as premissas necessárias para tornar o dispositivo um produto economicamente viável. Os desafios da pesquisa médica translacional no Brasil e a estratégia que levou à criação do Rapha foram tema de artigo publicado em 2024 na revista *American Journal of Translational Research*. Medicina translacional é uma área do conhecimento interdisciplinar que acelera a transferência de inovações científicas básicas da bancada de laboratório para aplicações clínicas práticas.

O desenvolvimento do aparelho foi um processo lento e demandou quase 20 anos. Ao longo desse período, mais de 90 pesquisadores estiveram envolvidos no projeto. O trabalho teve apoio e financiamento do Ministério da Saúde, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) e do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE). Também recebeu repasses de emendas parlamentares.

Na negociação com a Life Care, que irá industrializar e comercializar o equipamento, a equipe da UnB garantiu a doação de 51 unidades do Rapha para o Hospital Universitário de Brasília, da UnB. “Nosso maior objetivo e empenho nessas duas décadas de trabalho foi entregar um projeto viável e útil para a sociedade”, diz Rosa. ●

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

# Maior e mais diverso



## Crescimento da autodeclaração indígena, avanço urbano e revitalização cultural redesenham o perfil dos povos originários no país

CHRISTINA QUEIROZ


**E**m pouco mais de uma década, a população que se autodeclara indígena no Brasil cresceu cerca de 89%, ultrapassando 1,6 milhão de pessoas em 2022. Mais do que um salto numérico, o dado reflete mudanças profundas nos modos de identificação, na distribuição territorial e nas dinâmicas sociais desses povos. Essas transformações começaram a ser detalhadas no relatório “O Brasil indígena”, publicado no final de 2025. Elaborado a partir de uma parceria entre o Ministério dos Povos Indígenas, a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai), o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o documento reúne os principais resultados do Censo Demográfico 2022 sobre essa parcela da população.

Para a antropóloga Marta Antunes, coordenadora do grupo de trabalho de povos e comunidades tradicionais do IBGE, o crescimento da população indígena registrado no censo é multifatorial, mas está ligado a mudanças metodológicas que ampliaram a capacidade de retratar esse grupo nas estatísticas oficiais. “Houve um avanço no mapeamento de localidades indígenas, que passou a incluir aldeias e comunidades em áreas remotas e em contextos urbanos, alcançando regiões antes não mapeadas”, informa. Além disso, a aplicação da pergunta “Você se considera indígena?” foi expandida para além de territórios oficialmente reconhecidos. Dessa forma, indivíduos residentes em cidades ou fora de áreas demarcadas passaram a integrar a contagem do IBGE.

O avanço metodológico do Censo Demográfico 2022 ajudou a revelar histórias que por muito

tempo ficaram fora das estatísticas oficiais. Esse é o caso, por exemplo, do Piauí. Durante décadas, o estado foi descrito como um território sem presença indígena. “No sul do estado, comunidades como os Akroá-Gamella enfrentaram processos de dispersão ao longo do século XX. Parte dessa população foi deslocada para outros territórios, perdendo referências identitárias”, explica o historiador André Machado, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e um dos organizadores do livro *Povos indígenas entre olhares* (Editora Unifesp/Edições Sesc, 2022). Para a historiadora Rebeca Freitas Lopes, que atualmente faz doutorado na Unifesp sob orientação de Machado, apesar dessa dispersão, os indígenas sempre estiveram presentes na região.

Lopes nasceu e cresceu em Uruçuí, no sul do Piauí, a cerca de 450 quilômetros de Teresina, em uma região marcada por disputas fundiárias e pela expansão do agronegócio. Integrante da comunidade indígena Akroá-Gamella, ela busca compreender em sua pesquisa por que durante tanto tempo se afirmou que não havia indígenas no estado. Segundo a historiadora, esse discurso, ainda presente no imaginário local, sustenta que os povos originários teriam sido exterminados no período colonial ou assimilados à população regional, tornando-se caboclos. Em sua análise, essa construção remonta ao século XIX, quando instituições como o Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB) ajudaram a formular um ideal de nação que apagava a presença indígena em determinadas regiões. “Houve um processo de deslegitimação étnica que serviu para justificar a apropriação de nossos territórios”, afirma. No caso piauiense, essa narrativa ganhou força tam-



Jovens da etnia Iny Karajá, da aldeia Santa Isabel do Morro, na ilha do Bananal (TO), utilizam motocicleta como meio de deslocamento

bém na política: governadores da província, ainda no período imperial, mobilizavam o argumento do desaparecimento indígena para legitimar a expansão da pecuária pelo interior. “Criou-se um imaginário de que a população do sertão era essencialmente cabocla e sertaneja, sem vínculos com identidades indígenas”, afirma.

**P**ara Lopes, os dois últimos censos contribuem para refutar essa visão. Assim, o Censo de 2010 registrou cerca de 3 mil pessoas que se autodeclararam indígenas no estado, enquanto em 2022 o número ultrapassou 7 mil. Ela atribui essa mudança ao fortalecimento do movimento indígena no Nordeste, sobretudo a partir da década de 1990, no contexto posterior à Constituição de 1988. “Houve uma reorganização política, com a participação em congressos e a articulação com antropólogos e historiadores comprometidos com a valorização de vozes indígenas”, relata. “Grupos como os Akroá-Gamella, os Kariri de Queimada Nova e os Tabajara de Piri-piri passaram a se organizar durante esse período.”

Na avaliação do antropólogo João Rivelino Rezende Barreto, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e pertencente ao povo Tukano, o aumento da autodeclaração exige uma análise cuidadosa. “O censo traz uma questão importante: quem são as pessoas que estão se autodeclarando indígenas?”, questiona o pesquisador, cujo nome em tukano é Yúpuri. Ele ressalta que cada povo possui sistemas próprios de organização social, regras de pertencimento e formas específicas de transmissão do conhecimento. Uma de suas preocupações é o uso inde-

vido da autodeclaração para acessar direitos como cotas e bolsas de estudo em universidades. “Esses direitos são fundamentais para os povos originários, mas a identificação indígena não pode ser feita sem considerar o conhecimento da pessoa sobre as regras da própria etnia”, pondera Barreto. Nascido na região de São Gabriel da Cachoeira (AM), ele se tornou o primeiro indígena a concluir o doutorado em antropologia social na UFSC, em 2019. Cinco anos depois, voltou à universidade como professor aprovado no primeiro concurso público da instituição exclusivo para candidatos indígenas.

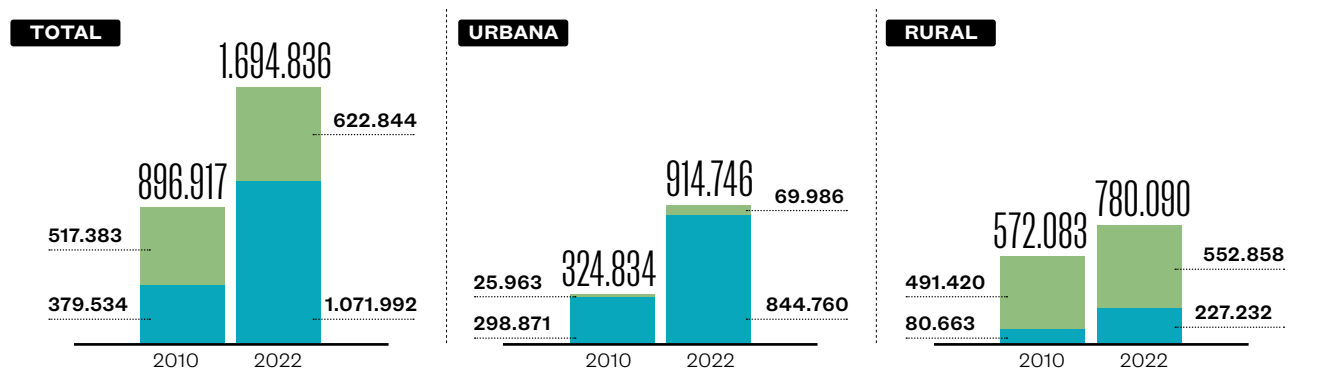
O Censo de 2022 indica que a maioria dos indígenas brasileiros vive em contextos urbanos: são 914 mil pessoas, ou 53% do total. O contingente representa um aumento de 181% em relação ao Censo de 2010, quando a população urbana somava 324 mil pessoas. Para Antunes, isso não significa um êxodo das terras indígenas, mas uma ampliação da capacidade de mensuração do IBGE. “Estamos conseguindo enxergar os indígenas que sempre estiveram nas cidades”, defende a antropóloga.

No entanto, mesmo em áreas urbanas, onde, em tese, o acesso a serviços seria maior, a popu-

Amazonas (305 mil),  
Bahia (180 mil)  
e Pernambuco (58 mil)  
têm as maiores  
concentrações  
de indígenas  
em cidades

## Povos indígenas no Brasil

Em 2022, a maior parte desse grupo populacional, ou cerca de 914 mil pessoas, residia em cidades



FONTE: CENSO DEMOGRÁFICO 2022 (IBGE)



Indígenas da aldeia Brejo Mata Fome, em São João das Missões (MG), recebem atendimento para emitir documentos

lação indígena segue em desvantagem em relação à não indígena. “Em geral, eles vivem nas franjas das cidades, em áreas periféricas. Quando comparamos indígenas com não indígenas, a desigualdade é brutal”, enfatiza Antunes. Em termos de alfabetização, a população indígena no meio urbano apresenta indicadores mais elevados do que no rural: em 2022, a taxa de alfabetização para aqueles com 15 anos ou mais em áreas urbanas foi de 89,14%, um leve aumento comparado aos 87,71% registrados em 2010.

Ao comentar a expansão da presença indígena em contextos urbanos, o antropólogo Márcio Meira, do Museu Paraense Emílio Goeldi, destaca

que esse movimento foi impulsionado por fatores como o acesso a benefícios sociais, entre eles o programa Bolsa Família, e a ampliação das oportunidades educacionais em universidades, especialmente com a adoção de sistemas de cotas a partir dos anos 2000. O pesquisador ressalta, no entanto, que a urbanização não implica o abandono dos territórios tradicionais. “Não sabemos até que ponto essa permanência nas cidades é definitiva”, afirma Meira, que presidiu a Funai entre 2007 e 2012 e, desde os anos 1980, desenvol-

ve pesquisas sobre história indígena e políticas indigenistas na Amazônia. “O que predomina é um padrão de mobilidade pendular, em que indivíduos alternam períodos entre aldeias e centros urbanos.”

Por sua vez, o geógrafo Bernardo Mançano, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Presidente Prudente, avalia que o aumento da população indígena urbana também pode estar associado com a migração forçada de territórios tradicionais.

**O** antropólogo Geraldo Andrello, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), associa essas transformações ao crescimento demográfico indígena observado desde os anos 1990. “Enquanto a população brasileira aumentou a partir dos anos 1960, entre os indígenas esse avanço ocorreu 30 anos mais tarde”, explica Andrello. Segundo ele, a geração nascida nesse período chegou à vida adulta em um cenário de expansão de direitos, de forma que muitos migraram para cidades em busca de oportunidades educacionais e profissionais.

Andrello e Meira são organizadores do dossiê “Temporalidades e interações socioambientais no noroeste amazônico”, publicado em 2024 no *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências humanas*. Um dos eixos do trabalho é analisar a intensificação da urbanização indígena na região do Alto Rio Negro, no Amazonas. “Esse processo vem se consolidando ao longo das últimas duas décadas. Em São Gabriel da Cachoeira, 92% da população urbana é indígena”, destaca

# 61%

do total de indígenas estão no Amazonas, na Bahia, em Mato Grosso do Sul, Pernambuco e Roraima

Andrello. Além disso, uma parcela significativa da população indígena vive hoje em pequenas cidades do interior, mantendo vínculos simultâneos com as aldeias. Para os pesquisadores, essa mobilidade não enfraquece a identidade indígena. “Assim como palestinos ou judeus mantêm sua identidade fora dos territórios de origem, os indígenas também preservam vínculos culturais e simbólicos tradicionais com a terra dos antepassados. A identidade está ligada às raízes e aos sistemas culturais, não ao local de nascimento”, assegura Andrello.

Com reflexão similar, Lopes, da Unifesp, enfatiza que a diversidade das experiências indígenas contemporâneas vai além dos territórios tradicionais. A pesquisadora lembra que em Teresina, por exemplo, há uma aldeia urbana formada por indígenas Guajajara, Timbira e Warao, sendo estes últimos migrantes da Venezuela, que chegaram ao Brasil em razão da crise política e econômica

naquele país. Situações semelhantes ocorrem em outras cidades, como Guarulhos (SP), onde vivem indígenas oriundos do Nordeste. “Muitos migram em busca de melhores condições de vida e isso não os torna menos indígenas”, sustenta.

Em sentido horário: mulher da etnia Iny Karajá faz compras em São Félix do Araguaia (MT), enquanto outra pertencente ao mesmo grupo é atendida por pajé na ilha do Bananal; vestibular indígena realizado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

**A** diversidade cultural foi outro marco do Censo Demográfico 2022, com a autodeclaração de 391 etnias, povos ou grupos indígenas. Um aumento expressivo em comparação com os 305 registrados em 2010. As etnias mais populosas identificadas foram Tikuna, Kokama, Makuxi e Guarani Kaiowá. No campo linguístico, o levantamento contabilizou 295 línguas indígenas faladas nos domicílios por pessoas a partir de 2 anos. Entre as mais difundidas estão tikuna, guarani kaiowá, guajajara e kaingang. O avanço no número de pessoas que declaram falar línguas indígenas sugere que políticas de educação bilíngue e intercultural têm produzido efeitos concretos. “Estamos assistindo ao reavivamento de línguas que foram silenciadas por séculos, sobretudo no Nordeste”, analisa Lopes.

O pedagogo Elie Ghanem, da Universidade de São Paulo (USP), observa que, ao contrário do que ocorreu no passado, as escolas em comunidades indígenas têm sido progressivamente apropriadas por esses povos. Ele ressalta que essa mudança é recente quando vista em perspectiva histórica. Em 1910, com a criação do Serviço de Proteção ao Índio (SPI), o Estado



1



3



2

# 85%

dos indígenas  
com 15 anos  
ou mais estavam  
alfabetizados  
em 2022, ante  
76,6% em 2010

brasileiro instituiu uma política indigenista baseada na assimilação. “O projeto era equiparar o indígena ao restante da sociedade brasileira”, detalha. Nesse contexto, as escolas implementadas nesse período seguiam modelos externos às comunidades, contrapostos às suas realidades culturais. A inflexão começou a partir da Constituição de 1988, que reconheceu o direito dos povos indígenas a uma educação específica, intercultural e bilíngue. Desde então, segundo o pedagogo, observa-se um movimento de res-

significação das instituições de ensino. “As comunidades passaram a se apropriar das escolas e a transformá-las em ferramentas úteis para seus projetos de vida”, avalia.

Com estudos sobre educação escolar indígena realizados desde 2008, Ghanem desenvolve atualmente pesquisa sobre alfabetização e diversidade sociolinguística no Alto Rio Negro, com financiamento da FAPESP. Na região, 23 povos convivem e pelo menos 19 línguas são faladas. “Nas comunidades, a rotina se inicia com uma refeição coletiva, reunindo moradores que compartilham laços de parentesco. A educação escolar indígena está profundamente conectada à vida comunitária, colaborando com processos de fortalecimento de identidades”, destaca.

**N**os territórios estudados, que incluem os povos Baniwa, Koripako, Tuiuka e Kotiria, essa transformação se expressa de diversas formas. Os professores são, em grande parte, indígenas e frequentemente indicados pelas comunidades, ainda que formalmente vinculados à secretaria estadual ou municipal de Educação. Os saberes ensinados também são definidos localmente. “Há uma escolha ativa sobre quais conhecimentos devem ser passados aos estudantes”, explica o pedagogo. Segundo ele, esse processo não implica rejeição do conhecimento não indígena. Ao contrário, busca-se o equilíbrio. “Há uma valorização tanto dos saberes tradicionais quanto dos conhecimentos científicos não indígenas”, diz. Em algumas comunidades, inclusive, opta-se por modelos escolares mais próximos do ensino não indígena.

Ao mesmo tempo, o pedagogo enfatiza que a escolarização indígena enfrenta desafios estruturais persistentes. Muitas escolas estão localizadas em áreas remotas, com acesso difícil e instalações precárias. Dados do Censo Demográfico 2022 indicam que embora a taxa de analfabetismo em terras indígenas tenha recuado de 32% para 20% entre 2010 e 2022, ela segue elevada especialmente entre mulheres e pessoas mais velhas.

Parte dessas limitações decorre do próprio modelo de avaliação. “Muitos testes são padronizados e baseados no domínio do português”, observa Ghanem. Segundo ele, em contextos plurilíngues, isso produz distorções. Em muitas comunidades do Alto Rio Negro, é comum que as crianças cresçam falando mais de uma língua indígena e, às vezes, também espanhol, no caso de famílias com origem na Colômbia. “São populações políglotas, mas isso não aparece nas avaliações”, comenta o pesquisador. Nesses contextos, a alfabetização se torna um desafio adicional, dada a realidade linguística dos alunos. Além disso, a formação de professores é insuficiente para lidar com essa diversidade. “Faltam programas que contemplem efetivamente o plurilinguismo”, analisa Ghanem.


Nas cidades, onde a presença indígena cresce rapidamente, surgem novos obstáculos. Em geral, as escolas urbanas não estão preparadas para acolher esses estudantes. “Isso se traduz em dificuldades de adaptação, além de episódios frequentes de preconceito”, relata o pesquisador. Ainda assim, os avanços são significativos. Nas últimas décadas, houve expansão do número de escolas em territórios indígenas e crescimento das licenciaturas interculturais voltadas à formação de professores. “Esse movimento contribuiu para a formação de um contingente expressivo de docentes oriundos das próprias comunidades”, assegura o pedagogo.

Segundo o Ministério da Educação (MEC), o país conta hoje com 3,3 mil escolas indígenas, sendo um terço delas localizada no estado do Amazonas. No início de 2026, o governo federal anunciou investimentos de R\$ 785 milhões para a construção de 117 novas unidades em todo o país. “O retrato traçado pelo Censo de 2022 revela um Brasil indígena mais visível em sua complexidade. Ao mesmo tempo que evidencia avanços na afirmação identitária, na ampliação do acesso à educação e na presença em diferentes territórios, o levantamento também expõe limites persistentes das políticas públicas e dos instrumentos de mensuração dessa diversidade”, conclui o pedagogo. ●

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



# Lembranças sonoras



Acervos de áudios preservam de sons da natureza às histórias de jogadores de futebol e ampliam possibilidades de documentação

ANA PAULA ORLANDI

**A**o longo do filme *O agente secreto* (2025), de Kleber Mendonça Filho, duas jovens pesquisadoras escutam áudios do acervo pessoal de Elza, doado por sua família a uma universidade no Rio de Janeiro. Interpretada por Maria Fernanda Cândido, a personagem procurava ajudar cidadãos perseguidos pela ditadura militar (1964-1985) como Armando, vivido por Wagner Moura. Na trama, esses registros sonoros funcionam como elo entre o passado – ambientado nos anos 1970, sobretudo na cidade do Recife (PE) – e o tempo presente, evocando a importância da preservação da memória, um dos temas centrais da longa-metragem.

Na vida real, os arquivos de áudio inspiram pesquisas. É o caso do projeto sobre a construção da memória nos esportes e a história oral no Brasil, que abrangeu o período de 1960 a 1990. O estudo foi desenvolvido entre 2022 e 2024, com apoio da FAPESP, pelo historiador Bernardo Buarque de Hollanda, atualmente professor da Fundação Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro. Ele investigou o acervo do Museu da Imagem e do Som (MIS) do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Segundo o pesquisador, o MIS carioca foi inaugurado em 1965, durante o governo de Carlos Lacerda (1914-1977), no antigo estado da Guanabara, em uma das últimas obras de sua gestão. “Na época, o pesquisador Ricardo Cravo Albin, que dirigiu a instituição entre 1965 e 1971, idealizou a série *Depoimentos para a posteridade*, que até hoje é realizada pelo MIS-RJ. A princípio, ela era voltada à preservação da memória da música popular brasileira”, explica.

A partir de 1967, o projeto passou também a registrar relatos de esportistas, sobretudo do futebol. A série com atletas começou com Marcos Carnei-

ro de Mendonça (1894-1988), primeiro goleiro da Seleção Brasileira que conquistou os campeonatos sul-americanos de 1919 e 1922. “Ele relembra episódios daquela época e usa termos em inglês, como *corner* [escanteio], evidenciando a influência da ascendência britânica do esporte sobre os jogadores daquele período”, destaca Hollanda.

Anunciadas nos jornais, as gravações dos depoimentos atraíram público ao MIS-RJ principalmente nas décadas de 1960 e 1970, de acordo com o historiador. Na seara esportiva, entre os entrevistados por jornalistas como João Máximo e Nelson Rodrigues (1912-1980), figuravam atletas do futebol, a exemplo de Garrincha (1933-1983), e de outras modalidades, como a nadadora Maria Lenk (1915-2007), primeira brasileira a competir em Jogos Olímpicos, em 1932.

De acordo com o pesquisador, na década de 1960, o MIS-RJ chegou a produzir discos com entrevistas da série *Depoimentos para a posteridade*. Comercializados em bancas de jornal, os *long plays* veicularam relatos de nomes como Pelé (1940-2022) e João Saldanha (1917-1990), jornalista e comentarista esportivo que foi técnico do Botafogo nos anos 1960 e teve uma passagem como treinador da Seleção Brasileira.

Fundado em 1970, o MIS paulista realizaria mais tarde iniciativa parecida: o projeto *Memória do futebol*. Entre 1981 e 1984, durante a gestão do fotógrafo e historiador Boris Kossoy, foram entrevistadas cerca de 40 personalidades ligadas ao esporte nas categorias profissional e amador. Entre eles estavam, por exemplo, Roberto Rivelino, atacante da Seleção Brasileira, e o jornalista Juca Kfourri.

Para o time de entrevistadores, Kossoy convocou pesquisadores ligados à Universidade de São Paulo (USP), a exemplo dos historiadores José Sebastião Witter (1933-2014), que era tam-

bém diretor do Arquivo Público do Estado de São Paulo, e José Carlos Sebe Bom Meihy. O sociólogo Sergio Miceli (1945-2025) participou de algumas gravações. “Eles figuravam entre os poucos estudiosos do futebol na época, tema que era desprezado pela academia”, diz Hollanda.

Os arquivos sonoros de teatro estão no centro da pesquisa coordenada por Rafaella Uhiara, do Programa de Pós-graduação em Artes Cênicas da Escola de Comunicações e Artes (ECA) da USP. No momento, uma das frentes do projeto, que tem apoio da FAPESP, analisa o acervo da sonoplasta Maria Antonia Ferreira Teixeira (1949-2019), conhecida como Tunica Teixeira.

**A**o longo de cinco décadas, a sonoplasta trabalhou em espetáculos de diretores como Antunes Filho (1929-2019), Fauzi Arap (1938-2013) e Antônio Abujamra (1932-2015). “Na história do teatro brasileiro muito se fala sobre atores, dramaturgos e diretores, mas raramente a respeito dos profissionais da técnica”, comenta Uhiara. “Outro aspecto dessa história é o fato de Tunica ter atuado em um campo predominantemente masculino.”

Pertencente ao Centro de Documentação de Teatro (CDT) da USP, o acervo da sonoplasta reúne cerca de 6.200 gravações, como 1.500 discos de vinil e 300 fitas magnéticas de rolo. Além disso, a coleção abriga livros, filmes e anotações, entre outros itens. “Pela natureza dos suportes, dá para acompanhar as mudanças tecnológicas que ela experimentou ao longo da carreira”, observa Uhiara.

Para manejar o material, o grupo montou na universidade, em 2023, um laboratório de digitalização de arquivos sonoros. “Um dos grandes desafios é encontrar equipamentos para reproduzir os áudios, já que esses suportes, como as fitas DAT [*Digital Audio Tape*], estão obsoletos”, diz Elizabeth Azevedo, vice-coordenadora do CDT-USP. “O trabalho realizado com o acervo da Tunica vem ajudando a criar uma infraestrutura que poderá ser aplicada a outros conjuntos documentais do CDT, como o da produtora teatral e atriz Ruth Escobar [1935-2017].”

Outro desdobramento do projeto é a elaboração de um dicionário dedicado aos sons da cena teatral, desenvolvido em parceria com Cesar Lignelli, professor da Universidade de Brasília (UnB). Prevista para ser finalizada em 2028, a obra está sendo escrita por cerca de 90 pesquisadores de 36 instituições de ensino superior das cinco regiões do país.

A ideia é produzir cerca de 450 verbetes. Um deles discorre sobre sonoplastia. “A definição do termo varia: ele costuma ser usado para desig-

nar todos os sons presentes em uma cena, como também para se referir a efeitos sonoros específicos, como o ranger de uma porta ou o som de um carro passando”, conta Lignelli. “Isso acontece com outras palavras do nosso campo de estudo. Organizar esse vocabulário é importante tanto para a pesquisa quanto para a catalogação de acervos sonoros.”

“No Brasil, não há uma percepção generalizada de que documentos de arquivo vão além do papel”, avalia o historiador e arquivista Marcelo Nogueira de Siqueira, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio). Ele é um dos organizadores do livro *Ampliando a discussão em torno de documentos audiovisuais, iconográficos, sonoros e musicais* (Edufba, 2016), resultado do trabalho de uma câmara técnica do Conselho Nacional de Arquivos (Conarq), órgão vinculado ao Arquivo Nacional.

Criada em 2014, a câmara busca estabelecer diretrizes e normas que orientem as instituições a inserir esse tipo de documento em seus planos de gestão arquivística. Naquele ano, formulou a Resolução nº 41 do Conarq. “A medida estabelece que os órgãos integrantes do sistema de arquivos do país devem incluir registros audiovisuais, iconográficos, sonoros e musicais, como partituras, em seus planos de gestão documental”, explica Siqueira, que também atua como coordenador de articulação de projetos institucionais do Arquivo Nacional. “Mas isso ainda não acontece de forma plena. Em muitas universidades e instituições federais, fotografias e registros sonoros costumam ficar sob responsabilidade da área de comunicação, como se fossem algo à parte.”

Os arquivos em áudio integram o campo dos estudos sonoros, uma área multidisciplinar que ganhou impulso internacional no início dos anos 2000, como informa Uhiara, da USP. O interesse científico pelas gravações, no entanto, é anterior a isso. Um dos pioneiros no Brasil foi o ornitólogo francês Jacques Viel-liard (1944-2010). Após realizar quatro expedições pelo Brasil, ele ingressou como docente na

Discos lançados pelo MIS-RJ e o jornalista Juca Kfoury durante depoimento ao MIS-SP, em 1982



FOTOS 1 E 2 ACERVO MIS-RJ 3 AUTORIA DESCONHECIDA. ACERVO MUSEU DA IMAGEM E DO SOM DE SÃO PAULO 4 ANTONINHO PERRI/SEC/UNICAMP - RE TRATOS DO TEATRO (2013). DE BOB SOUSA 5 ANTONINHO PERRI/SEC/UNICAMP



A sonoplasta Teixeira (no alto) e o ornitólogo Vielliard

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em 1978, e criou um laboratório de bioacústica naquela instituição de ensino.

Foi assim que deu início a uma das maiores coleções de sons de animais do mundo: o Arquivo Sonoro Tropical, inaugurado naquele ano. Com a morte do pesquisador, o espaço passou a se chamar Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV) e está vinculado ao Museu de Diversidade Biológica (MD-Bio-Unicamp). Atualmente, a coleção reúne quase 140 mil registros sonoros de animais como aves, anfíbios, mamíferos, répteis, peixes e invertebrados, que podem ser escutados no site da FNJV.

Além de digitalizar e disponibilizar os registros on-line, a equipe busca ampliar o acervo ao estimular o depósito de novos materiais e recuperar gravações antigas. “Às vezes, alguém grava um grilo cantando no quintal com o celular e nos envia. Mas também há registros que exigem entrar em brejos à noite, no meio da Amazônia, ou mesmo captar sons no fundo do mar com equipamentos especializa-

dos”, conta a bióloga Simone Dena, do MDBio e uma das curadoras da fonoteca.

Os arquivos da FNJV têm diversas aplicações científicas. “Por meio dos áudios, os pesquisadores conseguem estudar o comportamento animal, investigar processos evolutivos e até identificar novas espécies, já que cada uma possui vocalização própria. Temos registros de espécies que já foram extintas, como alguns sapos e aves. São sons que provavelmente não voltarão a ser ouvidos”, diz o biólogo Felipe Toledo, do Instituto de Biologia da Unicamp, que também é curador da fonoteca. “Além disso, artistas costumam utilizar os sons dos animais em obras musicais, teatrais e audiovisuais.”

Vozes de artistas como a da atriz alemã Marlene Dietrich (1901-1992) cantando a música *Luar do*

*sertão* integram a Vozoteca, arquivo sonoro doado em 2013 pelo jornalista Luiz Ernesto Kawall (1927-2024) ao Instituto de Estudos Brasileiros (IEB) da USP. A coleção de áudios é composta por cerca de 12 mil itens, como discursos políticos, entrevistas, programas de rádio e televisão, declamações de poesia e registros musicais. Desses, por volta de 1.400 estão catalogados e podem ser consultados presencialmente. “Há registros raros, como um breve trecho da voz de Santos Dumont [1873-1932] e uma gravação de Mário de Andrade [1893-1945]”, destaca Dina Elisabete Uliana, supervisora técnica do serviço de arquivo do IEB.

**S**egundo Paulo José de Moura Palumbo, técnico do arquivo do IEB responsável pela digitalização do material, Kawall começou a colecionar vozes na década de 1960, quando trabalhou com Carlos Lacerda. Por sugestão do político, passou a guardar discursos registrados em discos. “Ao longo desse tempo, ele ampliou o acervo, inclusive com gravações que fazia de falas transmitidas por rádio e televisão. Sem contar os depoimentos de personalidades colhidos pelo próprio Kawall”, relata.

A socióloga Maria Aparecida de Moraes Silva, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mantém em sua casa, nessa cidade do interior paulista, cerca de 800 fitas cassete. Nelas estão guardadas quatro décadas de pesquisa. Ao longo desse período, Silva registrou o cotidiano de cortadores de cana, sobretudo migrantes nordestinos e trabalhadores oriundos do Vale do Jequitinhonha (MG); além de assentados da reforma agrária e pequenos produtores que permaneceram na terra.

As gravações foram feitas principalmente na região de Ribeirão Preto (SP), hoje um dos principais polos do agronegócio brasileiro, além de povoados rurais em Minas Gerais, Maranhão e Piauí. “Com a mecanização acelerada da colheita da cana e outras mudanças tecnológicas no campo, muitos desses trabalhadores desapareceram da paisagem da região”, afirma a pesquisadora.

Nos últimos anos, Silva digitalizou os áudios para que não se deteriorassem. Desde 2022, estão disponíveis no site *Vozes e memórias*. “O repositório tem um sentido acadêmico, mas também político e social: dar visibilidade às experiências de trabalhadores cujas histórias raramente aparecem em um cenário dominado pelo agronegócio”, esclarece. “Ele surgiu da preocupação em evitar o que chamo de ‘memoricídio’, isto é, o apagamento da memória dessas populações.” ●

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

# Longe dos gabinetes

Cientista política fala dos estudos sobre burocracia do nível de rua e propõe formas de melhorar o atendimento daqueles que estão na linha de frente do serviço público

ANA PAULA ORLANDI



Lotta na FGV, em São Paulo, onde coordena o Núcleo de Estudos da Burocracia

**C**onceito do campo da administração pública que surgiu nos Estados Unidos na década de 1960, a burocracia do nível de rua refere-se aos profissionais que atuam na linha de frente do serviço público, como policiais, assistentes sociais e enfermeiros. “Em geral, eles não gostam de ser chamados dessa forma. Isso porque a palavra ‘burocrata’ costuma ter uma conotação pejorativa e a expressão ‘nível de rua’ pode parecer uma desvalorização do trabalho que exercem”, conta a cientista política Gabriela Lotta, coordenadora do Núcleo de Estudos da Burocracia da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV), em São Paulo. “Na verdade, o sentido é oposto. O burocrata representa o Estado e a própria democracia, enquanto o ‘nível de rua’ remete à concretização dos direitos na vida cotidiana.”

Lotta é uma das organizadoras do livro *Na linha de frente: Avanços e contribuições dos estudos sobre burocracia do nível de rua no Brasil*, lançado no final do ano passado pela Escola Nacional de Administração Pública (Enap). Ela divide o trabalho com Roberto Rocha Coelho Pires, pesquisador com doutorado em administração pública que atua no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Com 15 capítulos, a obra traz textos assinados por 35 pesquisadores brasileiros.

Na entrevista a seguir, Lotta fala sobre o cenário brasileiro e como as pesquisas vêm contribuindo para melhorar esse contexto. Em fevereiro, ela foi uma das vencedoras da segunda edição do prêmio Mulheres e Ciência, concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Por que os estudos sobre burocracia do nível de rua demoraram tanto para se consolidar no Brasil em comparação com Estados Unidos e Europa, cujas pesquisas começaram na década de 1970?**

Até a Constituição de 1988, o Brasil não tinha um sistema amplo de serviços públicos universais. Foi só a partir desse período que saúde, educação e assistência passaram a ser organizadas de forma mais estruturada. Isso significa que, antes disso, o próprio campo empírico para pesquisa era muito limitado. Um segundo fator é que a área de políticas públicas no país também é relativamente recente. Os estudos sobre burocracia do nível de rua só começam a engatinhar nos anos 2000, com a expansão das universidades e a criação de cursos específicos. A partir do início da década de 2010, se forma uma comunidade de pesquisadores dedicada ao tema da burocracia do nível de rua.

**Essas pesquisas no Brasil têm caráter interdisciplinar?**

Sim. Ao contrário da Europa e dos Estados Unidos, onde o debate costuma ficar mais concentrado na administração pública, aqui o tema atravessa áreas como sociologia, educação e outros campos das ciências humanas. Antes de 2010, os pesquisadores estavam dispersos em diferentes áreas. Quando o conceito passou a ser utilizado, muitos profissionais reconheceram suas próprias pesquisas nele. Um exemplo é o grupo de educadores ligado à PUC-Rio [Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro], que estudava professores e diretores da educação básica. Ao entrar em contato com os trabalhos que vinham sendo feitos no Brasil a respeito, eles se identificaram com a abordagem e criaram em 2014 a Rede de Estudos de Implementação de Políticas Públicas Educacionais, passando a adotar o termo “burocracia do nível de rua”. No Brasil e, de forma mais ampla, no Sul global, é difícil tratar desse tema sem dialogar com as ciências sociais, por exemplo, até porque o trabalho desses profissionais é fortemente marcado por disputas políticas.

#### Em que sentido?

Muitos desses profissionais atuam como cabos eleitorais de candidatos a, por exemplo, prefeito ou deputado durante períodos eleitorais por opção ou coação. Também enfrentam interferências para alterarem suas agendas de trabalho em função disso. Alguns, inclusive, se candidatam a cargos políticos eletivos. Sem contar que, no caso brasileiro, estudar a burocracia do nível de rua significa ultrapassar as fronteiras formais do Estado. Envolve analisar organizações da sociedade civil contratadas para prestar serviços públicos e figuras como a do conselheiro tutelar, que é eleito pela população para atuar nessa esfera. São arranjos muito mais híbridos do que o modelo tradicional, em que o Estado implementa diretamente as políticas.

#### Como se dá a relação dos pesquisadores com os burocratas do nível de rua?

Em geral, esses profissionais não gostam de ser chamados assim. Embora o termo seja importante do ponto de vista teórico, na prática ele não é bem recebido. No cotidiano, essa expressão soa ofensiva, porque “burocrata” tem uma conotação negativa e “nível de rua” pode parecer

uma desvalorização desse trabalho. Na verdade, o sentido é oposto. O burocrata representa o Estado e a própria democracia, enquanto o “nível de rua” remete à concretização dos direitos na vida cotidiana. Para conseguir pesquisar esse grupo, é fundamental construir relações de confiança, o que exige tempo, presença em campo, diálogo e muita negociação. Nem sempre isso funciona, especialmente em setores mais fechados, como a polícia, onde o acesso é muito difícil e as entrevistas tendem a ser mais pró-forma. Além disso, as pesquisas em nosso campo partem de uma preocupação ética central: o objetivo não é julgar as práticas, mas entender por que as pessoas agem como agem. Muitas vezes, esses profissionais fazem o que é possível dentro de condições precárias. Quando o sistema falha, eles precisam buscar soluções improvisadas, como agentes da saúde que precisam negociar com o mundo do crime organizado para atuar em determinados territórios. Nesses casos, a responsabilidade não é individual, mas de um Estado que não oferece suporte adequado.

#### Qual é o papel das pesquisas nesse cenário?

Em geral, as pesquisas são muito concretas e permitem descrever, por exemplo, o que acontece quando um professor entra em sala de aula e interage com seus alunos. Para os gestores, é muito mais fácil pensar soluções quando os problemas são apresentados de maneira objetiva. No Núcleo de Estudos da Burocra-

“  
É preciso estreitar o diálogo entre quem formula e quem executa as políticas públicas

cia investigamos durante a pandemia de Covid-19 como os profissionais da linha de frente estavam vivenciando esse período. Como não era possível realizar pesquisas presenciais, foram feitas várias rodadas de *surveys*, autorrespondidos por celular ou computador, com trabalhadores da saúde, da assistência social, da defensoria pública e da polícia penal. Os resultados desses estudos tiveram impacto concreto. Os relatórios foram utilizados na Comissão Parlamentar de Inquérito [CPI] da corrupção, embasaram o processo movido pela Organização dos Estados Americanos [OEA] contra o governo brasileiro pela falta de apoio aos profissionais da linha de frente e fundamentaram ações judiciais de sindicatos para garantir, por exemplo, a distribuição de máscaras. Além disso, contribuíram para a criação de uma nova legislação para os agentes comunitários de saúde, durante a pandemia, servindo de base para o debate legislativo. Esses exemplos mostram que existe, sim, um diálogo relevante entre pesquisa e formulação de políticas públicas, embora seus efeitos dependam, em grande medida, da disposição dos governos em incorporar evidências e promover mudanças.

#### O que é necessário para melhorar a atuação desses profissionais?

O primeiro passo é valorizá-los e reconhecer a importância do trabalho que realizam. Há, claro, a dimensão material: salário, carga horária, estabilidade e carreira. Mas faz também parte desse processo parar de tratá-los como responsáveis pelos fracassos das políticas e passar a vê-los como atores centrais no acesso a serviços e a direitos. Em geral, as políticas são formuladas longe da realidade das escolas, dos postos de saúde e dos serviços sociais. Por isso, é fundamental criar processos sistemáticos de escuta, como consultas, reuniões e espaços permanentes de diálogo antes da publicação de normas. Medidas simples como essas já fazem muita diferença. Além disso, é importante aproximar quem formula políticas de quem as executa. Experiências de imersão, em que gestores acompanham o trabalho na ponta, ajudam a entender limites e dificuldades reais. Essa vivência torna as políticas mais viáveis, eficazes e sensíveis às condições concretas de implementação. ●

# Um guardião do passado paulista

O historiador Carlos Bacellar pesquisou as relações sociais no período colonial e promoveu gestão transformadora no Arquivo Público do Estado de São Paulo

**FERNANDA RAVAGNANI**

O historiador paulistano Carlos de Almeida Prado Bacellar nutria grande amor pelos documentos históricos e pelos “maços de população”, listas escritas à mão com nomes e dados de moradores das vilas das capitanias nos séculos XVIII e XIX. Tanto que amigos e familiares providenciaram com o Arquivo Público do Estado de São Paulo (Apesp) a reprodução de uma dessas listas, sua preferida, para ser sepultada junto com ele. O pesquisador morreu no dia 15 de março, em São Paulo, após conviver por cerca de três anos com a esclerose lateral amiotrófica (ELA).

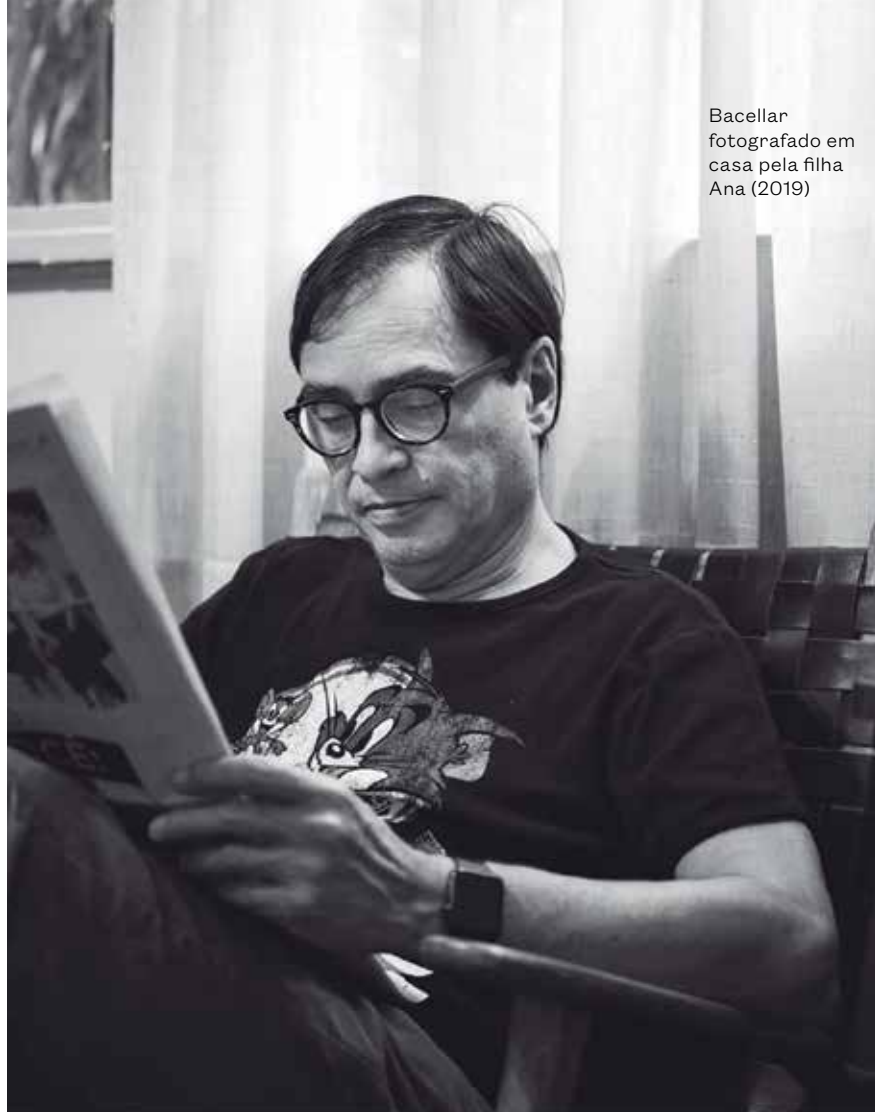
Os arquivos ocuparam lugar central na trajetória do historiador, em duas frentes: como fonte para seus estudos sobre a vida na São Paulo colonial e como objeto de um trabalho de gestão, durante o período em que esteve à frente da expansão e reestruturação do Apesp, entre 2007 e 2013. “Ele foi um grande divulga-

dor das listas nominativas, documentos oficiais que surgiram na capitania de São Paulo a partir de 1765”, diz a historiadora Maria Aparecida de Menezes Borrego, docente e vice-diretora do Museu Paulista da Universidade de São Paulo (USP).

Inicialmente motivadas por questões militares, as listas passaram a reunir também informações com os nomes dos donos e dos moradores das propriedades, a atividade econômica que desempenhavam e o patrimônio dessas pessoas. “São listas riquíssimas do ponto de vista histórico”, comenta a pesquisadora. Segundo Borrego, o trabalho de Bacellar foi inovador ao cruzar vários tipos de fontes, incluindo as eclesiásticas, que registravam batismos, casamentos e mortes, para acompanhar a trajetória de famílias e investigar relações sociais.

A região do oeste paulista foi um dos alvos de interesse do historiador, por influência de suas origens familiares, e a ela dedicou boa parte da vida acadêmica,

Bacellar fotografado em casa pela filha Ana (2019)



integralmente percorrida dentro do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. Sob orientação da historiadora Maria Luiza Marcílio, destacou-se já na dissertação de mestrado, defendida em 1987 e publicada mais tarde em livro com o título *Os senhores da terra: Família e sistema sucessório entre os senhores de engenho do Oeste paulista, 1765-1855* (Centro de Memória Unicamp, 1997).

“Nesse trabalho, ele analisou a elite agrária, explorando listas de várias localidades para compreender o crescimento e a transmissão do patrimônio daquelas famílias”, diz Borrego. Amparado na metodologia da demografia histórica, o pesquisador evidenciou estratégias como a antecipação da herança ao filho mais velho, frequentemente na forma de pessoas escravizadas, e a concessão de dotes às filhas. “Bacellar mostrou ainda que a origem do capital dessas famílias era a própria terra, em contraste com interpretações que atribuíam esse acúmulo a outras atividades, como o comércio.”

No doutorado, concluído em 1995, o historiador voltou-se para a vila de Sorocaba (SP), com o objetivo de analisar de forma aprofundada, a partir das listas nominativas, o cotidiano da região em suas diferentes camadas sociais. Também publicado em livro, *Viver e sobreviver em uma vila colonial – Sorocaba, séculos XVIII e XIX* (Annablume, 2001), o trabalho inaugura um eixo de investigação que atravessaria toda a sua carreira: as relações interpessoais de apadrinhamento e compadrio, inclusive entre pessoas escravizadas, e o fenômeno do abandono de bebês, a “exposição”, no termo da época.

Segundo a tese de Bacellar, essa prática não se restringia às formas institucionalizadas, como as rodas de expostos nas santas casas de Misericórdia. “Ele foi um dos primeiros pesquisadores a investigar o abandono de crianças no Brasil colonial à porta dos domicílios”, ressalta o historiador André Luiz Cavazzani, que foi orientado por Bacellar no doutorado sobre esse tema e hoje é professor do Centro Universitário Internacional (Uninter), em Curitiba (PR). “A intimidade que mantinha com os arquivos lhe permitia decifrar com precisão o que aqueles documentos revelavam.”

Entre os conceitos que desenvolveu está o de “escravidão miúda”, referente

à posse de uma a cinco pessoas escravizadas e às relações daí decorrentes, bastante distintas daquelas observadas em grandes propriedades, com 40 ou mais indivíduos. “Ao evidenciar as múltiplas facetas da escravidão, ele revelou a complexidade de uma sociedade profundamente desigual e diversa”, observa a historiadora Ana Silvia Volpi Scott, do Departamento de Demografia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Além disso, voltou-se para as questões de gênero e para o papel das mulheres naquele período. Um dos pontos centrais de seu trabalho como historiador era justamente demonstrar a impossibilidade de generalizações.”

Em 1985, ingressou como historiógrafo no Apesp onde trabalhou ao mesmo tempo que concluía a formação acadêmica. Em 2003, tornou-se docente do Departamento de História da USP. Em seu trabalho mais citado, o capítulo “Uso e mau uso dos arquivos” do livro *Fontes históricas*, organizado por Carla Bassanezi Pinsky (Contexto, 2006), Bacellar elaborou um manual prático explicando cada tipo de documento histórico e como consultá-lo. “Cabe ao historiador, ao acessar tais documentos [maços e volu-

mes embolorados, corroídos por insetos, jogados no chão em total desordem], o papel fundamental de alertar para sua importância, pressionando por melhores atenções para com os registros do passado”, adverte no texto.

Após três anos como supervisor do Museu Republicano de Itu (SP), extensão do Museu Paulista da USP, assumiu, em 2007, a coordenação do Apesp. À frente da instituição, liderou sua reestruturação e articulou a construção de um edifício com 20 mil metros quadrados especialmente projetado para a conservação de documentos, inaugurado em 2012. “No que diz respeito a arquivos públicos, a infraestrutura do prédio é única no Brasil e talvez seja a melhor da América do Sul”, afirma o historiador Thiago Nicodemo, atual diretor do Apesp e docente da Unicamp.

Ele destaca ainda que, durante a gestão de Bacellar (2007-2013), a transferência da governança do órgão para a Casa Civil do Estado tornou viável a realização de 60 concursos públicos. “O sistema de arquivos já existia, mas graças ao prédio e aos concursos se consolidou como modelo de gestão pública”, prossegue Nicodemo.

Bacellar atuou também na centralização dos dados para viabilizar a Lei de Acesso à Informação, que entrava em vigor naquele período, e no projeto Memórias Reveladas, criado em 2009, para preservação de documentos ligados à repressão política nos anos da ditadura militar (1964-1985). “A gestão dele frente ao arquivo é memorável, resultado de sua grande capacidade de liderança, negociação, articulação de alianças e construção de projetos”, constata o historiador Renato Pinto Venancio, da Escola de Ciências da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Apesar da progressão da doença degenerativa, que começou a se manifestar no final de 2022 e o impossibilitou de falar e de se movimentar, Bacellar manteve-se ativo, participando de eventos e orientando alunos. Ainda em dezembro de 2025, esteve em uma banca, usando um equipamento movido a inteligência artificial que reproduzia a sua própria voz.

O historiador morreu em casa aos 66 anos. Deixa a esposa, Heloisa Bacellar, chef de cozinha e escritora, com quem se casou em 1986 e teve as filhas Isabel, bioquímica, e Ana, fotógrafa, falecida em 2021. ●

Bacellar foi um dos primeiros a pesquisar o abandono de crianças no Brasil Colônia

Brasília, 2 de fevereiro de 1960: o presidente Juscelino Kubitschek acena do Romi-Isetta claro (à esq.) durante uma caravana de veículos de fabricação nacional



## Obstáculos à frente do carro nacional

Setenta anos após o lançamento do primeiro veículo produzido no país, indústria automobilística se consolidou, mas ainda com baixa autonomia tecnológica

SUZEL TUNES

O primeiro carro de passeio fabricado em série no Brasil tinha nome e projeto italiano: Romi-Isetta. No lançamento, em 5 de setembro de 1956, as 16 primeiras unidades fabricadas em Santa Bárbara d'Oeste, interior paulista, desfilaram pelo centro da cidade de São Paulo. Diante do Palácio Episcopal, na Bela Vista, o cardeal Carlos Carmelo Motta (1890-1980), proferiu a bênção: “Invoco a proteção de Deus para esta iniciativa, que visa a dar ao Brasil mais um forte apoio para sua independência econômica”.

Independência econômica também era a aspiração do recém-eleito presidente da República Juscelino Kubitschek (1902-1976). Até então, desde que a multinacional norte-americana Ford inaugurara sua primeira fábrica no Brasil, em 1919, os carros que circulavam no país

eram produzidos por meio de um sistema conhecido como CKD (Completely Knocked Down, ou completamente desmontado), no qual o veículo é exportado em partes e montado no país destinatário. O engenheiro mecânico da Universidade Federal de Alfnas (Unifal) Erik Telles Pascoal pondera que o Plano de Metas promoveu a produção local impondo impostos elevados sobre peças importadas e incentivos para a instalação de fábricas estrangeiras no país.

Em junho de 1956, JK criou o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (Geia). Um de seus objetivos era aumentar a porcentagem de nacionalização dos automóveis de passageiros, numa tabela progressiva que começava em 50% em 1º de julho de 1957 e culminava em 95% em 1º de julho de 1960. O Romi-Isetta, embora fosse um projeto licenciado pela

empresa italiana Iso para a Indústrias Romi, já se lançava superando esse índice inicial: 72% de seu peso correspondia a componentes fabricados no Brasil.

Em declaração ao escritor e jornalista Ignácio de Loyola Brandão para o livro *Oficina de sonhos – Américo Emílio Romi, aventuras de um pioneiro* (DBA, 1996), Carlos Chiti (1914-2010), cofundador da Romi, exalta o pioneirismo do minicarro com formato de gota d’água, motor traseiro e uma única porta frontal. “Tínhamos razão quando quisemos entrar na produção de automóveis pensando num carro de modestas proporções e reduzido consumo”, disse. “O que se vê hoje, senão carros mais compactos e uma preocupação cada vez maior com a questão do petróleo, na busca de soluções alternativas?”.

Mas foram justamente as marcantes características do Romi-Isetta que contribuíram para o seu fim. Para ser incluído no plano de incentivos, o Geia determinava que os veículos tivessem capacidade mínima para quatro passageiros. No Romi-Isetta cabiam dois – ou três, se o terceiro fosse uma criança –, o que o excluía de benefícios fiscais, cambiais e financeiros. Em 1961, a Romi interrompeu a fabricação de seu automóvel; não conseguiu acompanhar os concorrentes que se estabeleciam no país, no período

Embarque no porto de Santos de uma Brasília para exportação, em janeiro de 1975



3

de maior crescimento da indústria automobilística brasileira. Na Itália, a produção já havia sido interrompida em 1956, mesmo ano em que chegou ao Brasil.

### CRESCIMENTO E DEPENDÊNCIA

Em 1960, o Brasil chegou à produção de cerca de 133 mil veículos, com um índice de nacionalização de 93% em peso. “Chegar a essa produção partindo do nada, em apenas cinco anos, foi visto como um salto tecnológico e industrial sem precedentes na América Latina”, afirma Pascoal.

No entanto, a estratégia de importar plantas industriais consolidadas, ainda que tenha acelerado a motorização do país, gerou uma dependência tecnológica precoce. “O governo JK priorizou a atração de multinacionais em detrimento do fomento a marcas locais. O Brasil consolidou-se como um polo de montagem e adaptação, mas não de concepção e pesquisa e desenvolvimento (P&D)”, explica Pascoal. O campo de ação dos engenheiros brasileiros restringiu-se, principalmente, à adaptação de modelos europeus às condições de uso brasileiras – a chamada “tropicalização” –, com algumas exceções de projetos nacionais, como a Brasília, lançada em 1973 pela fabricante alemã Volkswagen.

O engenheiro eletrônico Gildo Magalhães dos Santos Filho, diretor do Centro

Interunidade de História da Ciência da Universidade de São Paulo (USP), destaca outra consequência de longo prazo do Plano de Metas, o “rodoviarismo”. “Favoreceu-se a construção de estradas de rodagem, relegando-se o transporte ferroviário de carga e passageiros para o gradual sucateamento, com o fechamento da indústria pesada de vagões e locomotivas”, diz. “Isso criou gargalos no transporte que ainda hoje não foram vencidos.”

Nos primeiros anos da década de 1970, o crescimento acelerado da indústria automobilística prosseguiu, impulsionado por um período de crescimento econômico elevado, o chamado “milagre econômico”, entre 1969 e 1973, que trouxe aumento de crédito ao consumidor. Mas já no final de 1973 ocorreria a crise do petróleo, a primeira de uma longa série que desafiaria o setor automobilístico brasileiro ao longo dos anos. Os membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep) impuseram um embargo aos Estados Unidos e seus aliados, o que fez os preços dispararem. O preço do barril de petróleo foi de US\$ 1,9 em 1972 para US\$ 11,2 em 1974, segundo o livro *Proálcool 40 anos (1975-2015)* (Blucher, 2016).

O livro relata o desenvolvimento tecnológico pioneiro com o qual o Brasil



2

Cartaz de lançamento do Romi-Isetta

enfrentou essa crise, por meio da colaboração entre universidades, institutos de pesquisa, governo e empresas. O resultado do esforço conjunto viria em pouco tempo. O primeiro carro a álcool produzido em série no mundo, um Fiat 147, apelidado de Cachacinha, começou a ser vendido em julho de 1979.

Para o engenheiro de produção Roberto Marx, da Escola Politécnica da USP, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool) foi uma das maiores conquistas tecnológicas do país. “Pesquisadores do mundo todo reconhecem o etanol como uma inovação extremamente relevante, enquanto aqui não valorizamos tanto”, conta. “É um combustível muito mais econômico e sustentável, que será usado também em motorização híbrida com motor elétrico.”

A capacidade tecnológica apresentada durante o desenvolvimento do carro a álcool não impediu que o automóvel brasileiro chegasse ao início da década de 1990 defasado em relação ao mercado internacional. Segundo o engenheiro mecânico Luiz Carlos Di Serio, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), os carros brasileiros tinham design e qualidade inferiores aos dos importados, resultado dos anos de estagnação econômica da década de 1980. Chegaram a ser chamados de carroças pelo presidente Fernando Collor de Mello (1990-1992).

Assim que assumiu a Presidência, em 1990, Collor promoveu a abertura do mercado, permitindo a importação de automóveis. E os produzidos no Bra-

## Nascido da crise do petróleo, o Proálcool reuniu universidades, institutos de pesquisa, governo e empresas

sil não conseguiram competir com os importados em preço e tecnologia. “A abertura era necessária, mas deveria ter sido planejada, envolvendo as empresas e estabelecendo um prazo para adaptação, de uns cinco anos, por exemplo. Sem esse plano, com ações de médio e longo prazo, as consequências foram o que temos hoje: a desindustrialização do setor”, opina Di Serio.

“A abertura total do mercado significou um golpe por vezes fatal para as indústrias nacionais de automóveis, como a Gurgel, e a de autopeças, como a Cofap e a Metal Leve”, exemplifica Santos. As empresas, ambas fundadas em 1951, haviam se tornado grandes fabricantes nacionais de amortecedores e pistões, respectivamente. Em 1996, a Metal Leve foi vendida para a alemã Mahle; em 1997,

a Cofap foi incorporada ao grupo italiano Magneti Marelli. Já a Gurgel Motores faliu em 1994 para se perenizar como símbolo do sonho – e dos obstáculos – de se fabricar um carro 100% nacional.

O propósito de construir um carro nacional acompanhava João Augusto Conrado do Amaral Gurgel (1926-2009) desde o curso de engenharia na USP (ver Pesquisa FAPESP nº 104). Como projeto de conclusão de curso, Gurgel queria desenvolver o protótipo de um automóvel popular, previamente batizado de “Tião”. Teria ouvido de seu orientador a frase desmotivadora: “Carro não é algo que se fabrica, carro se compra”. Acabou apresentando o projeto de um guindaste, mas não se esqueceu do sonho de estudante, que inspiraria a criação da Gurgel Motores S/A, em 1969, no município paulista de Rio Claro.

Os primeiros automóveis da Gurgel apresentavam motorização da Volkswagen. Até que, em setembro de 1987, a empresa lançaria um automóvel produzido inteiramente com peças brasileiras.

Recebeu inicialmente o nome de Cena (sigla para Carro Econômico Nacional), posteriormente alterado para BR-800, em virtude de uma disputa judicial com a família do piloto de Fórmula 1 Ayrton Senna (1960-1994).

O BR-800 foi produzido até 1991. A empresa brasileira não conseguiu sobreviver à concorrência com as multinacionais, sobretudo após a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para veículos com motorização abaixo de mil cilindradas. Contudo, Amaral Gurgel passaria para a história da indústria automobilística brasileira como um empreendedor visionário: além do primeiro carro 100% nacional, é dele também a iniciativa do primeiro veículo elétrico produzido em série na América Latina.

O Itaipu E-400 era um utilitário com autonomia de 80 quilômetros. Fabricado em 1981 e 1982, foi usado como veículo urbano por empresas como Telesp, Cesp, Banespa e Itaipu. Saiu de linha devido ao alto custo das baterias e elevado tempo de carga. A tecnologia para o veículo elétrico ainda não estava madura, mas o engenheiro já enxergava longe: esse utilitário foi o sucessor de um protótipo



Linha de produção do Fiat 147, o primeiro carro a álcool produzido em série no mundo

Dois modelos da Gurgel: BR-800 (*abaixo*), produzido durante cinco anos, e o elétrico Itaipu E-150, fabricado por dois anos



2



3

de carro de passeio elétrico que ele havia apresentado no IX Salão do Automóvel de 1974 e pretendia oferecer para aluguel em estações de recarga distribuídas pela cidade de Rio Claro.

Mais de 30 anos após o fechamento da Gurgel, outra empresa alimenta o sonho do carro elétrico brasileiro, a Lecar, fundada em 2022 pelo advogado e empresário Flávio Figueiredo Assis. Segundo ele, 30 engenheiros estão envolvidos no projeto de um automóvel híbrido que utiliza um sistema conhecido como *range extender*, no qual um motor a combustão compacto produz eletricidade para alimentar a bateria sempre que ela descarregar e não houver ponto de recarga por perto.

“Priorizamos o desenvolvimento com fornecedores brasileiros ou estrangeiros

com fábricas no Brasil, garantindo peças de reposição. Estimamos que 83% do carro tenha origem nacional”, anuncia Assis. O empresário planeja ter um protótipo funcional para testes até junho de 2026, enquanto caminham também os planos de construção de uma fábrica no Espírito Santo.

**A** Lecar enfrentará concorrência acirrada. Especialmente de automóveis projetados na China, maior produtor de veículos do mundo, que teve um rápido crescimento nos últimos anos, com contínuo apoio governamental. Para Santos, reside nessa constância o segredo do sucesso chinês. “Há bastante tempo a capacidade de projetar automóveis existe no Brasil, como demonstra a absorção de

engenheiros pelas multinacionais aqui instaladas. Falta uma política continuada de industrialização”, afirma.

A política Nova Indústria Brasil (NIB), lançada em janeiro de 2024 pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), é a resposta do governo federal a essa lacuna. Trata-se de uma política de neointustrialização – conceito de industrialização pautado na inovação tecnológica e compromisso ambiental – a ser implementada pelo governo nos próximos 10 anos, com metas já definidas para 2026 e 2033.

O economista Wallace Moreira Lima, secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do MDIC e coautor do livro *Cadeias globais de valor, políticas públicas e desenvolvimento* (Ipea, 2017), defende que a NIB se torne uma política de Estado: “É importante que a política industrial seja perene, para que possa trazer previsibilidade e permitir investimentos”.

Para ele, um dos pontos centrais dessa política é a sustentabilidade, a construção de uma “nova indústria verde”. “Toda tecnologia disruptiva gera oportunidades, mas para isso é necessário ter os ecossistemas de inovação formados”, salienta. Assim, para estimular a modernização do setor, o governo federal destinou R\$ 643,3 bilhões, que o secretário quer ver revertidos em centros de P&D instalados no país. “Vamos exigir contrapartidas das empresas multinacionais.” ●



Interior de um modelo produzido pela Lecar: retomada do sonho do carro elétrico brasileiro

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

## O leitor das ruas

Cria da periferia paulistana, Ricardo Barbosa da Silva trafega da geografia à literatura

Nasci em 25 de outubro de 1977. Sou filho do meio de Sebastião Barbosa da Silva e Maria da Paz Silva, ambos migrantes da cidade de Caruaru, em Pernambuco. Tenho duas irmãs, Sandra Maria e Tatiana. Passei boa parte da minha vida na Cohab 2, conjunto habitacional no bairro de Itaquera, zona leste de São Paulo. Tive uma infância boa, simples: bola, bicicleta, carrinho de rolimã. Depois da escola, ia brincar e só voltava ao anoitecer, assim mesmo só quando minha mãe chamava. A rua foi escola. Ali aprendi convivência, amizade, briga e, também, como escapar das confusões.

Foi na Cohab 2 que me formei como leitor. A biblioteca Vicente de Carvalho, que ficava dentro do conjunto habitacional, era pequenininha, mas, para mim, imensa. No começo, ia só pesquisar trabalhos da escola. Ao sair, escondia os

livros que pegava emprestado porque alguns colegas tiravam sarro. Mais tarde, perdi a vergonha e me entreguei de vez àquele espaço. Na adolescência em diante, desbravei bibliotecas em vários pontos da cidade.

Meu pai era metalúrgico, trabalhava em uma montadora de carros. Chegava em casa no ônibus fretado pela empresa, jornal debaixo do braço. Nunca disse aos filhos: “Vocês têm que ler”. Mas o jornal estava lá, disponível. Aos finais de semana, ele trazia a edição com suplemento infantil, que eu devorava. Um dia comprou uma enciclopédia.

Quando eu tinha uns 12 ou 13 anos, meu pai pediu demissão e nos abandonou. Minha mãe, que era dona de casa, teve de voltar a trabalhar, como fazia quando era menina em São Paulo. Arrumou emprego de faxineira numa creche. Sofreu muito, tanto pelo esforço físico

quanto pelas humilhações. Após a separação, chorou por uns meses. Depois, nunca mais a vi chorar. Cuidar de nós foi sua escolha de vida.

Na escola, eu me sentia bem, mas, na adolescência, só pensava em emprego com carteira assinada. Para mim, isso era mais importante porque ajudaria na renda de casa naquele momento. Trabalhar registrado era um sonho entre os jovens da periferia na época. Os trabalhos eram quase sempre temporários: auxiliar de alguma coisa, como estoque e conferência. Eu não tinha rede de contatos. Martelava sempre a mesma pergunta: como escapar desse destino de auxiliar?

O rap dos Racionais MC's me ajudou a ler o mundo. A música e os livros caminharam juntos. Minha leitura nunca foi mediada nem orientada por ninguém. Funcionava na base de tentativa e erro,

repetição, insistência. Aos poucos, fui entendendo o que significava ser periférico, explorado, alvo de preconceito. O rap me deu meios para entender o meu lugar.

Em 2000, decidi fazer vestibular para geografia na Universidade de São Paulo [USP]. Entrei no cursinho popular da Poli [Escola Politécnica] - USP. Na ocasião, eu era operador de copiadora e ouvia dos colegas de trabalho: “USP? Isso é pra rico, não pra peão como nós”. Conversei com minha mãe, pedi as contas desse emprego e estudei seis meses. Fui aprovado na primeira fase do vestibular da Fuvest e, na prova dissertativa, o hábito de leitura foi meu trunfo. No final, passei pela fresta.

Quando entrei na universidade fiquei fascinado e ao mesmo tempo perdido. Era um universo completamente diferente do que eu estava acostumado. Minha maior dificuldade era a comunicação, principalmente com os professores, porque eu era muito envergonhado, tímido.

Formei-me em 2005. Meu trabalho de conclusão de curso foi sobre os motoboys na cidade de São Paulo, a partir de um trabalho final da disciplina de geografia urbana. Minha pesquisa teve grande influência da obra do geógrafo Milton Santos [1926-2001], com quem travei contato ainda no cursinho pré-vestibular. A escolha do tema causou certa estranheza entre meus colegas, alguns achavam que não tinha a ver com o curso. Mas fui descobrindo que a geografia tinha uma larga tradição no campo dos transportes.

Com orientação da professora Amalia Inés Geraiges de Lemos, segui pesqui-

sando esse assunto no mestrado, no qual ingressei em 2006, na USP. No estudo, distanciei-me das análises predominantes nos anos 1990 que viam os motoboys pelo prisma da imprudência individual ou dos conflitos no trânsito e mostrei-os como resultado das transformações no mundo do trabalho e na condição urbana. No doutorado, no qual ingressei também na USP, abordei a precarização da mobilidade urbana em São Paulo de 1930 a 2010.

Defendi a pesquisa em 2014 e, dois anos mais tarde, para aprofundar meus estudos realizei estágio pós-doutoral de três meses na Universitat Autònoma de Barcelona [Espanha]. Desde então, venho me dedicando à compreensão da mobilidade cotidiana e da segregação por classe e raça, articulando o tema com o ensino e a extensão.

**D**urante a pós-graduação, trabalhei como professor de geografia em escolas de ensino básico do município e do estado e também em faculdade particular e na Fatec [Faculdade de Tecnologia de São Paulo]. Desde 2017, sou professor adjunto da Unifesp [Universidade Federal de São Paulo], no *campus* Zona Leste, inaugurado um ano antes. O curso de geografia foi iniciado em 2020 e tenho o maior orgulho de ter sido um dos professores homenageados da primeira e da segunda turma de formandos do curso.

Sempre levei a literatura em paralelo à carreira de geógrafo. Escrevia bastante, mas não me levava a sério como autor e não imaginava que alguém pu-



SAIBA MAIS  
Rede  
Mobilidade  
Periferias

desse gostar de meu trabalho. Ler um texto literário meu em voz alta para outras pessoas jamais passou pela minha cabeça. Era apenas um interesse que virou hábito e me fazia bem. Nunca pensei: vou ler porque assim vou aprender a escrever e fazer um grande livro. Jamais me vi como escritor, não tinha nada disso.

Em 2020, durante a pandemia, senti vontade de fazer algo inédito: ler um poema para meus alunos em uma aula on-line. O poema se chama “Fluxo de vida” e, para minha surpresa, os alunos gostaram. Essa reação positiva me incentivou a compartilhar outros textos nas redes sociais. Em 2022, resolvi tentar publicá-los. Eu era alheio ao universo literário contemporâneo de editoras e autores. Busquei na internet o termo “editoras independentes” e a primeira que apareceu foi a Patuá, de São Paulo. Mande os originais e fiquei espantado quando o editor Eduardo Lacerda disse: “Gostei, quero publicar”.

Meu primeiro livro foi *Gambiarra, quase poema*, de 2023, e traz, entre outros, “Fluxo de vida”. Nele, como escrevi no colofão [nota final] do volume, “palavras escondidas, embargadas, quase sem jeito, romperam o silêncio, ganharam o livre encanto de existir, de voar por aí”. Na apresentação da obra, o poeta Manoel Fernandes, professor de geografia humana da USP, define meus versos como “poema-crônica-rap”.

Depois veio o livro de contos *Notas infames na cidade*, que saiu em 2025, também pela Patuá, com histórias ambientadas na década de 1990, na periferia de São Paulo. Em suas páginas, sigo o rastro íntimo dos infames, ou sem fama, invisíveis habitantes da nota de rodapé da cidade. Não pretendo parar de escrever literatura e criei um pseudônimo: Ricardo da Paz, pegando emprestado o sobrenome de minha mãe. É uma maneira de distinguir o poeta e contista do geógrafo, professor e pesquisador. ●

DEPOIMENTO CONCEDIDO A  
LUIZ ANTÔNIO ARAUJO



Silva na estação de metrô do Tatuapé, em São Paulo, e em sessão de autógrafos do livro de contos que lançou em 2025

# Ascensão e queda

VERA LUCIA AMARAL FERLINI



## História econômica da cidade do Rio de Janeiro: Da fundação ao século XXI

André Arruda Villela  
FGV Editora  
340 páginas  
R\$ 52,00

A partir da criação, em 1929, da revista *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, na França, a história econômica ganhou importante espaço acadêmico. Nos anos 1970, outras abordagens marcaram o surgimento da nova história, e a quantificação impactou as análises demográficas e econômicas. No Brasil, a implantação dos cursos de pós-graduação a partir de 1971 deu impulso a esses estudos, sem descurar de visões de conjunto e questões político-sociais.

A publicação, em 1978, do livro de Eulália Lahmeyer Lobo, *História do Rio de Janeiro: Do capital comercial ao capital industrial e financeiro*, abriu perspectivas inovadoras na análise do período, entre 1763 e 1945, apoiado em tabelas, gráficos e ampla bibliografia. Trata-se de estudo minucioso e ousado, ao tomar e retrair a economia da cidade em dois séculos.

O recente *História econômica da cidade do Rio de Janeiro: Da fundação ao século XXI*, de André Arruda Villela, retoma o assunto, retrocedendo aos dois primeiros séculos da colonização e avançando no estudo após 1945. Especialista em história financeira do Império, com importantes publicações sobre o assunto, a exemplo do livro *The political economy of money and banking in Imperial Brazil, 1850-1870*, editado no Reino Unido pela Palgrave MacMillan, em 2020, ele é professor da Escola de Pós-graduação em Economia da Fundação Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro.

Ao longo de quatro capítulos, que cobrem mais de quatro séculos de história, a obra traz dezenas de gráficos, tabelas e figuras que dão base às análises. O livro apresenta ainda exaustivo arrolamento de fontes e bibliografia, além de dois importantes anexos sobre as alterações do território da cidade no período e sobre sua evolução populacional.

Essa ampliação oferece desafios de pesquisa para os 200 anos iniciais da história da cidade devido à escassez de dados numéricos e mesmo de relatos. Para suprir essas lacunas, o autor buscou fontes paralelas, como contratos de arrematação de dízimo e movimentos de alfândega. E, nesse ponto, destaca-se a relevância do livro, que vai além da reconstituição do período e aponta, em vários momentos, crítica de fontes, diálogo com a historiografia e opções metodológicas.

Como mostra a obra, a produção açucareira impulsionou no período colonial a economia da cidade, alimentada principalmente pelo comércio triangular entre Angola e a região platina, provedora de importante fluxo de prata. Mesmo a turbulência da reconfiguração do equilíbrio Atlântico e a concorrência antilhana tiveram curto impacto e logo o vigor da produção de açúcar foi retomado.

No século XVIII, a cidade beneficiou-se da descoberta das jazidas de ouro em Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Principal porto de escoamento do mineral e de entrada de manufaturados e escravizados, o Rio de Janeiro assumiu importância na economia da América portuguesa, de igual ou de maior importância que as capitanias do Nordeste e do Norte, culminando na instalação do vice-reino, em 1763.

Para traçar a dinâmica econômica carioca no período imperial, o autor faz uso de análises recentes, em importante exercício de rigor metodológico. Nesses 80 anos, a população local passou de 100 mil habitantes para cerca de 500 mil. O porto teve importância nevrálgica, com o aumento expressivo da produção cafeeira e o crescimento das importações. Capital financeira do Brasil, a cidade concentrava, por exemplo, bancos e bolsa de valores. A efervescência urbana era completada por comércio, teatros, restaurantes e cafés.

O período republicano como capital federal reforçou, até 1930, o perfil econômico da cidade. Entre 1945 e 1960, os indicadores mostram estabilidade financeira, mas sem crescimento do setor industrial e com aumento nos serviços, dando sinais de uma economia “que estava ficando para trás”.

Em 1960, a transferência da capital para Brasília e a criação do Estado da Guanabara acelerou o processo de esvaziamento do vigor econômico do Rio, acompanhando as turbulências político-institucionais do Brasil. O “milagre econômico”, a oferta de energia e a produção de bens de capital não incentivaram a economia do Rio de Janeiro. Frente à situação atual da cidade, o livro de Villela permite entender seu declínio econômico e pensar as possibilidades de sua retomada.

Vera Lucia Amaral Ferlini é professora do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP).

**PRESIDENTE**

Marco Antonio Zago

**VICE-PRESIDENTE**

Carmino Antonio de Souza

**CONSELHO SUPERIOR**

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

**CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO****DIRETOR-PRESIDENTE**

Carlos Frederico de Oliveira Graeff

**DIRETOR CIENTÍFICO**

Marcio de Castro Silva Filho

**DIRETOR ADMINISTRATIVO**

Fernando Menezes de Almeida

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

Luiz Roberto Giorgetti de Britto

**EDITOR-CHEFE**

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*), Yuri Vasconcelos (*Tecnologia*), Ana Paula Orlandi (*Humanidades*) e Christina Queiroz (*editora assistente*)**REPÓRTER** 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** Bernardo Mançano Fernandes, Cassiana Montagner, Eduardo Morettin, Emmanuel Dias-Neto, Gabriela Pellegrino Soares, Gustavo Romero, José Roberto Arruda, Riccardo Sturani, William Wolf**COLABORADORES** Ana Matsusaki, Beatriz Ortiz, Domingos Zapparoli, Fernanda Ravagnani, Gilberto Stam, Giselle Soares, Igor Zolnerkevic, João Montanaro, Luiz Antônio Araújo, Mariana Ceci, Mônica Manin, Suzel Tunes, Vera Lucia Amaral Ferlini**MARKETING E PUBLICIDADE** Paula Iliadis**CIRCULAÇÃO** Aparecida Fernandes (*Coordenadora de Assinaturas*)**OPERAÇÕES** Andressa Matias**SECRETÁRIA DA REDAÇÃO** Ingrid Teodoro**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO TIRAGEM** 24.450 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****FORMAÇÃO DOS MÉDICOS**

O problema central é a qualidade da formação dos médicos e as condições de trabalho (“Efeitos colaterais da expansão”, edição 361). Não precisamos de mais diplomas. Precisamos de formação médica rigorosa, com fiscalização efetiva e punição às instituições que graduam profissionais sem o preparo esperado. Também é indispensável enfrentar a precarização do trabalho médico. A expansão da pejo-tização, com empresas intermediando contratos com prefeituras e serviços de saúde, cria um sistema distorcido.

**Evelyn Bandeca**

No Brasil, muitos municípios estão desassistidos por médicos especialistas. A questão é que os médicos, em sua maioria, não querem trabalhar no interior do país. Os grandes centros acabam saturados.

**Gustavo André de Araújo Santos****ENFERMAGEM**

É tão problemática a questão da enfermagem, que afeta várias camadas (“Enfermagem sob pressão”, edição 360). A principal delas: a segurança do paciente. Os baixos salários fazem

com que muitos acumulem cargos e trabalhem exaustos. Um profissional sobrecarregado, exausto, compromete o cuidado tanto do paciente como dele mesmo. É um adoecimento geral.

**Tacyanne Melo****CERRADO E CARBONO**

Mais um motivo para a proteção integral das veredas e campos úmidos do Cerrado, mesmo daqueles localizados em propriedade privada (“Da terra para o ar”, edição 361).

**Luciana de Mendonça Galvão****VÍDEOS**

Amei o conteúdo (“O que é a virada cartográfica?”). Vou mostrar para meus alunos de topografia aqui na Unicamp.

**Claudia Vanessa Corrêa**

Coisa linda o vídeo “Língua kuikuro ganha dicionário feito em parceria com a comunidade”. É o conhecimento transpondo barreiras.

**Luciano Monteiro**

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

**ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO**

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

**PARA ANUNCIAR**

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

**EDIÇÕES ANTERIORES**

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

**LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO**

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

**CONTATOS**

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



PesquisaFapesp



pesquisa\_fapesp



@pesquisa\_fapesp



PesquisaFapesp



pesquisafapesp



cartas@fapesp.br

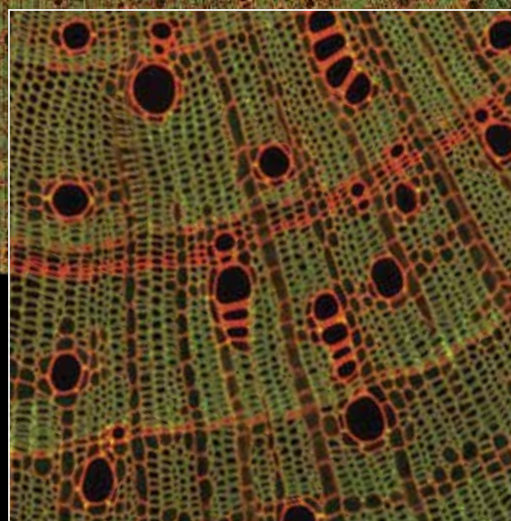
R. Joaquim Antunes, 727  
10º andar  
CEP 05415-012  
São Paulo, SP

Sua pesquisa rende fotos bonitas?  
Mande para [imagempesquisa@fapesp.br](mailto:imagempesquisa@fapesp.br)  
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.

## Cores do tempo

Em fatias de arbustos do Cerrado, o engenheiro florestal Tiago Gomes-Pinto experimentou maneiras de enxergar anéis de crescimento durante a graduação na Universidade de São Paulo (USP). Nessa parte subterrânea da planta *Jacaranda decurrens* – as partes aéreas são periodicamente eliminadas pelo fogo –, o método de coloração de Mäule permite enxergar ao microscópio de fluorescência, em verde, a lignina-S, que forma a parede celular das fibras. Em laranja aparece a lignina do tipo G, mais resistente e abundante no final de cada anel de crescimento. Partindo do princípio de que a cada ano se forma um anel, os pesquisadores estimam a idade de 27 anos para essa raiz pouco mais espessa que um dedo.

Imagem enviada pela jornalista **Beatriz Ortiz**, bolsista de jornalismo científico no projeto Biota Campos, com sede no Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA)



# EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES

24 ABR

das 10h às 11h30

EVENTO PRESENCIAL

A FAPESP convida para a segunda **Conferência FAPESP 2026** que contará com a participação do professor titular de Interdisciplinaridade da Universidade Federal da Bahia (UFBA)

## IVAN SIQUEIRA

Doutor e mestre em letras pela USP e licenciado em letras (português e inglês) pela Unesp-Assis.

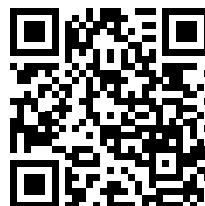
Foi professor da ECA-USP e da rede pública estadual de São Paulo, além de professor visitante na Kyoto University of Foreign Studies (Japão). Atuou como membro do Conselho Nacional de Educação e do Mercosul Educacional, sendo relator da BNCC Computação (CNE/CEB nº 02/2022).

Desenvolve pesquisas em educação básica, interdisciplinaridade, tecnologias digitais e inteligência artificial aplicada à educação, com formação complementar em instituições como Stanford, Oxford e MIT.



Foto: Eduardo Santos Maifra

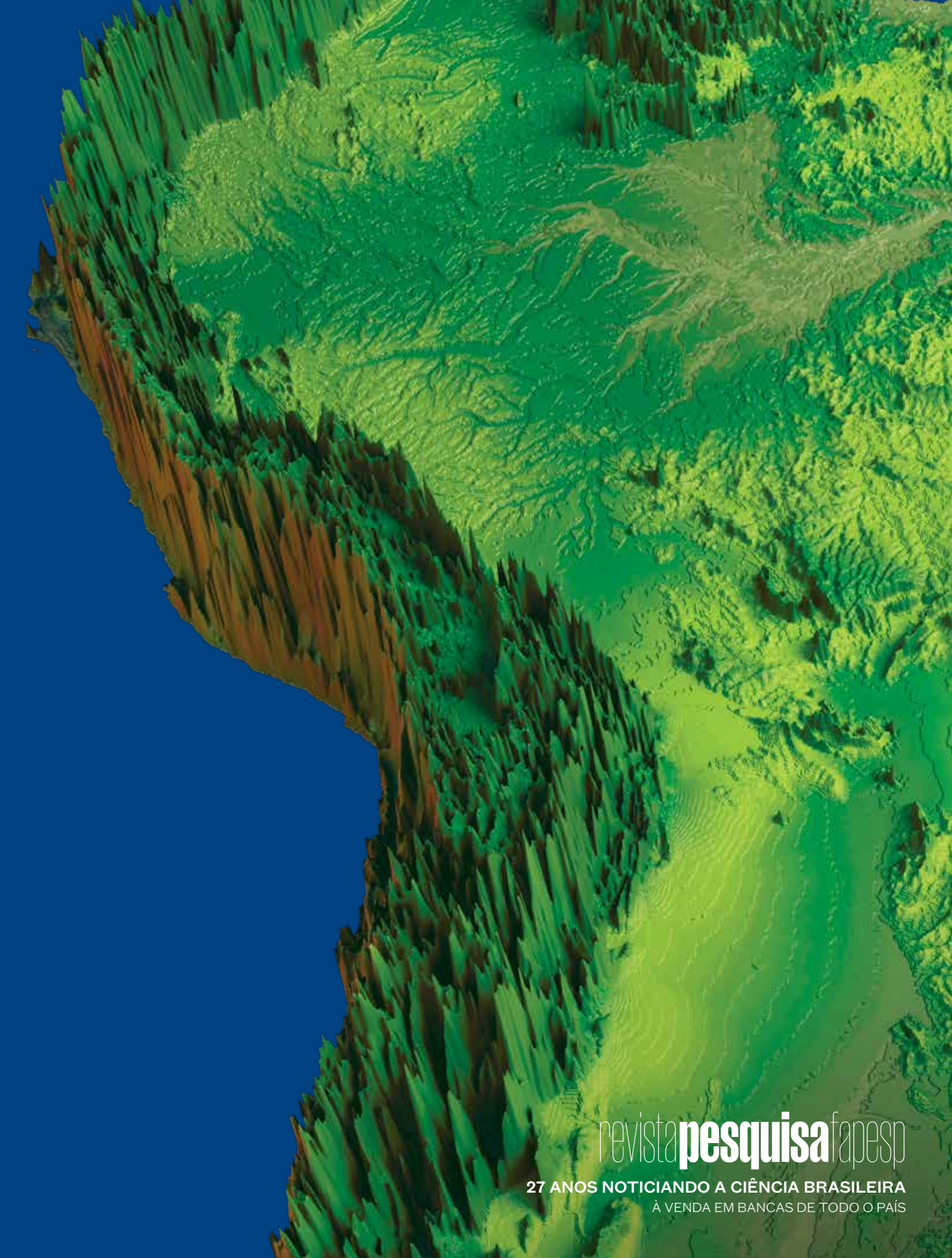
Para mais informações e inscrições, acesse:



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

APOIO:





revista **pesquisa** fapesp

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