

# Pesquisa

FAPESP ▲

JULHO DE 2024 | ANO 25, N. 341

## A CIÊNCIA DO BEM-ESTAR ANIMAL

Caminhos para reduzir o sofrimento dos bichos e tornar a pecuária e a pesquisa mais sustentáveis

Identificadas lesões típicas do Alzheimer no cérebro de macacos-prego

Quase nenhum município do país tem políticas para controlar ruídos

Cidades-esponja adotam estratégias para prevenir enchentes

Cientistas e estudantes brasileiros melhoram verbetes da Wikipédia

Vírus de neandertais circulam até hoje entre seres humanos

Manuscrito do século XVIII detalha a mineração de ouro no Brasil Colônia

# DEIXOU ESCAPAR? TEMOS SUGESTÕES

**Pesquisa**  
FAPESP ↙

SUGESTÕES DA REDAÇÃO

por Ana Paula Orlandi, editora de Humanidades



Nesse boletim, a cada mês um jornalista da nossa equipe dá dicas das reportagens de *Pesquisa FAPESP* de que mais gostou. Fique por dentro da ciência, tecnologia, humanidades e política científica.

**Pesquisa**  
FAPESP ↙

SUGESTÕES DA REDAÇÃO

por Claudia Warrak, editora de arte



**Pesquisa**  
FAPESP ↙

SUGESTÕES DA REDAÇÃO

por Sarah Schmidt, Repórter de Política C&T



INSCREVA-SE



# JULHO 2024

**5** CARTA DA EDITORA  
**6** NOTAS

CAPA

**12** Ciência do bem-estar animal busca tornar a pecuária e a pesquisa mais sustentáveis

**20** Especialistas tentam decifrar as emoções dos animais

ENTREVISTA

**22** A bióloga Eliza Freire ocupou espaços masculinos e ampliou o conhecimento sobre répteis do Nordeste

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

**28** Cientistas e estudantes brasileiros melhoram verbetes da Wikipédia

ÉTICA

**32** Lei cria um marco jurídico para pesquisas clínicas

BOAS PRÁTICAS

**34** Estudos sobre doença de Alzheimer têm evidências de má conduta

DADOS

**37** Efeitos da pandemia sobre a trajetória do IDH

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

**38** Chineses usam soluções baseadas na natureza para evitar devastação urbana por enchentes

**44** Aquecimento global e El Niño aumentaram a frequência e a intensidade da chuva que caiu no Sul

**46** Falta de manutenção e falhas de projeto impediram sistema de proteger Porto Alegre

NEUROLOGIA

**50** Identificadas lesões características do Alzheimer no cérebro de macacos-prego

SAÚDE MENTAL

**54** Mensagens via WhatsApp e visitas domiciliares ajudam idosos a se recuperar da depressão

BOTÂNICA

**58** Família de orquídeas se diversificou nos últimos 5 milhões de anos, especialmente nos trópicos

ECOLOGIA

**62** As medidas para reduzir mortes de morcegos em parques eólicos

ARQUEOGENÉTICA

**64** As mais antigas infecções virais humanas são identificadas em genomas de neandertais



Capa

Léo Ramos Chaves

Abelhas africanizadas na Unesp, *campus* de Botucatu (SP): busca por soro antiveneno (BIOTECNOLOGIA, P. 70)

**Pesquisa** 341  
FAPESP

O manuscrito *Brasilienses aurifodinae*, agora publicado, que pertence ao acervo da BBM-USP (LITERATURA, P. 84)



#### VÍDEOS

### O que são os supercomputadores?

Máquinas especiais, muito mais rápidas que as comuns, permitem investigar assuntos complexos, como clima



### Os custos financeiros e sociais da gravidez não planejada

Médico Luis Bahamondes, da Unicamp, defende a criação de políticas públicas de atendimento à saúde da mulher



#### PODCAST

### Empregos acessíveis

Como ampliar a inclusão de pessoas com deficiência no mundo do trabalho. E mais: visões sobre a ciência; avanço em geocronologia; aproveitamento de resíduos

Este conteúdo está disponível 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

#### PALEONTOLOGIA

**66** Biomecânica ajuda a entender como titanossauro do Ceará mantinha o equilíbrio

#### GEOLOGIA

**68** Sinais em rochas revelam rios que desciam de montanhas do Nordeste há 450 milhões de anos

#### BIOTECNOLOGIA

**70** Pesquisadores desenvolvem soro contra a picada de abelhas africanizadas

#### QUÍMICA

**74** Pellet de hidrogel é opção para purificar o biocombustível

#### URBANISMO

**76** Mapas de ruído ainda são incipientes nas cidades brasileiras

#### PSICOLOGIA

**80** Carolina Bori teve voz proeminente na ciência brasileira

#### LITERATURA

**84** Manuscrito do século XVIII sobre o ciclo do ouro é publicado em edição bilíngue

#### OBITUÁRIO

**88** Maria da Conceição Tavares (1930-2024)

#### MEMÓRIA

**90** Até o início do século XX, a transfusão de sangue dependia essencialmente da sorte

#### ITINERÁRIOS DE PESQUISA

**94** A veterinária Nathalia Juocys abraçou a medicina humana em sua carreira acadêmica

#### RESENHA

**96** *Os ricos e os pobres: O Brasil e a desigualdade*, de Marcelo Medeiros. Por Celia Lessa Kerstenetzky

#### 97 COMENTÁRIOS

#### 98 FOTOLAB

A rotina do fotógrafo Léo Ramos Chaves pode incluir roupa adequada para aproximar-se das abelhas africanizadas e deitar ao lado de porcos. As fotos que resultaram desses dois trabalhos ilustram reportagens desta edição



## Além dos seres humanos

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

O tratamento que dispensamos aos animais não humanos, para finalidades de pesquisa e de produção e consumo, vem passando por mudanças graduais. Diferentes áreas da ciência têm aumentado nossa compreensão sobre cognição e dor em bichos, fazendo com que seja cada vez menos aceito o uso de animais em pesquisas. Sua criação para a obtenção de alimentos também tem sido crescentemente questionada. Além das preocupações éticas, há inquietações com impactos, como a pegada de carbono, e amplia-se a oferta de alimentos substitutos, de origem vegetal.

O conhecimento que vem sendo produzido sobre esse tema integra um campo de estudos denominado ciência do bem-estar animal. Foi impulsionado pelo reconhecimento, nos anos 1960, da crueldade na criação de animais de corte. Nos anos 1980, foi instituída na Universidade de Cambridge, no Reino Unido, a primeira disciplina acadêmica dessa área e na década seguinte surgiram revistas científicas dedicadas a essas questões.

Esse campo de estudos relativamente recente é incentivado pela pressão de cidadãos e consumidores, muitas vezes embasando legislações nacionais de proteção e cuidados. Mas também envolve grandes interesses econômicos, como o aumento da produtividade e da sustentabilidade dessa indústria. Esses interesses tornam mais complexas as questões éticas que se colocam nas pesquisas. A reportagem de capa desta edição (*página 12*) apresenta aspectos dessa discussão multifacetada no país e do conhecimento científico que alimenta o debate.

A complexidade científica e ética em torno do uso de animais como modelo para o estudo de doenças é objeto de outra reportagem (*página 50*).

Pesquisadores identificaram em macacos-prego idosos, que morreram naturalmente, lesões típicas de Alzheimer. Considerados um dos mais inteligentes das Américas, esses pequenos primatas podem ajudar nos estudos da evolução da doença e na busca por tratamentos da que é a forma mais frequente de demência em humanos. Nossa colaboradora Giselle Soares conta como pesquisadores dessa área frequentemente dependem, em suas investigações sobre o Alzheimer, de modelos nem sempre ideais, desde a cultura de células em laboratório, passando por vermes, moscas-das-frutas e roedores.

Esta edição traz dois perfis de pesquisadoras proeminentes que marcaram a ciência no Brasil. A economista Maria da Conceição Tavares, morta em 8 de junho aos 94 anos, foi original e instigante em sua produção intelectual e na sua persona pública (*página 88*). A também economista Maria Sílvia Possas escreveu, em artigo biográfico na revista *Estudos Avançados*, publicado em 2001, que Tavares “tornou-se célebre não só pelo vigor de seu pensamento, mas também pela paixão com que defendia seus pontos de vista”.

Seis anos mais velha, a psicóloga Carolina Bori, que teria completado 100 anos em janeiro, em 1987 se tornou a primeira mulher a presidir a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – quase 40 anos após sua fundação, em 1948. Atuante na comunidade científica, criou uma comissão que preparou a “Proposta da SBPC para a Constituinte”. Dela resultou o artigo 218 sobre ciência e tecnologia na Constituição de 1988, o primeiro em uma Carta Magna brasileira. Foi figura central na institucionalização do ensino e dos estudos de psicologia no país (*página 84*).



## Depois do fogo, menos tatu e mais onça no Pantanal

Em 2020, grandes incêndios destruíram mais de 17 mil quilômetros quadrados da vegetação nativa do Pantanal. Morreram, estima-se, 17 milhões de vertebrados. Pesquisadores da Universidade de Oxford e do World Wildlife Fund (WWF), ambos do Reino Unido, da Panthera Cooperation, dos Estados Unidos, e do Instituto Homem Pantaneiro instalaram armadilhas fotográficas na serra do Amolar, entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, em dezembro de 2020 (antes do fogo) e fevereiro de 2022, comparando com os dados obtidos em dezembro de 2019, para calcular os efeitos do fogo sobre a população de oito espécies de animais. O maior impacto foi sobre o tatu-canastra (*Priodontes maximus*), cuja área ocupada sofreu uma

redução de 82,4%, com poucos indícios de que sua população possa se recuperar. A probabilidade de encontrar quatro herbívoros – anta (*Tapirus terrestris*), veado-mateiro (*Mazama americana*), queixada (*Dicotyles tajacu*) e cutia (*Dasyprocta azarae*) – caiu até 27,5%. Entre os carnívoros, a área ocupada por jagatiricas (*Leopardus pardalis*) caiu pouco, foi mantida pelo puma (*Puma concolor*) e dobrou para a onça-pintada (*Panthera onca*). Como foram raras as capturas do mesmo animal em anos diferentes, a conclusão foi que a migração proveniente de outras áreas amenizou o impacto nos felinos, o que reforça a importância da preservação de áreas de refúgio para essas espécies (*Global Change Biology*, 24 de abril).

Onças-pintadas disputam espaço na Estação Ecológica de Taiamã, em Cáceres (MT)

## Milhares de espécies de plantas vivem sobre rochas

Uma equipe coordenada pela botânica Luísa Azevedo, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), encontrou 4.498 espécies de plantas que vivem em 151 áreas do leste brasileiro – do Rio Grande do Sul ao Ceará – com rochas expostas, os chamados afloramentos rochosos. Os pesquisadores criaram uma classificação com seis grupos de plantas que vivem sobre rochas: dois tipos de inselbergues (morros rochosos isolados), um na Mata Atlântica e outro na Caatinga; dois de campos rupestres, os quartzíticos e os ferruginosos; campos de altitude; e afloramentos de calcário. As rochas expostas abrigam conjuntos distintos de plantas: 69% das espécies vivem apenas em um tipo de ambiente. A sempre-viva *Paepalanthus nigrescens*, que produz esferas de flores brancas, cresce nos campos rupestres quartzíticos, enquanto a orquídea *Cattleya caulescens*, cuja flor varia do rosa-pálido ao lilás-magenta, prefere os campos rupestres ferruginosos. “Os afloramentos rochosos precisam ser vistos como ecossistemas distintos a serem protegidos com urgência, mas nossa atual rede de unidades de conservação não protege a heterogeneidade de plantas em afloramentos rochosos”, enfatiza Azevedo (*Pesquisa FAPESP* n<sup>os</sup> 218 e 259; *Journal of Systematics and Evolution*, fevereiro).

2



Inselbergue da Caatinga: espécies únicas e pouca proteção

## Acordo para reduzir poluição de navios

A Agência Nacional de Pesquisa da Austrália (Csiro) e a Autoridade Marítima e Portuária (MPA) de Singapura fizeram um acordo para acelerar a redução das emissões de gás carbônico pelo setor marítimo de ambos os países. Denominada Iniciativa Austrália-Singapura sobre Tecnologias de Baixas Emissões, a parceria prevê investimentos de US\$ 20 milhões para pesquisa e implementação de tecnologias, combustíveis e fontes de energia com emissões nulas ou quase nulas de gases de efeito estufa para utilização no transporte marítimo e nas operações portuárias. O acordo reforça formalmente a colaboração para apoiar os resultados do Corredor de Navegação Verde e Digital de Singapura e Austrália, que ajudará a descarbonizar as rotas marítimas entre os dois países. “Precisamos nos concentrar na transição para combustíveis de baixas emissões, como o amoníaco e o hidrogênio, desenvolvendo tecnologia e infraestrutura acessíveis em portos que recebam vários tipos de navios”, comentou Doug Hilton, presidente-executivo da Csiro, em um comunicado da agência. A MPA é o órgão responsável pelo desenvolvimento e crescimento global do domínio marítimo e do porto de Singapura, um dos mais movimentados do mundo (*newsletter* da Csiro, 17 de abril).

FOTOS: 1 QUEUCER/WIKIMÉDIA 2 DANIELA ZAPPI 3 CSIRO



Cargueiro entre Austrália e Singapura, um dos trechos de transporte marítimo mais movimentados do mundo

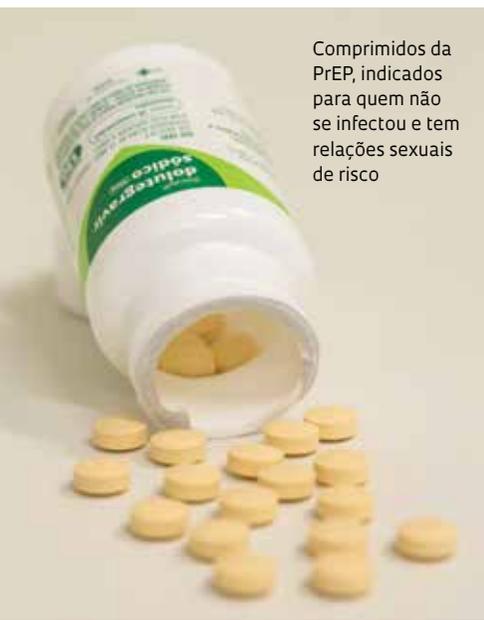
3

## Países africanos reivindicam parcerias mais equitativas

Cientistas de centros de pesquisa da África do Sul, Nigéria, Malawi, Uganda, Namíbia, Tunísia e Gana lançaram um manifesto defendendo parcerias científicas mais equitativas – “baseadas no respeito mútuo e em objetivos compartilhados” – na pesquisa sobre o microbioma, conjunto de genes de bactérias, vírus e fungos que vivem no organismo humano. O documento observa que os poucos estudos sobre microbiomas africanos são normalmente realizados sem a participação de cientistas africanos. Por essa razão, reivindicam-se esforços de investigação justos e colaborativos para explorar os microbiomas de populações e ambientes africanos. O documento apresenta propostas para orientar práticas de pesquisa equitativas, como considerações éticas, envolvimento comunitário e governamental, colaboração multidisciplinar, métodos padronizados para coletar e analisar amostras, incentivo a lideranças científicas locais e aplicação dos resultados para resolver problemas de saúde pública (*Nature Medicine*, 23 de maio; *EurekAlert!*, 24 de maio).

## Medicamento anti-Aids ainda é mal distribuído

Comprimidos da PrEP, indicados para quem não se infectou e tem relações sexuais de risco



Desde o início de 2018, quando começou a ser distribuída no sistema público de saúde brasileiro, até 2022, a Profilaxia Pré-Exposição Sexual (PrEP) – uma pílula de uso diário para prevenir a transmissão do HIV, causador da Aids – foi adotada por 124.796 pessoas. Houve, porém, disparidades regionais, influenciadas por fatores socioeconômicos, de acordo com o estudo de um grupo da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Com base em dados do Ministério da Saúde (MS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e Conselho Federal de Medicina (CFM), essa análise indicou que, em cinco anos, o uso de PrEP se concentrou em cidades com maior densidade populacional, com mais médicos e unidades de saúde, principalmente nos estados de Minas Gerais (112,8 usuários dessa forma de tratamento para cada grupo de 100 mil habitantes), São Paulo (104,1) e

Santa Catarina (87,7). As mais baixas proporções de usuários foram registradas no Distrito Federal (4,1), Maranhão (11,6) e Alagoas (12,9). As 667 unidades de saúde aptas a fornecer a medicação se distribuíam em apenas 414 municípios (7,4% do total): o estado de São Paulo tinha 163 unidades e o do Rio de Janeiro 161; inversamente, Alagoas e Tocantins tinham apenas duas, Acre e Amapá, quatro, Distrito Federal e Paraíba, cinco. “O Brasil é um dos 10 países com o maior número de usuários de PrEP no mundo, mas enfrentamos desafios significativos relacionados à desinformação e ao estigma, que limitam o acesso a essa estratégia de prevenção contra o HIV”, comenta o médico Paulo Martins-Filho, coordenador do grupo de pesquisa. “É fundamental abordar esses desafios para expandir o acesso a PrEP e maximizar seu potencial preventivo” (*Pesquisa FAPESP* n° 267; *International Journal of STD & AIDS*, 8 de maio).

## No Alasca, rios de água amarela e ácida

A cor da água de dezenas de rios de localidades remotas do Alasca, que era azul cristalino, tornou-se laranja turvo. Uma equipe do Serviço Nacional de Parques (SNP), do Serviço Geológico e da Universidade da Califórnia em Davis (UCD), nos Estados Unidos, encontrou 75 rios de reservas federais, acessíveis apenas por helicóptero, em que esse fenômeno está ocorrendo. Pode ser o resultado de minerais do permafrost, a camada de solo congelada, liberados com o degelo. “Alguns lugares parecem quase um suco de laranja com leite”, observou Jon O'Donnell, do SNP, em um comunicado da UCD. Para Brett Poulin, da UCD, a coloração lembrou a água da drenagem ácida de minas, embora não existam minas próximas a esses rios. Algumas amostras da água apresentaram um pH ácido e altos teores de ferro, zinco, níquel, cobre e cádmio. A acidificação pode tornar a água corrosiva, reduzir a pesca e impedir a migração de peixes para áreas de desova (*Nature Communications: Earth and Environment*; newsletter da UCD, 20 de maio).

A cor incomum decorre de minerais do solo, liberados com o degelo



## Um exame de sangue sem agulhas

Nos Estados Unidos, as mulheres já podem avaliar o nível de açúcar na circulação sem agulha para retirar sangue. Em janeiro, a Food and Drug Administration (FDA), agência responsável pelo controle de alimentos e medicamentos, autorizou a comercialização do teste Q-Pad, kit de absorventes que coleta sangue menstrual e o armazena em uma pequena fita, enviada por correio para análise. O resultado chega em 5 a 10 dias. Idealizado pela médica Sara Naseri durante a graduação na Universidade Stanford, o teste é produzido pela empresa Qvin, da qual é cofundadora. Nos testes que permitiram sua aprovação, o sangue venoso e o menstrual apresentavam níveis semelhantes de alguns biomarcadores e de hemoglobina glicada, um indicador de diabetes (*Journal of Clinical and Laboratory Medicine*, 2019; *BMJ Sexual and Reproductive Health*, 2022; *ScienceNews*, 16 de abril).

Jovens passeiam em viaduto no centro da cidade de São Paulo



3

## A química do cheiro dos adolescentes

Por que há uma mudança no odor na passagem da infância para a adolescência? Há uma explicação química, de acordo com estudo coordenado pela química Helene Loos, da Universidade Friedrich-Alexander, na Alemanha. O grupo detectou semelhanças e diferenças ao comparar adolescentes (14-18 anos) e crianças pequenas (0-3 anos). Depois da puberdade, surgem dois hormônios – androstenona e androstenol – ligados ao vulgo cc ou cheiro de corpo, expressão que denota um odor forte e desagradável. Adolescentes também se distinguem por ter mais ácido dodecanoico, cujo odor é descrito como de cera ou sabão; alfa-isometiliona, com aroma de violeta; ácido

4-etiloctanoico, um aroma nauseante, associado a bodes; e álcool de patchuli, que há algumas décadas fazia sucesso como perfume. Bebês e crianças pequenas, por outro lado, têm mais vanilina, que confere aroma de baunilha. Estudos anteriores indicam que as mães conseguem distinguir o aroma de seu próprio bebê, mas não o cheiro exalado por seu adolescente, que pode ser aversivo. A diferença pode estar relacionada com a necessidade de cuidado nos primeiros anos, em contraste com a importância de abrir espaço para a independência depois da puberdade (*American Council of Science and Health*, 13 de maio; *Communications Chemistry*, 21 de março).



## Berçário de marsupiais

Um marsupial com o tamanho similar ao de um saruê ou gambá-de-orelha-branca (*Didelphis aurita*) viveu há cerca de 55 milhões de anos na região do atual município de Itaboraí, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A partir da análise de dentes e arcadas dentárias, pesquisadores das universidades federais de Pernambuco (UFPE), Goiás (UFG) e Uberlândia (UFU) descreveram um gênero e uma espécie novos de metatério, grupo que inclui os marsupiais, e ganhou o nome de *Xenocynus crypticus* (o *crypticus*, escondido, em latim, deve-se ao fato de as partes do crânio terem sido deixadas nos anos 1960 no Museu de Ciências da Terra, no Rio, e reencontradas em 2017). Considerado de grande

porte em comparação a outros metatérios, o animal deveria pesar cerca de 1,5 quilograma. Alimentava-se de invertebrados e pequenos vertebrados, de forma similar a outro marsupial encontrado ainda hoje no Brasil, a cuíca-de-cauda-grossa (*Lutreolina crassicaudata*). A bacia sedimentar de Itaboraí abrigou a mais diversa fauna de metatérios fósseis conhecida no mundo – ali já foram encontradas 43 espécies de metatérios. “Há 55 milhões de anos, a bacia de Itaboraí era uma floresta tropical, similar à Amazônia de hoje”, comenta Leonardo Carneiro, da UFPE, principal autor do estudo (*Journal of South American Earth Sciences*, julho).

Ilustração de *Xenocynus crypticus*, similar ao atual saruê



## A própria pele, uma fonte das infecções hospitalares

Nem sempre as infecções hospitalares são causadas por microrganismos adquiridos de outros pacientes ou da equipe médica após a entrada no centro de saúde. Em boa parte das vezes, as bactérias podem ser levadas para o hospital pelo próprio doente, em sua pele. Para investigar a origem dos microrganismos responsáveis por infecções no local da operação – problema que ocorre em cerca de 3% dos procedimentos cirúrgicos nos Estados Unidos –, o anestesista Dustin Long e sua equipe da Universidade de Washington, em Seattle, coletaram amostras de bactérias das narinas, das costas e do reto de 204 pessoas que passaram por cirurgia de coluna. O material foi obtido logo antes dos procedimentos de assepsia da pele e da utilização de antibióticos profiláticos. Dos 204 pacientes operados, 14 desenvolveram infecção no local da cirurgia. Na maioria das vezes (86%), as bactérias isoladas eram geneticamente muito semelhantes às do microbioma do indivíduo antes da cirurgia. Em 59% dos casos, as bactérias eram resistentes aos antibióticos utilizados de modo profilático durante a operação. Não houve evidências de infecção causada por microrganismos do ambiente hospitalar. Para os pesquisadores, se forem confirmados por outros estudos, esses resultados podem levar a mudanças nas estratégias de prevenção, como a escolha de antibióticos mais adequados para cada paciente (*Science Translational Medicine*, 10 de abril).

## Marte, mais parecido com a Terra

Identificadas por um dos aparelhos do rover (veículo robótico de exploração espacial) Curiosity, rochas sedimentares ricas em óxido de manganês sugerem que Marte pode ter tido uma atmosfera rica em oxigênio e, no início de sua história, ser mais parecido com a Terra e mais propício à vida do que se pensava. É uma descoberta intrigante porque as formas conhecidas de óxido de manganês implicam abundância de oxigênio ou vida microbiana – e nem uma coisa nem outra já foi detectada no Planeta Vermelho. Abundante nas rochas e nos oceanos da Terra antes do surgimento das primeiras formas de vida, há cerca de 4 bilhões de anos, o óxido de manganês, ao ser digerido por microrganismos, favoreceu o acúmulo de oxigênio, indispensável para a maior parte dos seres vivos. “Não esperávamos encontrar óxido de manganês em concentrações tão elevadas”, disse Patrick Gasda, do Laboratório Nacional de Los Alamos (LANL), Estados Unidos, em um comunicado do próprio laboratório. A equipe de Gasda cogita que as rochas podem ter sido despejadas na região quando a água de um rio extinto desacelerou ao entrar na cratera Gale, um antigo leito de lago de 154 quilômetros de largura; seria um processo semelhante ao das rochas ricas em óxido de manganês encontradas nas margens de lagos rasos da Terra. Outra possibilidade é que o óxido de manganês tenha se formado a partir de elementos químicos como o cloro e o bromo, abundantes no início da formação de Marte, que poderiam converter o manganês dissolvido na água em minerais de óxido de manganês (LANL e *Journal of Geophysical Research Planets*, 1º de maio; *LiveScience*, 6 de maio).

## O olhar expressivo não só dos cães

Os olhos de cachorrinho pidão que nos levam a fazer qualquer coisa para agradar o companheiro de quatro patas não são exclusividade da espécie *Canis familiaris*. A anatomista Heather Smith, da Universidade Midwestern, nos Estados Unidos, dissecou os músculos em torno dos olhos – responsáveis pelo movimento das sobrancelhas e das orelhas e por mudanças no formato dos olhos – de mabecos (*Lycaon pictus*), canídeos das savanas africanas. A musculatura facial desses cães selvagens é tão complexa quanto a dos cães domésticos e permitiria a expressão de olhos de cachorrinho, governada por dois

músculos específicos. Comparações anteriores com lobos, mais aparentados aos cães, tinham revelado diferenças marcantes, levando à hipótese de que a expressão manipuladora teria evoluído no contexto da interação com humanos. Não é o caso dos mabecos. Os pesquisadores agora inferem ser possível que a diversidade de expressões faciais seja importante para a comunicação visual durante as caçadas. Lobos vivem em ambientes florestais, onde é mais difícil enxergar uns aos outros durante a ação (*Smithsonian Magazine*, 28 de maio; *The Anatomical Record*, 10 de abril).

Mabeco: comunicação visual poderia ser importante nas caçadas





3

## Índia, 52°C

As temperaturas estão subindo e as ondas de calor se prolongando e se intensificando na Índia, em consequência das mudanças climáticas. Em 29 de maio, a capital, Nova Délhi, chegou a 52,9 graus Celsius (°C), embora o Departamento Meteorológico da Índia (IMD) ainda esteja verificando se o sensor que fez esse registro estava funcionando adequadamente. De todo modo, é o terceiro ano consecutivo em que o país foi atingido por uma onda de calor extremo em abril e maio. "Há fortes evidências de nossa pesquisa de que as ondas de calor devem começar mais cedo e se estender por mais tempo", disse à *Nature* Krishna AchutaRao, do Instituto Indiano de Tecnolo-

gia de Nova Délhi. As temperaturas dos últimos três anos também são mais altas do que as tendências históricas. Segundo análise da iniciativa World Weather Attribution (WWA) publicada em maio, as alterações climáticas aumentam em 45 vezes a probabilidade de as temperaturas extremas voltarem a se repetir, com riscos para a saúde da população. Com base em dados da temperatura de 10 cidades da Índia de 2008 a 2019, um estudo do Instituto Karolinska, da Suécia, concluiu que, em comparação com dias na média térmica, a mortalidade poderia aumentar 14,7% com dois dias seguidos de calor intenso (*Nature* e NDTV, 29 de maio; *Environment International*, fevereiro).

Crianças correm atrás de um caminhão borrifando água em uma rua de Nova Délhi em 28 de maio de 2024

## Egito recupera estátua roubada de 3.400 anos

Está agora no Museu do Cairo, em restauração, o fragmento de uma estátua de 3.400 anos que representa a cabeça do rei Ramsés II (1303 a.C.-1213 a.C.), o terceiro faraó da 19ª dinastia do Egito, que governou de 1279 a 1213 a.C. A estátua pertence a um grupo de esculturas em que o rei está sentado ao lado de divindades egípcias antigas. Roubada do templo de Ramsés II, na antiga cidade de Abidos, no sul do Egito, entre o final dos anos 1980 e início dos 1990, a peça foi colocada à venda em Londres em 2013 e esteve em vários países antes de ser confiscada em Genebra, na Suíça, e devolvida ao seu país de origem. A Suíça e o Egito fazem parte da Convenção da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) de 1970 sobre as Medidas para Proibir e Impedir a Importação, Exportação e Transferência de Propriedades Ilícitas de Bens Culturais, reforçada em 2011 com a entrada em vigor de um acordo bilateral sobre a importação e o repatriamento de bens culturais (*Reuters*, 21 de abril; *Swissinfo*, 4 de julho de 2023 e 22 de abril de 2024).



Cabeça do faraó Ramsés II, agora no Museu do Cairo

4

**CAPA**

**CUIDADO  
E EMPATIA  
COM OS  
ANIMAIS**



## Pesquisadores de várias disciplinas investigam meios de reduzir a dor e dar qualidade de vida a espécies usadas ou consumidas pelos homens

Monica Manir

O tratamento escrupuloso dos animais, uma preocupação em geral associada a organizações não governamentais (ONG) e a donos (ou tutores) de pets, ganha cada vez mais espaço na agenda de pesquisadores. Cientistas de diferentes áreas envolvem-se na tarefa de produzir conhecimento para reduzir o estresse e dar qualidade de vida aos animais, notadamente aqueles utilizados ou consumidos pelos seres humanos. Dessa mobilização, surgiu um campo interdisciplinar: a ciência do bem-estar animal. Ele integra veterinários, biólogos, psicólogos, especialistas em bioética, entre outros profissionais, em pesquisas que avaliam, para citar alguns exemplos, quais são as condições mais apropriadas para criar e transportar bois e porcos ou para manter ratos ou coelhos utilizados em experimentação científica. Também há estudos que ampliam a compreensão sobre a dor e a cognição dos bichos, essenciais para mensurar níveis de sofrimento, e os que analisam, do ponto de vista ético, as relações entre seres humanos e animais.

O ponto de partida desse campo remonta aos anos 1960, no ativismo contra a crueldade na pecuária do Reino Unido (*ver box*) e na convocação de pesquisadores para ajudar a enfrentar o problema. Na academia, um grande marco, em meados da década de 1980, foi a indicação do biólogo Donald Broom, hoje com 81 anos, para criar e ministrar a primeira disciplina de bem-estar animal em uma instituição acadêmica, a Universidade de Cambridge, no Reino Unido. O principal fundamento é a ideia de que animais são seres sencientes, ou seja, possuem a capacidade de experimentar sensações e sentimentos básicos,

como frio e calor ou dor e medo, e distinguir as agradáveis das desagradáveis. Quando são retirados de seu habitat natural para domesticação ou exploração comercial, é responsabilidade dos seres humanos zelar por seu bem-estar, o que inclui, de acordo com os cânones dessa área do conhecimento, três preocupações éticas: que eles possam desenvolver suas capacidades de forma análoga à da vida natural, não sintam dor ou medo e possam sentir prazer e recebam cuidados de forma a ter boa saúde.

Um novo impulso veio na década de 1990, com o lançamento de revistas científicas especializadas, como *Animal Welfare* ou *Journal of Applied Animal Welfare Science*. Um vislumbre nas edições mais recentes desses dois periódicos dá a medida de como o campo se aprimorou. Há artigos de pesquisadores de todos os lugares do planeta, como Vietnã, Turquia, Brasil, Austrália, México, Reino Unido e Nigéria. Os temas abrangem tópicos como o bem-estar de civetas, um mamífero asiático, criadas em cativeiro em plantações de café da Indonésia – os grãos digeridos e defecados por esses mamíferos produzem um café que custa US\$ 2 mil o quilograma (kg) –, protocolos para a criação de tartarugas-marinhas para fins de pesquisa ou as razões pelas quais alguns tutores de pets do Reino Unido deixam de procurar assistência veterinária, mesmo com a oferta de tratamento gratuito. “Hoje, as publicações sobre o tema chegam a milhares anualmente, as conferências envolvem centenas de pesquisadores e apresentações não são incomuns nas reuniões sobre agricultura, ecologia, cognição e até mesmo sobre emoções humanas”, observou a bióloga comportamental Georgia Mason, diretora do Centro Campbell de

Estudos de Bem-Estar Animal da Universidade de Guelph, no Canadá, em um artigo divulgado há seis meses na revista *BMC Biology*.

**O** esforço de pesquisadores em evitar que os animais sejam tratados com crueldade responde à pressão de cidadãos e consumidores e a exigências de legislações nacionais, mas a maioria das pesquisas também mira interesses como o aumento da produtividade e da sustentabilidade na produção de carnes. Um tema frequente em países como Brasil, Uruguai e Argentina, grandes exportadores de carne, são as falhas na produção, no embarque, transporte e manejo no frigorífico – além do sofrimento, elas comprometem a competitividade da pecuária. Um estudo publicado em 2021 pelo zootecnista Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa, pesquisador da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Jaboticabal, definiu parâmetros para a quantidade de porcos alocados em caminhões, quando são transportados para abatedouros.

A conclusão do trabalho é de que densidades de carga inferiores a 235 kg por metro quadrado (m<sup>2</sup>) permitem que os leitões tenham espaço suficiente para viajar com mais conforto nos caminhões e chegar menos cansados e machucados ao abatedouro. Essa densidade equivale a pouco mais de dois porcos por metro quadrado – o peso de um suíno na época do abate fica em torno dos 100 kg. “No Brasil, estima-se que mais de 10 milhões de quilos de carne sejam descartados anualmente por causa dos hematomas nas carcaças em virtude de quedas, pancadas e es-



Civeta criada em cativeiro na Tailândia: estudos sobre bem-estar do mamífero que digere e defeca grãos de café de alto valor

## O GATILHO CONTRA A CRUELDADE

Livro da década de 1960 denunciou currais superlotados no Reino Unido

Em 1964, a ativista inglesa Ruth Harrison abriu a caixa de Pandora da crueldade na produção animal ao publicar *Animal machines*. No livro, de 186 páginas e sem tradução no Brasil, ela denunciava o imenso contraste entre fazendas idílicas com seus celeiros cobertos de líquens e vaquinhas chamadas pelo nome e os “desajeitados” galpões que, àquela altura, já aplicavam antibióticos e hormônios nos animais e os confinavam em currais superlotados para transformá-los em mercadorias. O livro teve um forte impacto. Em junho do mesmo ano, o governo do Reino Unido convocou

o professor de zoologia Francis William Rogers Brambell, da Universidade de Bangor, para liderar uma equipe de investigadores e dar uma resposta técnica à questão. Afinal, o livro era um exagero ou o sistema intensivo estava realmente causando sofrimento aos animais?

Em dezembro de 1965, o grupo, chamado tempos depois de Comitê Brambell, divulgou um relatório de 85 páginas no qual reconhecia que os animais poderiam experimentar dor física e sentimentos como medo, raiva, apreensão, frustração e prazer. Também destacou a importância da

independência de movimento do animal, definida em cinco “liberdades”: virar-se, limpar-se, levantar-se, deitar-se e esticar os membros. Ante a falta de pesquisas a respeito, o comitê propôs que cientistas voltassem seus estudos ao tema do bem-estar a fim de definir o termo com maior precisão e desenvolvessem índices e parâmetros para que as condições em que vivem os animais, especialmente aqueles criados com fins alimentares, pudessem ser mais bem avaliadas e mensuradas. Estava aberta a porteira da ciência do bem-estar animal.

corregões do animal, que poderiam ser evitados com um manejo mais cuidadoso”, afirma Paranhos da Costa. O estudo avaliou as condições de quase 2 mil suínos transportados. Os índices de lesão foram bem mais altos quando a densidade de porcos era de 270 kg/m<sup>2</sup> na comparação com densidades de 240 e 200 kg/m<sup>2</sup>.

O engenheiro-agrônomo Alex Maia, também da Unesp em Jaboticabal, atualmente pesquisador visitante da Universidade de Idaho, nos Estados Unidos, estuda o papel do conforto térmico para a melhoria na qualidade de vida de bovinos. Por ano, o Brasil engorda em confinamentos aproximadamente 7 milhões de bovinos de corte em currais sem nenhum anteparo contra intempéries do ambiente, expondo-os à radiação solar (ver Pesquisa FAPESP n° 340), principalmente ultravioleta. “É um ambiente muito desconfortável para os animais, incômodo para os produtores e desafiador para a indústria, pois atualmente a sociedade tem um olhar crítico sobre esses sistemas que buscam altos lucros em detrimento da qualidade de vida dos animais.” Em parceria com o Centro de Inovação Campanelli, do grupo Agropastoril Paschoal Campanelli, localizado na fazenda Santa Rosa, em Altair, a 419 quilômetros de São Paulo, Maia desenvolve o conceito *smart shade*: um curral em formato retangular, com estrutura metálica com cabos de aço suspensos fixando telhas, que oferece uma projeção de sombra de 20% da área total durante qualquer horário do dia, permitindo que 100% do rebanho se proteja contra a radiação solar direta.

Foram realizados experimentos com mais de 6 mil bovinos de corte, a maioria da raça nelore, que tinham a liberdade de escolher entre ficarem expostos ao Sol ou se protegerem na projeção

da sombra. Parte desses resultados foi publicada em 2023 na *Frontiers in Veterinary Science*. Em média, os bovinos em currais sombreados tiveram de 5 kg a 10 kg a mais no peso da carcaça, a depender da raça, quando comparados ao gado manejado em currais sem sombreamento. Do ponto de vista ambiental, um resultado que chamou a atenção foi o consumo de água. Em média, os animais dos currais *smart shade* reduziram a ingestão em torno de 10 litros de água por dia em relação aos bovinos que não desfrutaram do sombreamento. Com base em seus dados de pesquisa, Maia está desenvolvendo nos Estados Unidos modelos de inteligência artificial capazes de prever o consumo de matéria seca e de água, além do ganho de peso, em razão da exposição do rebanho à radiação solar.

**A** agenda dos cientistas pode parecer convergente com a das entidades de proteção, mas seus objetivos são diferentes. Do ponto de vista das ONG, praticamente todo tipo de uso de animais é eticamente reprovável, enquanto os pesquisadores se concentram em dar a eles um tratamento digno e indolor, tentando reduzir, quando possível, seu uso, como no caso da experimentação animal. Essa abordagem dos cientistas, contudo, não é consensual nem se exime de debates éticos, às vezes, acalorados. A veterinária Carla Molento, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), considera essencial avaliar se as pesquisas e as novas tecnologias sobre bem-estar têm um interesse genuíno em melhorar as condições de vida dos animais, mesmo em um ambiente de produção, ou se o verdadeiro



Curral *smart shade* na fazenda Santa Rosa, em Altair, interior paulista: mais conforto térmico e consumo menor de água



Roedor criado em biotério da USP: docentes e técnicos dispõem de curso de capacitação em princípios éticos e manejo

alvo é aumentar os ganhos do produtor. “Muitas vezes, existe um desvio insidioso. Um estudo se apresenta como pesquisa de bem-estar, mas na verdade ele visa apenas melhorar a produtividade”, diz Molento, coordenadora do Laboratório de Bem-estar Animal (Labea) da UFPR – primeiro centro brasileiro a incluir a expressão “bem-estar animal” em seu nome, em 2004.

Em um trabalho publicado por seu grupo em 2023 na revista *Animals*, Molento e suas colaboradoras selecionaram 180 artigos científicos que traziam as expressões “animal welfare” ou “animal well-being” em seus objetivos ou hipóteses. Cinco avaliadoras deram pontos para os artigos, em uma escala de 1 a 10, de acordo com o valor intrínseco que o texto atribuía aos animais. Nos trabalhos de revistas que tinham como mote a produção, a média foi de 4,74 pontos, enquanto os publicados em periódicos sobre bem-estar alcançaram 6,46. “A baixa pontuação geral evidenciou que as publicações sobre bem-estar

não estão, em média, priorizando os interesses dos animais”, escreveu Molento. Ela propõe que estudos científicos nessa área passem a conter uma declaração explícita sobre as motivações e interesses dos pesquisadores, para aferir se os animais são tratados como prioridade.

#### ANIMAIS DE LABORATÓRIO

A experimentação científica é um outro foco importante da ciência do bem-estar animal. Garantir que os animais de laboratório tenham uma vida saudável e livre de dor é essencial para que eles cumpram a finalidade de gerar informações que façam o conhecimento avançar ou testar novas rotas para medicamentos. “Além de ser intolerável para a sociedade manter um animal em condições insalubres, isso pode criar vieses nos resultados de pesquisas”, explica a médica-veterinária Luisa Maria Gomes de Macedo Braga, presidente do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea), órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) responsável por formular e zelar pelo cumprimento de normas para o funcionamento de instalações em que animais são criados e utilizados.

O Concea foi criado pela Lei Federal nº 11.794, sancionada em outubro de 2008, que propôs procedimentos e normas para o uso de animais em pesquisas no Brasil. Ela é mais conhecida como Lei Arouca, em referência ao seu autor, o sanitarista e deputado federal Sérgio Arouca (1941-2003), presidente da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de 1985 a 1989. A lei também determinou que cada instituição de pesquisa tivesse uma Comissão de Ética de Uso de Animais (Ceua)

# APOIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Cursos dão treinamento sobre princípios éticos e manejo em experimentação animal

Em 2017, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) lançou um edital para financiar cursos e treinamento para docentes, técnicos, veterinários e estudantes que trabalham em instalações em que se faz experimentação animal. O grupo da bióloga Patrícia Gama, diretora do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP) e coordenadora da Rede USP de Biotérios, teve um projeto selecionado na chamada. Ele resultou na criação de um curso a distância de extensão de capacitação em princípios éticos e manejo, que atendeu mais de 10 mil

profissionais. “Classificamos o curso como de difusão, categoria na qual pudemos incluir pessoas sem formação completa, já que muitos funcionários de instituições de pesquisa não completaram o ensino médio”, explica Gama, que montou o programa com Claudia Cabrera Mori, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, e mais um grupo de veterinários que já atuavam na instituição.

Na primeira edição, de 2018 a 2021, 10.726 pessoas foram selecionadas, das quais 6.418 concluíram o curso. Na segunda rodada, de 2021 a 2022, houve 7.914 selecionados e 4.895 concludentes. Diante

da demanda do Conceia para que o treinamento obrigatório se estendesse para além de ratos e camundongos, abrangendo cuidados com outros animais, como bovinos, aves e peixes, o grupo da USP constituiu a partir de março de 2023 um curso de princípios éticos e de manejo, com módulos dessas espécies em separado. Até janeiro deste ano, 4.559 dentre 10.813 inscritos haviam concluído esse curso. “Na prática, já vemos mudanças de comportamento”, diz Gama. Segundo ela, a qualidade do treinamento e das instalações tem feito com que se use menos animais por experimento científico, o que também reflete na disseminação dos resultados.

encarregada de avaliar projetos que utilizem animais de laboratório, zelando para que sejam usados no menor número possível, em condições dignas e com o mínimo de sofrimento.

**R**esoluções do Conceia mudaram o panorama da experimentação animal no Brasil. Recentemente, determinaram a substituição do uso de animais por métodos alternativos no controle de qualidade de lotes de produtos e medicamentos. Entre as tecnologias que buscam substituir o uso de animais em testes de cosméticos, uma das mais promissoras é conhecida como *body-on-a-chip* (BoC), baseada na impressão 3D de tecidos humanos, como pele e intestino (ver Pesquisa FAPESP nº 335). As resoluções também tiveram impacto na aplicação de políticas públicas. Um grupo de 120 pesquisadores brasileiros, coordenados na maioria por membros do Conceia, trabalhou nos últimos 10 anos para produzir o *Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais para atividades de ensino ou pesquisa científica*, um manual de 1,1 mil páginas que reúne orientações sobre edificações, cuidados e manejo.

O guia define de modo minucioso como deve ser feita a criação de roedores, coelhos, cães e gatos, macacos, ruminantes, peixes, suínos, aves, entre outros, utilizados em experimentos científicos. Reúne descrições sobre como estruturar biotérios e outras instalações de pesquisa, sem o que elas não podem ser licenciadas – do espaço mínimo reservado a cada espécie à existência de áreas exclusivas para quarentena. Também propõe protocolos a serem adotados para reduzir a

dor e o estresse dos bichos, como o nível de ruído no ambiente ou o tamanho das agulhas usadas em anestesia, ou o tipo de treinamento que os profissionais que lidam com essas experimentações precisam receber (ver Pesquisa FAPESP nº 328).

O impacto dos 15 primeiros anos de aplicação da Lei Arouca está sendo avaliado por uma equipe liderada pelo veterinário José Luiz Jivago de Paula Rôlo, da Universidade de Brasília (UnB). Um dos dados já analisados pelo grupo é o do número de artigos de autores do Brasil que mencionaram o termo “bem-estar animal” e fizeram referência a algum tipo de regulamentação relacionada ao uso de animais em projetos de pesquisa. Até a década de 1990, o número de *papers* era muito pequeno – no máximo, cinco por ano –, mas cresceu exponencialmente a partir de meados dos anos 2000. Só em 2020 houve mais de 200 artigos citando instruções normativas e guias do Conceia. O levantamento, que deve ser concluído no final do ano, também vai mapear os grupos de pesquisa envolvidos com o tema no país. “Já é possível afirmar que existem duas grandes vertentes. Há equipes que têm como alvo a experimentação e as que se dedicam a estudos sobre animais na pecuária. E esse segundo grupo é mais numeroso”, diz Rôlo.

As duas vertentes com frequência se entrelaçam. O médico-veterinário Helder Louvandini, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA-USP), em Piracicaba, participou de uma das equipes que produziram o manual do Conceia. Ele ajudou a sistematizar as normas sobre pesquisas com grandes ruminantes, como bovinos e búfalos, que estabelecem desde os cuidados na criação de bezerras até os parâme-

tros detalhados para sistemas de confinamento, como uso de pisos antiderrapantes e sistemas de ventilação. Louvandini conta que a questão do bem-estar se tornou uma parte indissociável de seus estudos sobre nutrição. “Coordeno um projeto apoiado pela FAPESP que pretende validar o uso de nanopartículas de óxido de zinco como um alimento funcional em ruminantes. O objetivo não é só melhorar as condições nutricionais dos animais, mas analisar o efeito no combate a parasitas, o que é um parâmetro fundamental para o bem-estar. Toda pesquisa que busque ampliar a sustentabilidade na produção acaba tendo elo com o bem-estar”, afirma.

**U**m dos pioneiros na ciência do bem-estar animal no Brasil é o veterinário gaúcho Adroaldo José Zanella. Ele coordena o Centro de Estudos Comparativos em Saúde, Sustentabilidade e Bem-Estar na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FM-VZ) da USP, *campus* de Pirassununga, e lidera pesquisas sobre bovinos de corte e de leite, ovelhas e, principalmente, suínos. Um artigo recente de seu grupo, publicado em abril na *Nature Food*, mapeou indicadores de sustentabilidade e bem-estar na cadeia de suínos no Brasil e no Reino Unido. O trabalho comparou dados sobre 74 criações de suínos no Reino Unido e 17 no Brasil. Um dos resultados mais relevantes indicou que, entre suínos criados em condições de bem-estar comprometido, há mais uso de antimicrobianos. “Esses fármacos são utilizados em menor quantidade quando os indicadores de bem-estar são melhores”, afirma. Zanella, que orientou a formação de mais de 30 mestres e 25 doutores, busca uma abordagem multidisciplinar para levar as pesquisas adiante, integrando advogados, médicos, filósofos, pedagogos, profissionais das ciências exatas ligados à inteligência artificial e outros. “Nosso grupo está tentando buscar pessoas nas áreas de ciências humanas que possam nos ajudar a entender, por exemplo, como melhorar a mão de obra trabalhando com animais”, diz.

Zanella se doutorou em bem-estar animal pela Universidade de Cambridge em 1992, tendo o pioneiro Broom como orientador. Sua tese teve como foco os indicadores de bem-estar de fêmeas suínas durante a gestação, até hoje um dos principais focos de seu centro de estudos. Na tese, ele identificou um marcador neurofisiológico associado ao comportamento repetitivo de suínos, que é semelhante ao comportamento desenvolvido por algumas pessoas com autismo. Outros trabalhos do grupo demonstraram que a espécie sofre de ansiedade, aumento de comportamento agressivo, problemas de memória e comprome-



timento das áreas do cérebro responsáveis pela modulação das emoções e processos cognitivos, em situações de isolamento social ou quando submetida ao desmame precoce, dados publicados no periódico *Brain Research*. Em um artigo recente de Zanella, divulgado na revista *Frontiers in Animal Science*, ele mostrou que, mesmo sem nunca ter entrado em contato com o pai, leitões originados de machos que permaneceram quatro semanas em celas apresentaram mais medo e ansiedade, além de níveis elevados de cortisol na saliva quando expostos a situações estressantes pelas quais nunca tinham passado antes. Essas mesmas questões vêm sendo avaliadas em ovelhas e cabras, com resultados semelhantes.

Apesar da prevalência de estudos voltados para a pecuária, hoje já há pesquisas no país sobre muitas outras espécies. Pesquisadores da UnB apoiam instâncias do governo federal, como o Ministério da Agricultura e Pecuária, a Polícia Federal e a Receita Federal, que utilizam cães de olfato excepcional utilizados para farejar drogas, explosivos e alimentos, e ajudam a definir protocolos que devem ser seguidos para garantir o bem-estar dos animais. Cães, que chegam a custar R\$ 60 mil reais, podem ter o desempenho diminuído na execução de tarefas quando são submetidos a condições exaustivas ou muito adversas.

“O potencial máximo de um animal é atingido quando ele se sente confortável, bem alimentado e hidratado, e há uma série de parâmetros de bem-estar, como horas de trabalho e pausas para descanso, que precisam ser seguidas”, explica o médico-veterinário Cristiano Barros de Melo, professor da UnB, que ministra uma disciplina sobre Cães de Interesse do Serviço Pú-



2



3

Ovinos (página ao lado) e coleta de fluido oral de suínos (à esq.) de forma não invasiva, ambos no *campus* de Pirassununga da USP. Acima, tilápia massageada por cerdas em aquário no *campus* da Unesp

blico na pós-graduação em ciências animais da universidade e oferece capacitação científica a empresários e funcionários públicos que lidam com caninos. “Para os cães, o trabalho de farejar é uma brincadeira agradável. Se ele entender o trabalho como uma grande brincadeira, suas habilidades são aproveitadas. Quando fareja em alto desempenho, sua boca permanece fechada e a respiração segue pelas narinas, por conta do foco que necessita manter durante o trabalho. Por isso, é preciso calibrar seu esforço.”

Em um estudo publicado em maio na revista *Frontiers in Veterinary Science*, o grupo de Melo avaliou o desempenho de cães da Receita Federal envolvidos em apreensões de drogas entre 2010 e

2020 em fronteiras, aeroportos, portos e centros de recepção de encomendas dos Correios, em cenários reais no Brasil. Foram apreendidos 97,7 mil quilos de maconha, 179,3 mil quilos de cocaína, entre outros entorpecentes. A conclusão do estudo é de que, a cada novo cachorro introduzido no sistema de fiscalização, houve um aumento de mais de 3 toneladas de drogas apreendidas.

Mas também há pesquisas em fases de investigação anteriores à aplicação. A zoológa Eliane Gonçalves de Freitas, do Laboratório de Comportamento Animal da Unesp, *campus* de São José do Rio Preto, está estudando como a estimulação táctil corporal, um recurso usado para reduzir o estresse de diversas espécies, pode melhorar o bem-estar de tilápias. Em dois artigos, um publicado em 2019 e outro em 2022 na revista *Scientific Reports*, seu grupo analisou o comportamento de tilápias criadas em aquários que, para chegar ao local onde havia alimento, eram obrigadas a passar por uma coluna de cerdas macias de silicone que massageavam suavemente seus corpos. Embora a estimulação não tenha tido impacto nos níveis do hormônio cortisol, cuja elevação está associada a estresse, as tilápias do experimento reduziram sua agressividade em interações com as outras.

**T**ambém se observou que os peixes cresceram mais rapidamente com menor consumo de alimentos, o que foi atribuído ao gasto energético poupado em lutas. Em um projeto apoiado pela FAPESP em parceria com pesquisadores da Universidade do Porto, em Portugal, e da Universidade de Tecnologia da Dinamarca, Freitas investiga agora se as tilápias procuram voluntariamente a massagem caso não sejam obrigadas a ultrapassar as cerdas, além de alguns mecanismos neurais envolvidos com a resposta à estimulação táctil. Também está analisando o efeito da massagem em três peixes ornamentais de comportamento agressivo e se os efeitos também se reproduzem em espécies marinhas de interesse para a aquicultura europeia, como a dourada (*Sparus aurata*) e o sargo (*Diplodus sargus*). “A quantidade de estudos sobre o bem-estar dos peixes ainda é pequena e essa área só começou a crescer neste século. Há evidências de que eles sentem dor, mas há poucos estudos sobre como reduzir o sofrimento”, afirma. Um dos desafios da ciência do bem-estar animal, observa Freitas, é expandir seus domínios para espécies que hoje não atraem muita atenção dos pesquisadores, seja porque não inspiram compaixão nos seres humanos ou então porque não despertam interesse comercial. ■ Colaborou: Fabrício Marques

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

Interações entre cavalos:  
comportamentos  
distintos na natureza  
e em cativeiro

# O DESAFIO DE ENTENDER O QUE OS BICHOS SENTEM

As estratégias criadas  
para medir a dor  
e tentar decifrar as  
emoções dos animais

Fabrcício Marques



**O**s animais compartilham as mesmas emoções que os seres humanos vivenciam? A psicóloga Lisa Feldman Barrett, pesquisadora da Universidade Northeastern, em Boston, nos Estados Unidos, e autora do livro *How emotions are made* (Pan Macmillan, 2018, sem tradução para o português), diz que a pergunta segue desafiando a ciência. Quando um ser humano pensa que um animal está experimentando uma emoção, isso pode dizer mais sobre o cérebro humano do que sobre o comportamento animal, explica Barrett. Ela cita como exemplos as reações de uma mosca ao movimento ameaçador de um mata-moscas (esfrega as pernas velozmente), de um rato quando ouve um

som que ele foi acostumado a associar a um choque doloroso (congela no lugar) e de um ser humano sendo seguido por um estranho em uma rua escura (arregala os olhos e os batimentos cardíacos aceleram).

Um observador, diz a psicóloga, concluiria que todos os três estão expostos a uma ameaça e, portanto, vivenciam um estado de medo. “Mas aqui está o curioso: os três exemplos não têm praticamente nada em comum fisicamente. Envolvem diferentes tipos de cérebros em diferentes situações, movimentando corpos diferentes de diferentes maneiras”, escreveu Barrett em um artigo publicado em 2022 pelo jornal *The Guardian*. É o cérebro do observador que tende a associar o medo às três situações. De acordo com Barrett, teria

mais utilidade científica contemplar os animais de acordo com suas características. “Cães podem farejar coisas que não captamos e pássaros podem ver cores que nós não enxergamos, então talvez eles também possam sentir coisas que não podemos”, escreveu. “Quando um elefante permanece ao lado do corpo de outro durante dias, é evidente que algo está acontecendo ali, mas por que deveria ser uma versão primitiva do luto humano? A ideia de que outros animais partilham as nossas emoções é convincente e intuitiva, mas as respostas que fornecemos podem revelar mais sobre nós do que sobre eles.”

As aparências podem enganar. “Quando vemos cavalos adultos brincando em cativeiro, isso não é necessariamente um bom sinal”, disse ao site *Science News* a cientista animal Martine Hausberger, da Universidade de Rennes, na França. Na natureza, segundo ela, cavalos adultos raramente brincam e esse comportamento é mais comum entre os que ficam presos. “Pode ser que eles se sintam felizes no momento da brincadeira, mas cavalos que se sentem bem não precisam disso para se livrar do estresse.”

Pode ser difícil interpretar emoções de animais, mas sobram evidências de que eles têm uma vida mental e emocional complexa. Pesquisadores da Research Institute for Farm Animal Biology (FBN), na Alemanha, demonstraram recentemente que os porcos mostram sinais de empatia. Em um experimento, leitões foram colo-

cados em um cercado no meio do qual há uma grande caixa com uma porta e uma janela vazada. A certa altura, a porta da caixa se fecha e porcos no seu interior ficam presos, como se tivessem caído em uma armadilha. Em 85% das vezes, os animais descobriram como abrir a caixa e libertaram o companheiro preso em 20 minutos. Quando não havia nenhum preso, também aconteceu de os porcos conseguirem abrir a caixa, mas a frequência foi muito menor do que quando havia um suíno lá dentro. “Acreditamos que o comportamento de ajuda se baseia em alguma compreensão das necessidades do outro”, disse à revista *Science* Liza Moscovice, etologista do FBN. “Esse é um componente crítico da empatia.”

**O** FBN é um dos poucos centros de referência na investigação sobre a cognição de animais explorados pela pecuária, como porcos, cabras e bois. Outro estudo comparou o desempenho de cabras e de cães em um conjunto de testes cognitivos. Cabras submetidas a um experimento conhecido como “tarefa impossível” são expostas a uma tigela de comida à qual não conseguem ter acesso para se alimentar. Embora não tenham uma trajetória de coevolução com os seres humanos, as cabras recorreram ao mesmo expediente utilizado pelos caninos: lançaram-se sobre o homem presente no ambiente como se estivessem pedindo a ajuda dele.

“Se não entendermos como esses animais pensam, não compreenderemos o que eles precisam e não poderemos projetar ambientes melhores para eles”, disse à *Science* Jan Langbein, também etólogo da FBN. Em outro experimento ainda em andamento, ele avalia a afinidade entre vacas. Pares de fêmeas de bovinos foram colocados em uma arena aberta e observaram-se as interações entre elas: algumas trocam cabeçadas, outras tiveram um comportamento cooperativo. Agora, estão sendo avaliados os níveis de estresse de vacas “amigas” quando elas são separadas após um certo tempo de convívio. Uma das ambições é saber se valeria a pena manter juntos animais com afinidade em ambientes de confinamento, a fim de melhorar seu bem-estar. “Elas não são criaturas bur-

ras. Têm uma rica vida emocional e personalidade”, afirmou Langbein à *Science*.

Se as emoções são difíceis de perscrutar, existem modos objetivos de saber quando os animais sentem dor ou desconforto. “É possível fazer esse tipo de avaliação analisando o comportamento e construindo escalas de dor”, explica Stelio Pacca Loureiro Luna, pesquisador da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu da Unesp, que coordenou um projeto apoiado pela FAPESP, concluído no ano passado, no qual validou essa metodologia para todas as espécies domésticas e de produção, como felinos, bovinos e equinos. As escalas, ele explica, são construídas a partir da análise de centenas de horas de filmagens de animais. Imagens são registradas antes de uma cirurgia e logo depois dela, quando a dor do pós-operatório atinge seu grau máximo. Seguem sendo captadas quando o animal recebe medicamentos analgésicos e 24 horas depois, quando seus efeitos se esgotam. “Analisamos esses vídeos e anotamos quais comportamentos se alteraram – se ele, por exemplo, balançou a cauda, ficou prostrado ou mudou de expressão – e com que duração e frequência isso aconteceu”, conta Luna.

O projeto deu origem a um aplicativo, o VetPain, lançado no ano passado e disponível para sistemas operacionais Android e IOS, que ajuda veterinários e tutores a avaliar o grau de dor de todos os animais domésticos. É preciso responder a questões que avaliam sinais característicos de dor em comportamentos como postura, nível de atividade e reação ao toque no local afetado. Cada resposta corresponde a um escore na escala de dor e o aplicativo indica se o animal precisa de analgésico (ver Pesquisa FAPESP nº 328). Segundo Luna, outros métodos vêm sendo desenvolvidos. Ele menciona o Qualitative Behaviour Assessment, por meio do qual comportamentos dos animais são interpretados por seres humanos que os observam, como seus tutores, e expressos em palavras. Uma análise estatística do uso dessas expressões é utilizada para encontrar padrões que identificam comportamentos. “É uma abordagem que ainda precisa ser validada”, afirma Luna. ■



O aplicativo VetPain ajuda a avaliar o grau de dor de animais domésticos

# ENTRE LAGARTOS, SERPENTES E PRECONCEITOS

Bióloga ocupou espaços antes exclusivos a homens, identificou novas espécies e ampliou o conhecimento sobre a diversidade de répteis da região Nordeste

Maria Guimarães e Carlos Fioravanti | RETRATO Humberto Lopes

No início dos anos 1980, a bióloga Eliza Maria Xavier Freire saía para coletar lagartos e cobras em matas próximas a Natal, no Rio Grande do Norte, quando essa atividade ainda era vista como exclusividade dos homens. Sofreu alguns preconceitos, mas se tornou uma das referências nacionais em herpetologia – o estudo de répteis e anfíbios –, especialmente nos bichos da Caatinga e da Mata Atlântica do Nordeste.

Desde o mestrado, no início dos anos 1980, ela identificou oito novas espécies de anfíbios, serpentes e lagartos – um deles com 3 centímetros (cm) – e ajudou a mostrar que a biodiversidade da chamada herpetofauna do Nordeste era maior do que se presumia. Com sua equipe, descreveu comportamentos desconhecidos, como um lagarto que acompanha a fêmea depois da cópula, de modo que outros machos não cheguem perto.

A herpetóloga complementou a formação, iniciada no Nordeste, com períodos em São Paulo e no Rio de Janeiro e conviveu com grandes especialistas de sua área. Deu aulas e formou jovens pesquisadores na Universidade Federal de Alagoas (Ufal) e da Paraíba (UFPB) antes de voltar como professora, em 2001, à UFRN, onde está em plena atividade. A sala da coleção de anfíbios e répteis do museu da Ufal tem seu nome, em reconhecimento ao que fez por lá.

Entusiasmada, falante e divertida, ela vive com o casal de filhos adultos e concedeu a entrevista a seguir por plataforma de vídeo no início de junho.

---

## ESPECIALIDADE

Herpetologia

## INSTITUIÇÃO

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

## FORMAÇÃO

Graduação em ciências biológicas pela UFRN (1982), mestrado em zoologia pela Universidade Federal da Paraíba (1988) e doutorado em zoologia pelo Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (2001)



### **Desde seu mestrado sobre lagartos, passaram-se 40 anos. O que mudou nesse tempo na herpetologia?**

A herpetologia no Nordeste e em outras regiões avançou bastante. Com problemas, mas avançou. Miguel Trefaut Urbano Rodrigues, da USP [Universidade de São Paulo], eu e muitos outros pesquisadores mostramos que a biodiversidade de répteis e anfíbios no Nordeste é muito maior do que se pensava. Fui com Miguel algumas vezes às dunas do rio São Francisco, um centro de endemismo [local de ocorrência exclusiva] para répteis, principalmente lagartos [ver Pesquisa FAPESP nºs 57 e 169]. A mata de Murici, em Alagoas, é outro centro de endemismo. É maravilhosa. Das oito espécies novas que descrevi, seis são de lá. Uma delas é endêmica, a jararaca-de-murici, *Bothrops muriciensis*. A primeira espécie que descobri e descrevi é a de um dos menores lagartos do mundo, o menor da América do Sul e endêmico aqui do Rio Grande do Norte: *Coleodactylus natalensis*, com 3 cm. Era bem juvenzinha quando encontrei, estava no mestrado, mas só descrevi em 1999. Encontrei o lagartinho pela primeira vez no Parque das Dunas, que tem uns cordões de dunas e restingas, intercalados por mata. É parte da Mata Atlântica, que termina na praia de Touros, 80 quilômetros [km] ao norte de Natal. Existe uma hipótese de que a Mata Atlântica é anterior às dunas e ficou exposta quando o nível do mar estava muito mais baixo do que atualmente. Os ventos atuando na praia e as ondas movendo a areia do fundo do mar ao longo de milhares de anos formaram as dunas. Andando por lá, é visível a areia soterrando a mata, como se as dunas realmente tivessem surgido depois.

### **Como foi fazer um trabalho que era apenas realizado por homens?**

Nos anos 1980, quando comecei, pegar lagartixa e cobra no meio do mato não era coisa de mulher. Atualmente há muitas herpetólogas, mas não era assim na época. Aqui no Nordeste, menos ainda. Eu ia com um professor, médico, apaixonado por biologia, Adalberto Varela-Freire. Ele criava cobras. Apesar do sobrenome igual, não somos parentes. Como sempre andávamos juntos e sozinhos pelas dunas, acabei ficando “falada”, por acompanhar um homem no mato. A geração mais antiga de profes-

sores era muito machista e, se houvesse algum problema, as mulheres eram as culpadas. Mas mudou. Hoje as mulheres se juntam e fazem barulho. Voltando: Adalberto era uma pessoa muito generosa e muito tímida. Fomos primeiro para o Parque das Dunas, que ainda hoje funciona como um laboratório a céu aberto em frente à universidade. Coletei alguns lagartinhos, depois fomos para as matas de Santa Cruz [município do Rio Grande do Norte, a 116 km da capital].

### **O machismo só acontecia no campo?**

Não. Eu fui professora na Ufal e, ao mesmo tempo, fazia doutorado no Museu Nacional da UFRJ. Fui muito bem acolhida, especialmente por meu orientador, Ulisses Caramaschi, mas vivi situações discriminatórias, apesar de já ser docente de uma universidade federal. Outra coisa que mudou nesses 40 anos é que o espaço das mulheres aumentou bastante. Tomei posse em janeiro como presidente da Sociedade Brasileira de Herpetologia, a SBH. Sou a segunda presidente mulher, sucedendo Denise Rossa-Feres, especialista em anfíbios. Agora existem grupos

de trabalho só de mulheres e todas se ajudam. Juntas, publicamos em 2020 um artigo na *Herpetologia Brasileira*, uma das revistas da SBH, contestando um pesquisador de fora do Brasil que disse que, se as mulheres se davam bem nessa área, é porque foram orientadas por homens. Quando vimos isso, tocamos fogo.

### **O que pretende fazer na SBH?**

Planejamos muitas atividades inclusivas, sempre em parceria com as demais companheiras da diretoria. Uma delas é estimular os alunos e alunas, desde a iniciação científica, a se associarem, acompanhar as pesquisas sobre a herpetologia no Brasil e até mesmo publicar na principal revista da Sociedade, a *South American Journal of Herpetology*. Outra é consolidar os minicursos sobre répteis e anfíbios para professores do ensino fundamental e médio, que começamos no final do ano passado, com participação de 42 municípios do país inteiro. São cursos presenciais, com bichos expostos e tudo. Os monitores são os alunos que fazem iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado com pesquisadores das instituições participantes. Passar por essas situações faz parte da formação deles.

### **Você também trabalhou na área de conservação ambiental.**

Quando saí da Ufal e vim de Maceió para Natal, vi que, à época, só havia dois programas de pós-graduação no Centro de Biociências da UFRN, um de psicobiologia e outro de bioquímica. Em Alagoas havia a rede Prodema, Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento em Meio Ambiente, do qual a UFRN não fazia parte. Comecei a divulgar o Prodema e, com pessoas das ciências biológicas, humanas e sociais, elaboramos a proposta do programa, que foi aprovado pela Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]. Coordenei durante 13 anos, até 2018. Eu disse que sairia da coordenação só quando o programa estivesse consolidado. Reunindo o pessoal da biologia e das ciências humanas, temos estudado problemas e transformações ambientais importantes. Um deles: o Rio Grande do Norte está tomado de aerogeradores para turbinas eólicas. Falam em energia limpa e preservação, mas sabe o quanto já devastaram? Isso impacta o



**Eu e outros pesquisadores mostramos que a biodiversidade de répteis e anfíbios no Nordeste é muito maior do que se pensava**



Espécies descritas por Eliza Freire: o minúsculo lagarto *Coleodactylus natalensis* e a jararaca alagoana *Bothrops muriciensis*



ambiente. Vou dar um exemplo: é difícil coletar anfisbenas no campo. Trata-se das chamadas cobras-de-duas-cabeças, mas na verdade não são cobras nem têm duas cabeças. É um intermediário entre lagarto e cobra, com vida subterrânea, de coleta em campo relativamente difícil. Faz pouco tempo, um ex-aluno que trabalha em uma empresa de consultoria ambiental trouxe 84 anfisbenas feridas ou mortas, resgatadas de uma área em que se revirava o solo para fazer terraplanagem para a instalação de mais turbinas eólicas. E ainda dizem que a energia limpa não causa impacto ambiental.

### **O que destacaria sobre as pesquisas de seu grupo com comportamento de répteis?**

Temos trabalhos muito interessantes sobre dieta, procura por alimento, regulação da temperatura corporal e reprodução. Avançamos bastante especialmente com o Peld [Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração] da Caatinga, financiado pelo CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico]. Destaco os trabalhos com lagartos tropidurídeos [da família Tropiduridae] que vivem sobre pedras grandes, chamados saxícolas, que achatam o corpo na rocha quando está frio, de modo a pegar o máximo de calor armazenado ali. Quando chega meio-dia, eles somem. Se fica algum, mantém só as pontinhas dos dedos encostadas nas rochas, com o corpo arqueado, longe da

fonte de calor, porque não conseguem regular a temperatura do corpo; esse processo foi parte das teses de Leonardo Ribeiro e Miguel Kolodiuk. Outro exemplo: um aluno que está comigo desde a graduação e recentemente concluiu o pós-doutorado, Raul Sales, estudou a reprodução de um lagarto que por aqui chamam de calanguinho, *Ameivula ocellifera*. Ele observou que, quando o macho sabe que a fêmea está na toca, ele fricciona a cloaca e a parte ventral das patas posteriores, que contêm poros como abertura de glândulas, até que a fêmea saia, provavelmente atraída pelo cheiro. Aí começa o ritual de reprodução. O macho mordisca atrás do pescoço da fêmea, ela levanta a cauda e ele exterioriza o hemipênis e faz um enrosco para atingir a cloaca. Depois da cópula, ele continua seguindo a fêmea, impedindo que outro macho chegue perto.

### **Com seu grupo, você tem feito também estudos com a ecologia da Caatinga, inclusive bromélias. O que encontraram de mais interessante?**

Orientei o doutorado de Jaqueiuto Jorge, que estudou a herpetofauna de macambiras-de-flecha ou macambira rupícola [*Encholirium spectabile*], uma espécie de bromélia espinhosa, que não acumula água em seu interior e vive sobre rochas expostas no semiárido. Obtivemos resultados extraordinários, especialmente sobre anfíbios, que dependem dessas plantas para abrigo e reprodução. Cole-

tamos também dados sobre aves e artrópodes, abelhas em especial, e vimos que essas bromélias são promotoras de biodiversidade, e verdadeiras engenheiras de ecossistemas. Elas são bastante utilizadas pelas comunidades locais, tanto para alimentação do gado em períodos de estiagem como para fabricação de artesanatos, com as plantas secas.

### **Por que os bichos da herpetologia, principalmente os anfíbios, geralmente são malvistas por quem não os estuda?**

É um problema cultural; geralmente se deve a medo ou nojo. É uma pena, porque já há uma perda significativa de diversidade de espécies de anfíbios e répteis, no mundo todo, por causa de perda de hábitat, doenças ou mudança do clima. Nas aulas, faço um carnaval, mostro que eles fazem muito mais bem do que mal, porque se alimentam de insetos e roedores. Ou seja, promovem o controle biológico natural de pragas. Os estudantes saem das aulas com outra visão.

### **Como chegou ao Instituto Butantan, no início de sua carreira de pesquisadora?**

O Adalberto não saía de Natal. Os alunos estavam se formando e ele não ia nem para o mestrado em biologia, embora gostasse muito, por causa de sua timidez. Mas tinha credibilidade pelo que já havia feito. Antes dele, estudando répteis, especialmente cobras, no Nordeste, houve o José Santiago Lima-Verde (1945-2019), da UFC [Universidade Federal do Ceará].

Em 1981, Adalberto recebeu um convite para participar do primeiro congresso internacional de serpentes e de artrópodes peçonhentos, no Instituto Butantan. Eu estava na graduação. Quando vi o cartaz e o convite, perguntei se iria, mas ele não gostava de sair de Natal. Sugeriu que eu fosse, topei. O problema era como. Eu não tinha bolsa, mas, não lembro como, consegui comprar uma passagem de ônibus. Foram três dias para chegar em São Paulo. No congresso, vi que tinha mais pesquisadores do que estudantes. Sentei perto dos mais jovens, e foi como conheci Pedro Federsoni Júnior, que depois foi diretor do museu do Instituto Butantan. Puxei conversa, contei por que estava ali e ele disse: “Você é corajosa, veio sozinha”. Aproveitei e perguntei quem era Alphonse Richard Hoge [1912-1982], um brasileiro filho de franceses, o “top” da herpetologia na época, para quem eu queria pedir um estágio. Pedro indicou e, no intervalo, me apresentei e disse que meu sonho era fazer um estágio no Butantan. Ele ficou me olhando e topou me ajudar, pela minha coragem de chegar até lá e falar com ele. Consegui o estágio, mas não podia começar porque iria colar grau no final daquele ano. Voltei para Natal e vi que a universidade dava um prêmio em dinheiro para o melhor aluno e para o melhor trabalho final de graduação. Falavam seis meses e decidi buscar esses prêmios. Consegui: no dia da minha colação de grau, recebi o diploma de bacharel em biologia, o diploma de aluno distinto pelo primeiro lugar com uma monografia sobre acidentes com animais peçonhentos na microrregião da Borborema Potiguar e adjacências, o prêmio em dinheiro e a medalha de mérito estudantil. Tenho até hoje. Com o dinheiro do prêmio consegui comprar uma passagem de avião. Mas ainda tinha de pensar em como me manter nos três meses de estágio em São Paulo.

#### **Como resolveu?**

No dia seguinte à colação de grau, botei a monografia e os diplomas embaixo do braço e fui falar com o pró-reitor de assuntos estudantis. Disse que tinha sido convidada para um estágio no Butantan, mas não tinha como viver em São Paulo durante esse tempo. Ele disse: “Posso conseguir um auxílio, só por três meses”. E fui. Havia um técnico maravilhoso no Butantan, Joaquim Cavalheiro [1930-2020], o seu Quim, que nos en-

sinava tudo. Eu chegava às 7h30 para identificar cobra, cuidar de cobra, o que fosse necessário. Quando terminou, fui à sala do doutor Hoge para me despedir. Ele sugeriu que eu ficasse mais, mas não tinha bolsa. Como já tinha ouvido falar no [Paulo Emílio] Vanzolini [1924-2013], do Museu de Zoologia da USP, resolvi procurá-lo para ver se conseguia estágio ou orientação de mestrado. Quando cheguei lá, uma assistente do Vanzolini, Regina Spieker, me atendeu e disse que não adiantava esperar, porque não tinha marcado e ele não teria vaga naquele dia. Mas me deu uma sugestão: “Olhe, você é do Nordeste, o melhor aluno de doutorado dele, o Miguel Trefaut Rodrigues, está terminando o curso agora, vai passar um tempo como professor da UFPB e trabalhar com os bichos de lá. Veja se consegue fazer o mestrado com ele”. Fui para a Paraíba, me inscrevi em um curso de especialização em sistemática [classificação] zoológica; era a única forma de conhecer de fato o tal Miguel. Fui selecionada, consegui uma bolsa do CNPq, me mudei para lá e fiz o curso, durante três meses. Quando estava terminando,



Nos anos  
1980, quando  
comecei,  
pegar  
lagartixa e  
cobra no  
meio do mato  
não era coisa  
de mulher

conversei com o Miguel e ele me perguntou por que não me inscrevia para fazer a seleção para o mestrado, dali a dois meses. Propus: “Se você quiser, posso começar a trabalhar já com algum tema legal”. E ele disse: “Então vá para casa e faça um projeto”. Passei a noite acordada e fiz um projeto de pesquisa com foco no Parque das Dunas, contei que já tinha coletado lá uns lagartos interessantes, e os olhos dele brilharam quando leu, porque era o que estava procurando.

#### **Como fazer o curso sem dinheiro?**

Fiz a seleção do mestrado na UFPB, fui aprovada e ganhei bolsa do CNPq. Fui a primeira aluna de mestrado do Miguel. Iniciado o projeto, ele avisou que iríamos para a restinga de Ponta de Campina [município de Cabedelo, na Grande João Pessoa], uma das minhas áreas de trabalho. Chegando, ele arrumou uma lata, pegou uma garrucha, botou a bala e me deu: “Atire”. Eu nunca tinha dado um tiro, mas tinha de aprender porque era assim que pegávamos alguns lagartos maiores, sempre com licença ambiental, mas para os menores geralmente usamos armadilhas. Acertei. Ele botou a lata mais distante, expliquei: “Não sei, esse foi o primeiro tiro”. E ele: “E daí? Se errar, errou. Vamos lá”. Não sei como, mas acertei. “Pronto, a partir da semana que vem tem um carro da universidade que vai deixá-la aqui de manhã e pegá-la às 5 horas da tarde.” Uns seis meses depois, o Miguel volta para a USP. Fiquei um tanto desorientada e insegura por estar começando. Então terminei os créditos, fui para lá também e me alojei na sala do Miguel. Terminei a dissertação, voltei e defendi na UFPB. Fiz o concurso para a Ufal e passei.

#### **O que fez por lá?**

Em Alagoas, para onde se olhava havia Mata Atlântica, e eu queria saber que espécies de lagartos viviam somente ali. Encontrei um aluno que conhecia as matas e, trabalhando ali por cerca de quatro anos, descrevi seis espécies novas. Fiquei quase especialista em Mata Atlântica. Mas, retornando do doutorado no início de 2001, pedi transferência para a UFRN. Antes de iniciar o doutorado, me separei. Tinha 33 ou 34 anos, uma filha de 4 anos e um filho de 2. Tinha entrado no doutorado e não podia levá-los. Ficaram com minha mãe. Ela perguntou quanto tempo eu precisava, pedi um ano para

fazer os créditos, no Rio de Janeiro. Sofri muito, mas eles sofreram muito mais, porque minha mãe era das antigas e a criação era diferente, rigorosa. Antes de sair da Ufal, criei a sala da coleção de herpetologia do Museu de História Natural da universidade. Quando o museu fez 20 anos, me homenagearam com o nome “Sala Professora Eliza Freire Juju”. Todo mundo me conhece como Juju, por causa de uma personagem da novela *O bem-amado*, de 1973.

#### **Por que fez o doutorado no Museu Nacional?**

Eu queria muito continuar com o Miguel, mas o processo de seleção do Museu Nacional era um semestre antes do que seria na USP. Minha prioridade era optar pelo que adiantasse mais a minha vida. Meu orientador foi Ulisses Caraschi, que foi contemporâneo do Miguel no doutorado com o Paulo Vanzolini. Me mantive próxima do Miguel, ele foi da minha banca examinadora. Sou muito grata aos meus dois orientadores.

#### **Desde quando gosta de répteis e anfíbios?**

Comecei a me interessar por lagarto e cobra nas coletas do Adalberto nas dunas e em Santa Cruz. Mas minha paixão hoje é lagarto. Nasci em Pendências, interior do Rio Grande do Norte. Uma família típica do Nordeste, com sete filhos, muito pobre. Meu pai era salineiro e minha mãe dona de casa. Tivemos de morar no mato, porque meu pai só conseguiu alugar um casebre que era uma bodega, um comérciuzinho, no distrito de Logradouro, município de Carnaubais, no Rio Grande do Norte. De um lado da bancada de venda ficava a rede de um, do outro lado a rede do outro, dois filhos em uma cama em outro espaço, ele com a mamãe na cozinha. Quando amanhecia, o Sol aparecia por um buraco na parede. Meus pais faleceram ano passado, com seis meses de diferença. Viveram juntos por 66 anos. Eles sempre diziam: “A única forma do filho do pobre sentar de igual para igual com o filho do rico é pela educação”. Tínhamos muita dificuldade, até de alimentação, mas eles incentivavam o estudo. Cinco filhos fizeram universidade. Só as duas mais novas pararam de estudar para se casar.

#### **Era possível estudar em Pendências?**



**Todos ficavam em uma mesa, da 1ª à 8ª série, e a professora falava de assuntos diversos com diferentes alunos**

Fiz o primário [ensino fundamental I] lá no lugarejo, Logradouro. A escola era na verdade uma casa grande, de uma família tradicional, cuja sobrinha era professora. Todo mundo ficava em uma mesa grande, da 1ª à 8ª série, e a professora falava de assuntos diversos com diferentes alunos. Meu irmão mais velho já tinha ido morar com minha avó em Pendências para fazer um primário melhor. Quando terminei o primário, avisei minha mãe que queria fazer o exame de admissão ao ginásio [ensino fundamental II] em Pendências. Fui com a cara e a coragem e passei. Como o ginásio era à noite, durante o dia eu ajudava minha tia, que era professora e também morava ali, a cuidar de minha avó paterna, que era cega e parálitica. Minha tia me ensinou a fazer plano de aula no caderno, aprendi a dar aula com ela. Quando minha avó ficava doente, eu a substituí na escola. Como os outros irmãos já estavam no ginásio, minha mãe viu que teríamos de mudar para fazermos o colegial [ensino médio]. Fomos para uma cidade próxima, Macau,

a maior produtora de sal do estado. Meu pai foi transferido para uma salina que era lá também, com uma função melhor, e minha mãe era sacoleira, vendia perfumes, para ajudar a pagar o aluguel. Em Macau, só havia curso técnico em contabilidade, para os homens, e pedagogia para as mulheres serem professoras. Não sei de onde tirei a ideia, mas disse para minha mãe que não queria ser nem uma coisa nem outra. Queria ser cientista.

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

Tive sorte. Um tio comerciante tinha convidado meu irmão mais velho para trabalhar e morar com ele, em Natal, enquanto estudava em outra modalidade do colégio, o científico, que era o que me interessava. Mas meu irmão não quis ir. Eu ouvi a conversa, chamei minha mãe no cantinho e pedi: “Já que ele não quer ir, eu quero. Pergunta se o tio me leva”. Meu tio aceitou. Nos anos 1970, os colégios públicos eram maravilhosos, mas havia uma concorrência enorme para entrar. Os pais faziam fila de madrugada. Minha mãe veio, pegou a fila e conseguiu uma vaga para mim. Eu estudava à noite e trabalhava em um escritório de venda de açúcar. Na época do vestibular, uma prima me convidou para ficar na casa dela e estudarmos juntas. Encontramos uma amiga que tinha estudado no mesmo colégio, um ano à nossa frente, e tinha passado em ciências biológicas. Perguntei: “E você vai fazer o quê?”. “Ah, vou ser cientista.” Pronto. Minha prima e eu fomos para ciências biológicas, mas era separado: ela foi para licenciatura, para formação de professores do ensino fundamental e médio, e eu para o bacharelado, mais para a pesquisa. Morei um ano na residência universitária, para estudantes carentes. Depois disso, meu pai se aposentou e minha mãe o convenceu a se mudarem para Natal e voltei a morar com eles. Para sair do aluguel, ela se inscreveu no financiamento de uma casa em um conjunto habitacional em Ponta Negra, hoje uma área nobre da cidade. Meu pai reclamou: “Você é maluca, ali é lugar de gente rica”. “Você quer ir para a zona norte? Jamais. Quero um ambiente bom para meus filhos”, disse minha mãe. “Como a gente vai pagar?”, ele perguntou. “Trabalhando”, foi a resposta. Meu pai não tinha renda para o contrato com a Caixa Econômica Federal, mas meu irmão já trabalhava. Somando tudo, conseguimos. ■



# Q DA UNIVERSIDADE



no (← afluentes | editar)  
 Neural (← afluentes | edita  
 o Galves (← afluentes | ec  
 da Hodón-Huxley (← a  
 Dach (← a  
 umo (← a  
 ar (← affu  
 se (← affu  
 (← affue  
 afluentes |



Projetos aperfeiçoam o conteúdo científico em português na enciclopédia on-line

Sarah Schmidt

**S**e você usar a internet para pesquisar sobre a história indígena, é muito provável que chegue a um verbete da Wikipédia sobre o tema, que remete para 38 páginas da internet e cita 20 livros. É uma entre milhares de páginas da enciclopédia on-line criadas ou alimentadas graças ao trabalho de pesquisadores e estudantes de universidades brasileiras. Em projetos de iniciação ou divulgação científica, extensão universitária ou atividades em sala de aula, eles se mobilizam para criar verbetes baseados em evidências científicas na grande enciclopédia colaborativa, que tem, em média, 135,4 milhões de acessos por mês e em 2023 foi o 10º endereço mais consultado no Brasil.

Desde 2011, ao menos 35 universidades do país já realizaram 239 atividades educacionais nas plataformas Wikimedia, seja editando verbetes ou criando fóruns e cursos on-line. Os projetos também compartilham conteúdo na Wikimedia Commons, repositório para imagens, áudios e vídeos, e na Wikiversidade, um espaço livre para criação de grupos de estudo e de cursos virtuais. O interesse da Wikimedia nesse tipo de parceria é atrair voluntários com formação científica para aperfeiçoar seus conteúdos. Para os professores, é uma maneira de estimular os alunos a se aprofundarem em temas de interesse e disseminá-los para um público amplo. A enciclopédia on-line tem mais de 61 milhões

**História**  
 As terras da comunidade de Mata Cavalo estão na área da antiga sesmaria Boa Vida, fundada em 1751 por mercê régia em favor de José Paes F. Em 1772 a sesmaria foi vendida para Salvador Rodrigues de Siqueira, filho Antônio Xavier de Siqueira herdou a propriedade e a dividiu em duas partes separadas pelo ribeirão Mata Cavalos: uma ainda chamada Boa Vida, permaneceu na família Siqueira, e a outra passou para a família Rond



 **Download**  
all sizes

 **Use this file**  
on the web

 **Use this file**  
on a wiki

 **Email a link**  
to this file



# PARA A WIKIPÉDIA

Pesquisar



## História indígena

Artigo Discussão

A história indígena é um campo de pesquisa transdisciplinar d

de artigos em 321 idiomas, cerca de 1,1 milhão em língua portuguesa.

Uma dessas iniciativas é o Laboratório Mulheres Indígenas na Wikipédia, da Universidade Federal Fluminense (UFF) – seus estudantes e pesquisadores criaram o verbete sobre a história indígena mencionado anteriormente. O laboratório é coordenado pela historiadora Elisa Garcia, especialista em povos indígenas que, em 2020, durante a pandemia de Covid-19, precisou reorganizar seu trabalho em formato virtual e passou a usar a Wikipédia para estimular seus alunos de graduação a editar verbetes com informações qualificadas.

Ela recorreu a treinamentos on-line que a plataforma disponibiliza, como o Wikiconecta, um curso aberto e gratuito para professores. Neste primeiro semestre de 2024, Garcia e seus alunos de graduação e pós-graduação melhoraram um verbete sobre uma vestimenta sagrada indígena conhecida como manto tupinambá. “O mais conhecido está na Dinamarca e deve retornar ao Brasil ainda neste ano. Imaginamos que as pessoas iriam fazer pesquisas sobre ele e vimos que o artigo tinha apenas dois parágrafos. Estava muito incompleto”, conta ela. O artigo ganhou seções sobre a confecção desses mantos na atualidade, sobre a volta do manto dinamarquês, entre outras referências bibliográficas.

Após irem ao ar, as edições e criações de textos na Wikipédia são avaliadas por sua comunidade colaborativa de editores voluntários. Qualquer pessoa pode criar uma conta e fazer edições, mas, como há regras de boas práticas a seguir, como



Fotografias que compõem verbetes sobre a Comunidade Quilombola de Mata-Cavalo, a Igreja de São Lourenço dos Índios (*na página ao lado*); e sobre a história indígena (*no alto*); acima, apresentação de dança típica mato-grossense, que está na Wikimedia Commons

## Grupo Flor Ribeirinha.25.jp

Grupo Flor Ribeirinha, apresentaçã entre outros. S.O.S Rio Grande do

Paixao 677

Creative Commons Attribution-

Grupo Flor Ribeirinha.25.jpg |

[[File:Grupo Flor Ribeirinha.25.]

May 22, 2024

1,280 × 1,017

image/jpeg

More Details

$I + a - bv(t) + g$   
 $= (e^{\delta t} - g(t))/\tau$   
... aumenta-se o valo  
... derivadas temporais das  
... dispara-ou-rajada  
... oria feita a partir do m  
 $I + a - bv(t) + g$   
 $= \begin{cases} -h(t)/\tau^2, \\ [1 - h(t)]/\tau^2, \end{cases}$   
... do-se que caso  $v(t) =$   
... denotam, respectiv

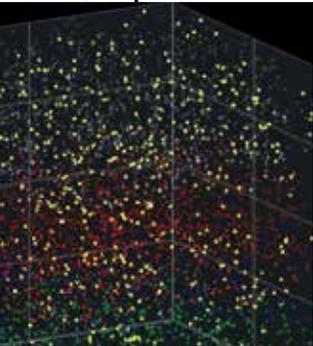


Imagem de modelos de disparos neuronais (acima) e fotografia que ilustra o verbete Movimentos de Mulheres Indígenas no Brasil

usar referências acadêmicas, tratar de temas de interesse amplo e evitar o excesso de citações do próprio trabalho, às vezes acontece de algum verbete ser contestado. Foi o que ocorreu com a historiadora Andressa Inácio, que cursa doutorado em história na UFF sob orientação de Garcia. Hoje, além de pesquisadora, ela integra a equipe de projetos do Wiki Movimento Brasil. Em 2020, quando estudava a história de mulheres indígenas no mestrado, resolveu criar um verbete sobre o 1º Encontro Global de Mulheres Indígenas, realizado virtualmente em setembro daquele ano.

**A** comunidade de editores da plataforma, porém, sugeriu que o texto fosse retirado. Nesses casos, abre-se um espaço para uma discussão em que membros com um certo *status* avaliam os atributos do verbete e os argumentos em favor da eliminação. “Eles julgaram que o tema não era tão notório, por ser um evento recente”, recorda-se. “A sugestão foi de que eu levasse o material para um verbete mais amplo”, conta. Inácio criou, então, uma nova página sobre os movimentos de mulheres indígenas no Brasil e, nela, inseriu o texto do evento. “Além de um meio de divulgação científica, a plataforma é um laboratório interessante para que os alunos pensem uma série de questões sobre história pública, campo que procura levar o conhecimento para além do ambiente acadêmico”, observa Garcia. “Ali, o historiador está em contato com um público que avalia seu trabalho e precisa reunir argumentos para manter seu texto no ar”, complementa.

Um verbete criado por estudantes do curso de história da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) também foi contestado pela comunidade da Wikipédia. Os alunos criaram uma página para o Núcleo de Documentação e Informação Histórica Regional, responsável pelo acervo da memória histórica do estado. Foi sugerida sua exclusão com o argumento de que se tratava de um tipo de propaganda para a UFMT, já que os alunos eram de lá e o núcleo está abrigado na uni-

versidade. “Nosso verbete foi discutido e explicamos que o Núcleo está registrado no Diretório Brasil de Arquivos, que não é apenas um órgão da universidade. Ao final, ele foi mantido”, conta a historiadora Caroline Mendes, da UFMT, que coordena um curso de extensão com foco em ampliar o conhecimento sobre a história e a cultura de Mato Grosso na plataforma.

“Notamos que havia poucas informações e referências acadêmicas sobre pessoas, locais e cultura popular do estado. Muita coisa é sobre o eixo Sul-Sudeste”, diz ela. Cerca de 40 alunos passaram pelo curso de extensão, que se encerra em julho. Eles criaram 22 verbetes e fizeram o upload de 1.600 fotos para a Wikimedia Commons. Parte da história da Terra Indígena Ponte de Pedra, além da escritora e musicista cuiabana conhecida como Dunga Rodrigues (1908-2001), autora de livros sobre a cultura e a história da região, foram alguns dos verbetes criados pelo projeto.

Durante uma atividade da universidade, em 2023, o estudante Gustavo Lira, de 23 anos, integrante do projeto de extensão, visitou a Comunidade Quilombola de Mata-Cavalo, próxima a Cuiabá, com colegas de turma. Lá, tiraram fotos e levantaram informações com moradores locais. Os dados deram origem a um verbete que conta a história da comunidade. “Aproveitamos para discutir questões de boas práticas acadêmicas, como o plágio, porque, nos textos, eles precisaram aprender a fazer a referência indireta, sem copiar o original”, diz Mendes.

O engenheiro eletricitista Marcio Eisencraft, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), também está elaborando um projeto de extensão para alunos de graduação que prevê em suas atividades a edição de verbetes da Wikipédia. A ideia surgiu depois de orientar um projeto de iniciação científica, em 2023, sobre modelos matemáticos que ajudam a compreender o funcionamento do cérebro humano, chamados disparos neurais. Um dos componentes do projeto foi criar ou melhorar textos da plataforma sobre o tema.

“A ideia era não limitar a pesquisa à parte teórica, mas ajudar a divulgar esses modelos e torná-los mais acessíveis para estudantes de língua portuguesa”, explica Eisencraft. O verbete de modelos de disparos neuronais foi um dos produzidos pelo estudante Ricardo de Biazzzi, de 23 anos, hoje já formado. “Complementei-o com informações que levantei na revisão bibliográfica da minha pesquisa”, conta Biazzzi. Durante o projeto de iniciação científica, ele criou e editou 24 verbetes que receberam 12,2 mil visualizações. A ideia de usar a plataforma em um projeto de pesquisa partiu de Eisencraft, que já editava artigos na Wikipédia. “Costumo consultá-la e noto problemas, como falta de informações mais claras ou de referências, e acabo consertando”, explica.

Ainda não há língua  
Disponibilize o conteúdo e  
+ Traduzir esta página  
✎ Editar hiperligações  
⚙ Abrir as definições d



Ligações externas

- Narrativas Damianas - C Federal de Goiás.
- Exposição Virtual Imagi

Este artigo sobre histó expandindo-o.



Summary [ edit ]	
Photographer	Wagner Souza e Silva, edito
Title	English: <i>Caiman latirostris</i> (
Description	English: Technique of bone
Date	8 January 2016, 10:44
Collection	Museum of Veterinary Ana
Notes	GLAMWiki with the Museum



A familiaridade com a edição de verbetes fez com que o físico Antonio Carlos Roque da Silva Filho, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, apostasse na criação de conteúdo na enciclopédia como uma das estratégias de divulgação científica do Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) em Neuromatemática (NeuroMat) – um dos centros apoiados pela FAPESP –, do qual é coordenador da área de inovação. Em 2008, ele já costumava estimular os alunos de escrita científica a melhorar verbetes na área de física. “O matemático Antonio Galves [1947-2023], primeiro coordenador do Cepid, também era um entusiasta da Wikipédia”, conta Roque.

Já um verbete que explica a perda auditiva gradual relacionada à idade, também chamada de presbiacusia, foi um dos que receberam diversas melhorias feitas por alunos e pesquisadores do projeto Saúde Auditiva, liderado pela Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) da USP. Nele, há explicações sobre como funciona o diagnóstico e o tratamento indicados, além dos tipos de aparelhos auditivos que podem auxiliar nesse processo. O projeto voltado a refinar conteúdos sobre saúde auditiva nas plataformas Wikimedia congrega outras seis universidades brasileiras e três estrangeiras, e contou com apoio da FAPESP entre 2022 e 2024.

Fotos produzidas para a Wikimedia Commons: acima, esqueleto de um jacaré-de-focinho-largo (*Caiman latirostris*) e pintura rupestre do sítio arqueológico de Santa Elina (MT)



**D**esde o início do NeuroMat, em 2011, jornalistas com bolsas da FAPESP na modalidade Mídia Ciência, de jornalismo científico, criam e editam os verbetes sobre matemática e neurociência em parceria com pesquisadores do centro. Em junho de 2024, os 8.700 verbetes criados e editados na Wikipédia pela equipe do projeto, entre outras colaborações inseridas nas plataformas Wikiversidade e Wikidata, em sua maioria em português, somavam 146 milhões de visualizações.

Segundo a fonoaudióloga Lilian Jacob, da FOB, coordenadora do projeto, nesses dois anos, 606 voluntários, incluindo alunos de graduação, pós-graduação, profissionais e pacientes, participaram de atividades educacionais ligadas ao projeto, que teve maratonas de edição de verbetes – as “editatonas” –, além de oficinas de edição e bolsas de iniciação científica. “Como resultados, 968 verbetes foram editados, 108 criados, 406 novas figuras foram carregadas no Commons, totalizando 19 milhões de visualizações”, diz ela.

Alguns dos tópicos editados pelo grupo receberam uma estrela no canto superior direito da página: são artigos destacados pela plataforma por serem de “excelente qualidade”. É possível deparar com algum deles ao fazer buscas sobre conceitos estatísticos de média, mediana e distribuição de probabilidade, por exemplo. O grupo também criou um verbete na área de neurobiologia, ao explicar o que é a lesão do plexo braquial, cujos sintomas envolvem o braço flácido ou paralisado. “É uma lesão pouco conhecida, mas muito comum no Brasil, que afeta principalmente motociclistas após acidentes de trânsito”, diz Silva Filho.

“Em vez de seguir a lógica das redes sociais, que é um ambiente competitivo, a base da Wikipédia é uma produção de conhecimento colaborativa. A ideia é incentivar a ciência aberta e acessível”, observa o cientista social Alexander Hilsenbeck, gestor de educação e difusão científica do Wiki Movimento Brasil, que, entre outras ações, oferece assistência, acesso a métricas e treinamento a professores universitários que queiram criar projetos nas plataformas da Wikimedia, de maneira gratuita. Em troca, eles se comprometem a enviar relatórios sobre as atividades realizadas. ■

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

# NOVO MARCO PARA PESQUISAS CLÍNICAS

Lei deve entrar em vigor no final de agosto e prevê a aprovação de projetos em uma única instância

Sarah Schmidt

**N**o final de agosto, deve entrar em vigor um novo marco jurídico para a realização de pesquisas científicas com seres humanos no Brasil. É quando será regulamentada pelo governo uma lei federal, sancionada em 28 de maio, que busca acelerar a aprovação de projetos, como os que envolvem ensaios clínicos de novos medicamentos e de tratamentos de doenças. A regulamentação, a cargo do Ministério da Saúde, ainda está sendo elaborada. A nova lei promete tornar a análise dos projetos mais rápida e descentralizada, uma vez que ela deve ocorrer em tramitação única e que os Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) de hospitais e universidades ganharão mais autonomia do que têm hoje. Ao mesmo tempo, os mecanismos que garantem a participação social na avaliação dos projetos podem ser reduzidos.

A lei que abrange todas as áreas do conhecimento determina que o sistema na-

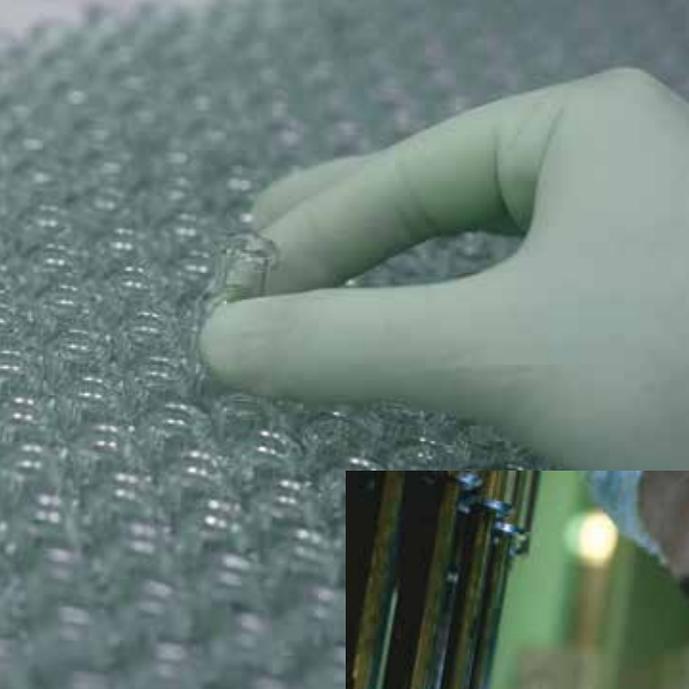
cional de ética em pesquisa com seres humanos seja composto por comitês de ética de instituições de pesquisa e por uma instância nacional, que ficará subordinada ao Ministério da Saúde. O sistema atual tem uma composição quase idêntica, com atribuições diferentes. Hoje, além de passarem pelos CEP, todos os projetos considerados de alto risco, como aqueles que envolvem genética humana, novos medicamentos ou que tenham coordenação ou patrocínio vindos do exterior, também precisam ser avaliados e chancelados pela instância federal, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), órgão do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Pelo novo regramento, tais projetos devem passar apenas pelos CEP acreditados. A nova instância nacional deverá avaliar eventuais recursos contra decisões dos comitês e terá o papel de treiná-los, credenciá-los e fiscalizá-los.

Seguem valendo os prazos similares aos já estipulados por resoluções recentes do CNS – 30 dias úteis para análise ética da pesquisa, após aprovação da

documentação por parte dos CEP, e 90 dias para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que avalia em paralelo as substâncias que devem ser usadas e, caso necessário, autoriza a importação de medicamentos. O processo deve se tornar mais célere ao dispensar a análise da Conep, que tinha mais 60 dias para fazer sua avaliação. “O CEP deverá ter mais autonomia nesse novo cenário. Isso é importante porque ele é um colegiado que domina a cultura daquele local, que conhece de fato aquele hospital ou ambiente”, afirma o farmacêutico e bioquímico Fernando de Rezende Francisco, gerente-executivo da Associação Brasileira de Organizações Representativas de Pesquisa Clínica (Abracro).

Para o médico Paulo Hoff, do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (Icesp) e da Rede D’Or São Luiz, em São Paulo, a dupla camada de aprovação levava a uma demora desnecessária. “Houve melhoras nos últimos anos, lideradas pela Conep. Mas é possível tornar o processo





Testes de novos medicamentos e de vacinas podem ganhar mais agilidade

4



5



6

mais ágil”, diz Hoff, que foi ouvido como cientista investigador e integrante da Sociedade Brasileira de Oncologia Clínica (Sboc) por comissões que analisaram o projeto de lei durante sua tramitação no Congresso Nacional. Segundo a Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa Clínica (Interfarma), em 2018, a média de tempo para uma pesquisa clínica ser aprovada no Brasil era de 215 dias, cerca de sete meses, enquanto essa média era de 113 dias na Argentina e 32 nos Estados Unidos. “Somos o oitavo mercado farmacêutico do mundo, mas ocupamos o 20º lugar no ranking dos que mais iniciam pesquisas clínicas. Temos grande potencial de crescer”, afirma Renato Porto, presidente-executivo da Interfarma.

O sistema atual, chamado de CEP/Conep, foi criado em 1996 e é vinculado ao CNS, órgão autônomo ligado ao Ministério da Saúde, com ampla participação de representantes da sociedade civil.

A lei menciona a criação de uma nova instância nacional, que fará o papel da

Conep, sob a coordenação da área técnica responsável pelo campo da ciência e tecnologia do ministério, sem fazer referência ao CNS. A possibilidade de haver essa mudança, que reduziria o controle social sobre o sistema, é alvo de dúvidas e de críticas. “Na nossa visão, esse seria um grande equívoco dessa lei”, avalia a fisioterapeuta Laís Bonilha, professora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e atual coordenadora da Conep. “Esse não seria o melhor lugar para uma instância, que tem como principal função proteger os interesses dos participantes de pesquisa, estar. Ao se afastar do controle social e ocupar espaços que tenham interesses conflitantes, aumentam as chances de surgir conflitos de interesse”, complementa.

Em sua avaliação, a nova instância, que ainda precisa ser regulamentada, deve ser a própria Conep. “Defendemos sua permanência no CNS. Na nossa interpretação da lei, isso seria possível”, observa Bonilha.

O especialista em bioética Ronildo Alves dos Santos, coordenador do CEP da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, enxerga ganhos e perdas na nova lei. “Finalmente temos uma legislação que trata da ética em pesquisa com seres humanos no Brasil”, afirma. “O grande prejuízo foi a perda de uma maior participação da sociedade com a saída do sistema do CNS”, diz. Outro ponto que ele destaca como negativo é a exigência no número de representantes dos chamados “participantes de pesquisa”, que representam grupos de voluntários que integram os ensaios clínicos, na composição dos comitês de ética. “Atualmente a Conep exige no mínimo dois por comitê, mas a nova lei reduziu para apenas um”, diz.

**H**ouve dois vetos presidenciais ao projeto final da lei, que ainda podem ser derrubados pelo Congresso Nacional. Foi revogada a necessidade de a participação de indígenas nos ensaios clínicos ser comunicada ao Ministério Público (MP), com a justificativa de que isso dificultaria a participação dessa população nos estudos. Outro veto diz respeito ao fornecimento de medicamentos e tratamento a pacientes no pós-estudo, quando a pesquisa é interrompida ou finalizada. O projeto de lei estabelecia um prazo de cinco anos para que o participante que necessitasse do tratamento o recebesse a cargo do patrocinador. Depois desse período, caso o produto chegasse ao mercado, deveria ser fornecido pelo plano de saúde ou pelo Sistema Único de Saúde (SUS). “O paciente não ficaria desassistido”, diz Rezende, da Abracro. Com o veto, seguem as normas atuais, com prazo indeterminado. “As pessoas que participam de pesquisa clínica têm o direito de ter acesso aos benefícios delas enquanto precisarem. Há casos de pessoas que têm doenças raras e muitas vezes só sobrevivem graças a esses tratamentos”, pondera Bonilha.

Procurado por *Pesquisa FAPESP*, o Ministério da Saúde informou, em nota, que as instruções normativas decorrentes da publicação da nova lei ainda estão em elaboração. “Por enquanto, até que a lei entre em vigor, o sistema CEP/Conep segue funcionando normalmente”, observa Bonilha. ■



## BOAS PRÁTICAS

# Desvios no labirinto da doença de Alzheimer

Autora de artigo da *Nature* que teve mais de 2,5 mil citações reconhece adulteração de imagens e pede retratação

**A** controvérsia em torno de um artigo que indicou uma possível causa da doença de Alzheimer, publicado em 2006 na revista *Nature*, deve ter um desfecho em breve com a retratação do estudo. A autora principal do *paper*, a neurocientista Karen Ashe, pesquisadora da Escola Médica da Universidade de Minnesota, em Minneapolis, nos Estados Unidos, reconheceu que o trabalho contém imagens adulteradas de resultados de testes *western blot*, método usado na biologia molecular para identificar proteínas, e anunciou ter pedido à *Nature*, juntamente com outros autores, que cancele sua publicação.

Em postagens no site PubPeer, Ashe sustentou que o problema nas figuras não afeta as conclusões do estudo e disse ter solicitado à revista primeiramente uma nota de correção, mas, como os editores acharam a solução insuficiente, o pedido de retratação se tornou “a única opção disponível para nós”. Em 2022, quando os problemas com o artigo vieram à tona, os editores da revista anexaram uma nota ao *paper* alertando os leitores de que as alegações estavam sendo investigadas e recomendando cautela ao usarem os resultados.

A retratação, uma vez confirmada, poderá desencadear cancelamentos ou correções de vários outros trabalhos. Isso porque a *paper* teve até hoje mais de 2,5 mil citações, ou seja, foi mencionado no texto e nas referências de ao menos 2,5 mil artigos. De acordo com o site Retraction Watch, que monitora retratações, seria a primeira vez que um estudo com tamanho número de citações é removido dos registros científicos.

A doença de Alzheimer é uma moléstia neurodegenerativa, que causa seis em cada 10 casos de demência e usualmente surge a partir dos 65 anos. O sintoma inicial costuma ser uma perda de memória recente, mas com o tempo evolui para dificuldades de linguagem, desorientação, alterações de comportamento e perda de controle das funções do corpo. Segundo os resultados do estudo do grupo de Karen Ashe, um peptídeo beta-amiloide denominado A $\beta$ \*56 foi encontrado em camundongos geneticamente modificados que desenvolviam um transtorno degenerativo muito semelhante ao Alzheimer.

Essa classe de peptídeo forma placas entre neurônios que são consideradas um dos marcadores de Alzheimer, ainda que tais aglomerados também sejam encontrados em pessoas que não manifestam a moléstia. O trabalho mostrou, ainda, que camundongos saudáveis que receberam injeções de A $\beta$ \*56 passaram a ter déficits de memória. Há muito tempo se busca, sem sucesso, um tratamento seguro e eficiente capaz de agir nessas placas para controlar ou reverter a doença. O artigo da *Nature* repercutiu porque parecia ter encontrado um alvo específico para o desenvolvimento de fármacos, o que até hoje não aconteceu.

Os problemas com o *paper* foram levantados no final de 2021 pelo neurocientista Matthew Shrag, da Universidade Vanderbilt, nos Estados Unidos, que investigava uma outra suspeita de má conduta relacionada à pesquisa da doença de Alzheimer. Ele foi contratado por um advogado para analisar artigos que embasaram o desenvolvimento de um medicamento experimental contra a enfermidade, o Simufilan, da empresa Cassava Sciences, que parece melhorar a cognição de pacientes ao reparar uma proteína capaz de bloquear os depósitos de peptídeos beta-amiloides no cérebro.

O advogado representava dois clientes, ambos neurocientistas, que viam falhas e fraudes nas pesquisas sobre o medicamento e fizeram operações de “venda a descoberto”, nas quais lucrariam caso as ações da Cassava caíssem. Em sua investigação, Shrag encontrou imagens duplicadas ou alteradas em diversos artigos relacionados ao fármaco. Dois desses *papers* foram retratados e está em curso uma investigação sobre uma possível manipulação de dados coordenada pelo Departamento de Justiça dos Estados Unidos, mas os ensaios clínicos do Simufilan, com mais de 400 pacientes, iniciados há três anos, não foram interrompidos.

Ao analisar a literatura científica sobre a enfermidade, o neurocientista observou que havia relatos sobre problemas também em outros estudos e o nome de um pesquisador chamou a atenção por aparecer em vários *papers* com imagens suspeitas: o francês Sylvain Lesné, da Universidade de Minnesota, que se incorporou ao grupo de Karen Ashe em 2002 como estagiário de pós-doutorado e hoje é líder de seu laboratório. Lesné é o primeiro autor do artigo da *Nature*, tendo sido responsável pela coleta de dados e imagens, enquanto Karen Ashe é a autora principal ou correspondente – seu nome é o último que aparece na lista. Lesné, que não se pronunciou sobre o caso, é o único dos sete autores do *paper* que não concordou com o pedido de retratação encaminhado à revista.

Uma investigação sobre o caso feita pela revista *Science* ampliou as dúvidas sobre a produção científica do grupo. Pesquisadores que tentaram reproduzir os resultados do artigo da *Nature* questionaram se a proteína A $\beta$ \*56 poderia ser mesmo detectada e obtida conforme foi descrito na publicação, colocando em dúvida se o efeito observado pode ser atribuído a ela. Karen Ashe sustenta que as conclusões do estudo são robustas. Recentemente, ela publicou um artigo na revista *iScience* em que afirma ter alcançado os mesmos resultados do trabalho de 2006.

Como a doença tem um elevado custo social e atinge com intensidade países desenvolvidos onde a expectativa de vida é maior, a pesquisa sobre ela atrai financiamento e mobiliza uma grande comunidade de cientistas. Segundo Shrag, as dificuldades de alcançar a cura ou o controle da enfermidade decorrem das suas características complexas e não têm relação com os casos de má conduta. Mas o neurocientista sustenta que os desvios éticos podem atrapalhar os esforços para combater a doença. O prejuízo se traduz em desperdício de dinheiro e de recursos humanos alocados para tentar replicar pesquisas fraudulentas.

Em outro caso recente de má conduta, foram retratados quatro artigos publicados pelo grupo de um especialista em Alzheimer, Domenico Praticò, da Universidade Temple, na Pensilvânia, Estados Unidos – três dos *papers* tinham indícios de manipulação de imagens e um evidências de autoplágio. Praticò está processando um ex-estudante de pós-graduação, a quem atribui a manipulação das imagens.

A microbiologista Elisabeth Bik, especialista em adulteração de imagens científicas (*ver* Pesquisa FAPESP n° 310), disse ao site Medscape Medical News que os episódios de fraude e manipulação de imagens em estudos sobre Alzheimer parecem ser um efeito colateral indesejado das recompensas, tais como bolsas, prestígio e dinheiro para pesquisa, oferecidas a quem publica trabalhos de impacto acerca da enfermidade. “Há falsas esperanças sendo dadas a pacientes de Alzheimer e a suas famílias”, afirmou. ■

Fabrcio Marques

## Fornecedora de animais para pesquisa paga multa recorde por maus-tratos a beagles

**A** empresa Envigo, uma das principais fornecedoras de animais para pesquisa nos Estados Unidos, declarou-se culpada por violar leis de bem-estar animal e de saneamento do país e reconheceu que tratou de forma negligente milhares de cães da raça beagle em um criadouro em Cumberland, no estado da Virgínia. “Ficamos aquém dos nossos padrões de bem-estar animal e ambiental e pedimos desculpas ao público pelos danos causados pela nossa conduta”, informou, em um comunicado, a Inotiv, controladora da Envigo.

Os responsáveis pela empresa fizeram um acordo na Justiça para pagar US\$ 35 milhões em multas, indenizações e investimentos na melhoria de instalações. Esse valor inclui uma multa de US\$ 11 milhões por negligência com os beagles – a mais alta já aplicada no país com base na Lei de Bem-estar Animal – e de outros US\$ 11 milhões por lançamento

em rios do esgoto não tratado do criadouro de cães. Também serão destinados mais de US\$ 13 milhões em projetos de defesa do bem-estar animal. A Envigo vai pagar US\$ 1,1 milhão à Força-tarefa de Combate aos Animais da Virgínia, US\$ 1,9 milhão à Humane Society dos Estados Unidos e US\$ 3,5 milhões à National Fish and Wildlife Foundation. A empresa ainda assumiu o compromisso de investir US\$ 7 milhões na modernização de seus criadouros.

Em 2022, uma operação do Departamento de Justiça dos Estados Unidos apreendeu 4 mil cães em instalações sujas e superlotadas da empresa em Cumberland. Antes do resgate, o Serviço de Inspeção de Saúde Animal e Vegetal do Departamento de Agricultura havia identificado uma série de irregularidades no criadouro, como condições insalubres, eutanásia de cães sem anestesia, cadelas mal alimentadas amamentan-

do filhotes e a morte de mais de 300 animais por “causas desconhecidas”. “Há registros de 25 filhotes que morreram por exposição ao frio, de larvas encontradas na comida de cachorro e de animais com problemas de saúde sem receber tratamento”, disse Lindsay Hamrick, diretora da organização não governamental Humane Society. Também havia queixas sobre a incompetência de um veterinário encarregado de tratar e fazer cirurgias em cães, que a Envigo se recusava a substituir.

O resgate causou comoção e mobilizou voluntários e entidades de defesa dos animais para encontrar lares para os animais. Alguns cães chegaram a ser adotados por personalidades públicas, como o príncipe Harry, do Reino Unido, que vive nos Estados Unidos, e o governador do estado de Nova Jersey, Phil Murphy. A Envigo fechou as instalações em Cumberland e não cria mais beagles.

## Pesquisador aposentado se diz discriminado em acordo para publicação em acesso aberto

**U**m professor emérito da London School of Economics (LSE) criticou os acordos para publicação de artigos científicos em acesso aberto celebrados por editoras e universidades do país por discriminarem pesquisadores aposentados como ele. Patrick Dunleavy, um especialista em políticas públicas, tem 72 anos. Ele trabalhou durante 45 anos como pesquisador na LSE e como executivo da editora da instituição, até se aposentar em novembro do ano passado, mas decidiu manter a atividade acadêmica. Há alguns meses, submeteu um artigo para publicação na revista *Political Quarterly*, mas foi alertado de que teria que pagar do próprio bolso uma taxa de publicação de £ 2,3 mil, o equivalente a mais de R\$ 15 mil. Isso porque, como ele não pertence mais aos quadros da LSE, não está coberto pelo acordo a partir do qual universidades financiam a publicação em acesso aberto de artigos de seus pesquisadores. Esse acordo foi celebrado entre o Joint Information Systems Committee, uma organização ligada a universidades do Reino Unido, e editoras como a Wiley, responsável pela *Political Quarterly*.

Dunleavy disse à revista *Times Higher Education* que seus trabalhos têm relevância. Ainda são lidos por pesquisadores e gestores de políticas públicas e foram incluídos na produção científica da LSE apresentada ao Research Excellence Framework, o sistema de avaliação de pesquisa do Reino Unido. Segundo ele, pesquisadores eméritos ainda podem contribuir para a academia e muitos querem seguir publicando. Por isso, considera injusto receber tratamento diferente dos colegas na ativa.

### CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



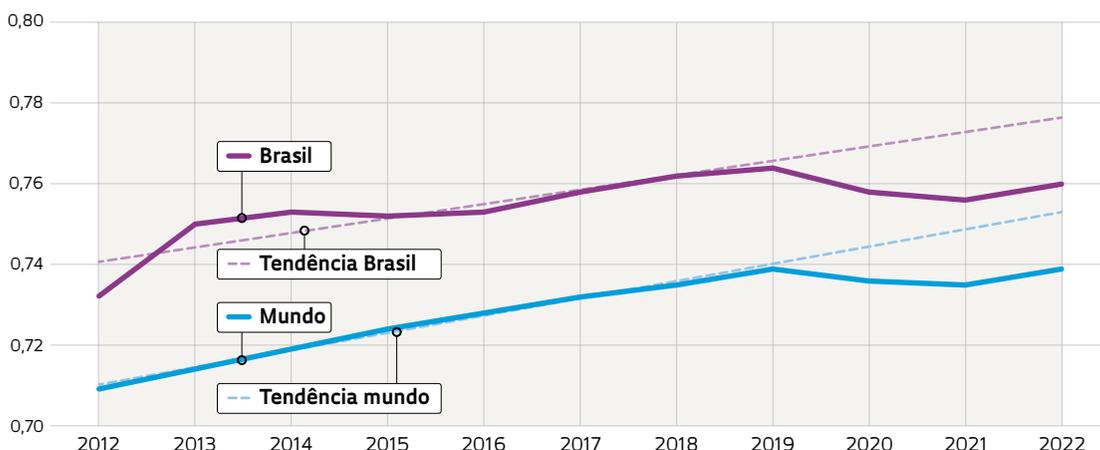
Entre no QR Code para assinar nossas newsletters



- ▶ Em março, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publicou o “Relatório do Desenvolvimento Humano 2023-2024”. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida sintética com três dimensões básicas: longevidade, escolaridade e renda
- ▶ O PNUD publica esse indicador desde 1990, mas a partir de 2010 sua série histórica tem sido revista para contemplar mudanças no universo de países e nas metodologias de cálculo. O último relatório incluiu 193 países e territórios e mostrou o Brasil na 89ª posição, duas abaixo da registrada em 2021 (87ª). O valor do IDH do Brasil, em 2022, foi de 0,760, ligeiramente maior que o registrado em 2021 (0,756). Mesmo assim, o país perdeu posições, pois outros países ampliaram seus indicadores com maior intensidade
- ▶ A pandemia de Covid-19 provocou forte impacto no comportamento do IDH no Brasil e no mundo. O exercício representado no gráfico abaixo permite estimar esse impacto, ao comparar a evolução do indicador e a súbita mudança de trajetória em 2019 em relação à sua tendência esperada até aquele ano

### IDH E SUA TENDÊNCIA PRÉ-PANDEMIA

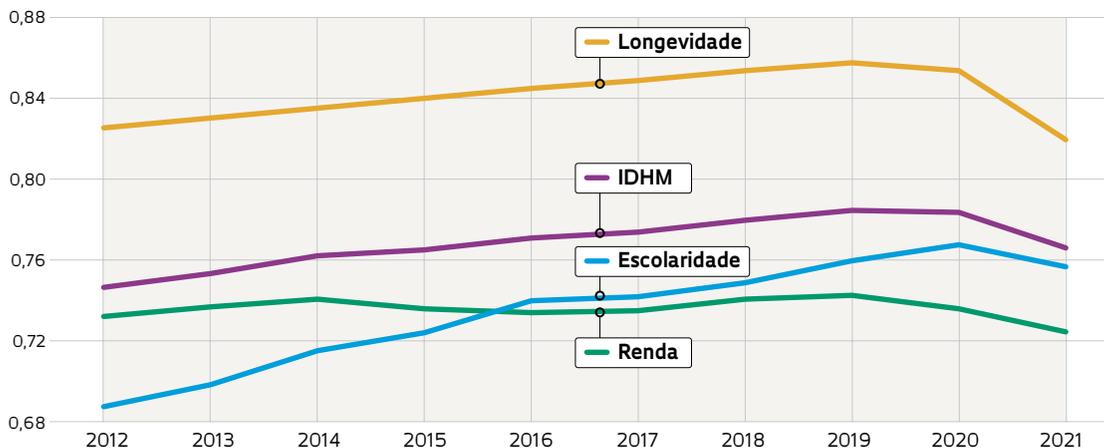
Mundo e Brasil: 2012-2022



- ▶ Em face da tendência estimada pela regressão linear calculada a partir dos valores do período 2012-2019, hoje, o IDH do mundo estaria num patamar 1,9% abaixo do esperado, enquanto o do Brasil se situaria em patamar ainda menor: 2,1% inferior ao seu valor esperado
- ▶ Embora o relatório de 2012-2019 não contenha os valores dos componentes do IDH do Brasil para o período recente, outro documento, que trata do IDH municipal (IDHM) de 2021, permite aprofundar a análise dessa trajetória, ainda que seus indicadores não sejam plenamente comparáveis. O gráfico abaixo mostra, pela evolução do agregado nacional do IDHM, que o maior impacto negativo da pandemia ocorreu no indicador de longevidade. Entre 2019 e 2021, esse indicador específico se retraiu em 4,5%, enquanto os associados à escolaridade e à renda variaram -0,39% e -2,6%, respectivamente

### EVOLUÇÃO DO IDHM E SEUS COMPONENTES

Brasil: 2012-2021



FONTES: PNUD – RELATÓRIO DO DESENVOLVIMENTO HUMANO 2023-2024 (<https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data/#/countries/bra>, DADOS EXTRAÍDOS EM 28/05/2024); PNUD – PAINEL DO IDHM (<https://www.undp.org/pt/brazil/deseenvolvimento-humano/painel-idhm>, DADOS EXTRAÍDOS EM 29/05/2024)

ELABORAÇÃO: FAPESP/DPCTA/GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO, ESTUDOS E INDICADORES - GIP

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Experiência chinesa que usa soluções baseadas na natureza ganha destaque após devastação de áreas urbanas por chuvas extremas, como no Sul do país

Frances Jones

# A ONDA DAS CIDADES-ESPONJA



Parque de Manguezais de Sanya, na China: projeto do arquiteto Kongjian Yu, um dos idealizadores do conceito de cidades-esponja



FOTO KONGJIAN YU/TURENSCAPE

**C**omo proteger as cidades, que abrigam a maioria da população do planeta, dos eventos climáticos extremos, previstos para aumentar em número e intensidade com o aquecimento global? Da China, uma resposta aos desafios relacionados à água – seja excesso ou falta – vem com o sugestivo nome de cidade-esponja.

Um programa de governo local baseado nesse conceito foi lançado no fim de 2014, depois de grandes enchentes assolarem Beijing, a capital chinesa, dois anos antes. Uma de suas metas era reter localmente entre 70% e 90% da média anual das águas da chuva aplicando tecnologias e princípios da chamada infraestrutura verde e do desenvolvimento urbano de baixo impacto (LID).

Desenhado para prevenir inundações, melhorar a qualidade da água e aliviar os impactos das ilhas de calor urbanas, o projeto abrange atualmente 30 cidades-esponja-piloto no país asiático, entre elas Beijing, Xangai, Sanya e Wuhan. A ideia é que o sistema de drenagem urbana funcione como uma esponja, absorvendo, armazenando e purificando a água das chuvas para que depois possa ser reutilizada.

Muitas das soluções empregadas nessas localidades (ver *infográfico na página 40*) são inspiradas em elementos de sistemas conhecidos há tempos por nomes diferentes em outros países: LID, nos Estados Unidos e no Canadá; sistemas de drenagem urbana sustentável (Suds ou Sus-Drain), no Reino Unido e em outras nações europeias; e design urbano sensível à água (WSUD), na Austrália e na Nova Zelândia, como observaram pesquisadores chineses em artigo científico publicado em 2017 na revista *Water*.

Esses termos, dispositivos e práticas foram reunidos na literatura sob o guarda-chuva da infraestrutura verde – em oposição à infraestrutura cinza, do concreto, cimento e asfalto. Mais recentemente, passaram a ser designados como soluções baseadas na natureza (SbN). Já o conceito cidade-esponja, formulado na China, ganhou força a partir dos anos 2010. Todos eles mimetizam elementos da natureza ou trazem a natureza para dentro da infraestrutura urbana,

como explica um grupo de autores estrangeiros em trabalho divulgado no periódico *Urban Water Journal*, em 2015.

Um ponto em comum entre essas tecnologias é que elas confrontam o paradigma de drenagem urbana que vigorou ao longo do século XX, que era o de afastar a água rapidamente dos terrenos urbanizáveis. “Como solução baseada na natureza, as cidades-esponja se contrapõem à maneira histórica como o urbanismo se relacionou com as águas”, diz a urbanista Raquel Rolnik, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

“A proposta do urbanismo desde o fim do século XIX e, sobretudo, no século XX é de um urbanismo contra as águas. Há uma tentativa de afastar a presença delas da cidade. Com isso, investe-se em sistemas de canalização de rios, aterramento de várzeas, enterramentos de canais e drenagem subterrânea. É uma estratégia de ganhar o máximo possível de terrenos para lotear, que impermeabiliza áreas urbanas”, afirma a pesquisadora, prefeita do *campus* da USP no Butantan, na capital paulista.

A resposta chinesa, que toma forma nas 30 cidades-piloto, ganhou notoriedade após sua implementação. “O exemplo da cidade-esponja mostra que é possível adotar um desenho sustentável de drenagem urbana”, defende o arquiteto paisagista e urbanista Paulo Pellegrino, da FAU-USP, estudioso das melhores práticas para controle de enchentes e águas pluviais urbanas e autor de vários artigos sobre o tema.

“Os projetos de Kongjian Yu, um dos pioneiros das cidades-esponja, e de outros especialistas chineses mostraram que dá para implantar essas intervenções, superando as críticas de que não haveria espaço para isso”, diz Pellegrino. “Onde havia rios canalizados, Yu trabalhou para recriar margens com banhados, várzeas, áreas úmidas e de transição. Além de reduzir a velocidade de escoamento, criou espaço para o espraiamento das águas.”

Os idealizadores do conceito de cidade-esponja uniram os conhecimentos tradicionais milenares dos camponeses que lidavam com as águas, como o terraceamento (construção de terraços em áreas

# AS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Tecnologias verdes contribuem para resolver problemas associados à água em áreas urbanas



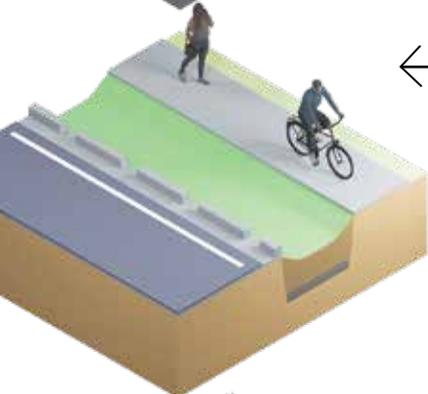
## Jardim de chuva

Depressão topográfica, já existente ou construída, para receber o escoamento da água da chuva vinda de telhados ou de áreas impermeabilizadas vizinhas. Sua capacidade de retenção pode ser limitada



## Canteiro pluvial

É um jardim de chuva compactado em pequenos espaços. Pode ou não ter uma área para infiltração ou para verter a água em caso de chuvas maiores do que as estimadas



## Biovaleta

Construída em geral em depressões lineares preenchidas com vegetação, solo com composto orgânico e outros elementos filtrantes, assemelha-se ao jardim de chuva, mas costuma dirigir a água para um sistema convencional de retenção ou outro lugar



## Teto verde

Vegetação plantada em telhados e lajes sobre uma faixa de solo com capacidade para absorver a água das chuvas. Reduz o calor, contribui para a eficiência energética do imóvel e atrai vida silvestre

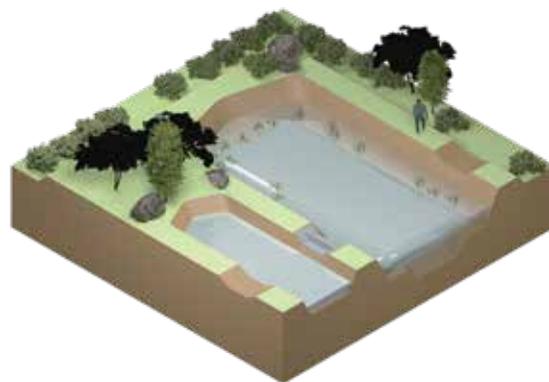


## Parque linear

Intervenção construída ao longo de um rio ou córrego. O cinturão de vegetação é maior no comprimento do que na largura. Pode conectar áreas verdes, controlar enchentes, recuperar o ecossistema e abrigar atividades de lazer e cultura

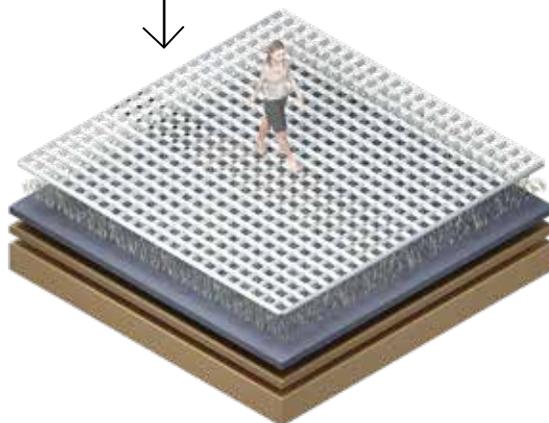
## Lagoa pluvial

Funciona como bacia de retenção e recebe o escoamento superficial por drenagens naturais ou tradicionais. Parte do volume captado permanece retida entre os eventos de chuva. Recupera a qualidade da água e pode virar um local de lazer



## Piso permeável ou drenante

Apropriado para vias com pouco tráfego, como passarelas, praça de pedestres, calçadas e estacionamentos, usa materiais porosos que permitem a percolação da água das chuvas. Reduz o escoamento superficial e remove poluentes



FONTES "INFRAESTRUTURA VERDE: UMA ESTRATÉGIA PAISAGÍSTICA PARA A ÁGUA URBANA", "SPONGE CITY THEORIES AND APPLICATIONS: A STUDY OF THE LANDSCAPE PLANNING IN LEINFELDE-WORBIS" E "PARQUES LINEARES: NOVO MODELO INTEGRAL LAZER E MEIO AMBIENTE NA CIDADE DE SÃO PAULO"

de vertentes de montanhas para evitar a erosão do solo), às novas tecnologias do Ocidente para desenvolver seus projetos.

Em entrevista concedida a *Pesquisa FAPESP*, Yu destacou que mesmo uma metrópole como São Paulo poderia ser transformada em uma cidade-esponja, mas faz uma ressalva. “É preciso resolver o problema das inundações em duas escalas: na urbana e no nível regional. São necessários os sistemas de esponja urbano e regional na gestão das bacias hidrográficas”, pondera o especialista, fundador da Faculdade de Arquitetura e Paisagem da Universidade de Pequim e presidente do escritório Turenscape.

“Se as autoridades públicas estão determinadas a resolver o problema, um governo forte e organizado pode transformar o município em uma cidade-esponja resiliente à água em cinco anos [ver íntegra da entrevista no site de *Pesquisa FAPESP*]”, defende Yu.

**C**om ou sem o selo de cidade-esponja, experiências com soluções baseadas na natureza para a questão da drenagem das águas pluviais têm se proliferado pelo mundo. Copenhague, na Dinamarca, Malmö, na Suécia, a cidade-estado de Singapura, Portland, nos Estados Unidos, Amsterdã, nos Países Baixos, já adotam elementos do gênero para lidar com as águas.

A maioria dos textos científicos que usam o termo cidade-esponja é escrita por pesquisadores chineses, como indicado por um artigo de revisão sistemática da literatura publicado há dois anos por um grupo da Universidade de Pernambuco na revista *Research Society and Development*. Entre os 25 artigos analisados, 19 haviam sido realizados na China. A resiliência às inundações foi a maior contribuição encontrada nas cidades estudadas, apontou o trabalho.

Os desafios e as limitações do modelo, porém, também são discutidos. Um artigo de revisão di-

vulgado em *Water Science & Technology*, em 2023, mostra que 19 das 30 cidades-piloto da China registraram inundações após a implementação das soluções. “Cidade-esponja, LID e outros sistemas de manejo alternativo das águas pluviais não podem ser tratados como um modelo que se adapta a todo o mundo, uma vez que dependem das características fisiológicas da reservação [da água] em questão, do clima regional e dos parâmetros hidráulicos e hidrológicos”, ressaltam os autores.

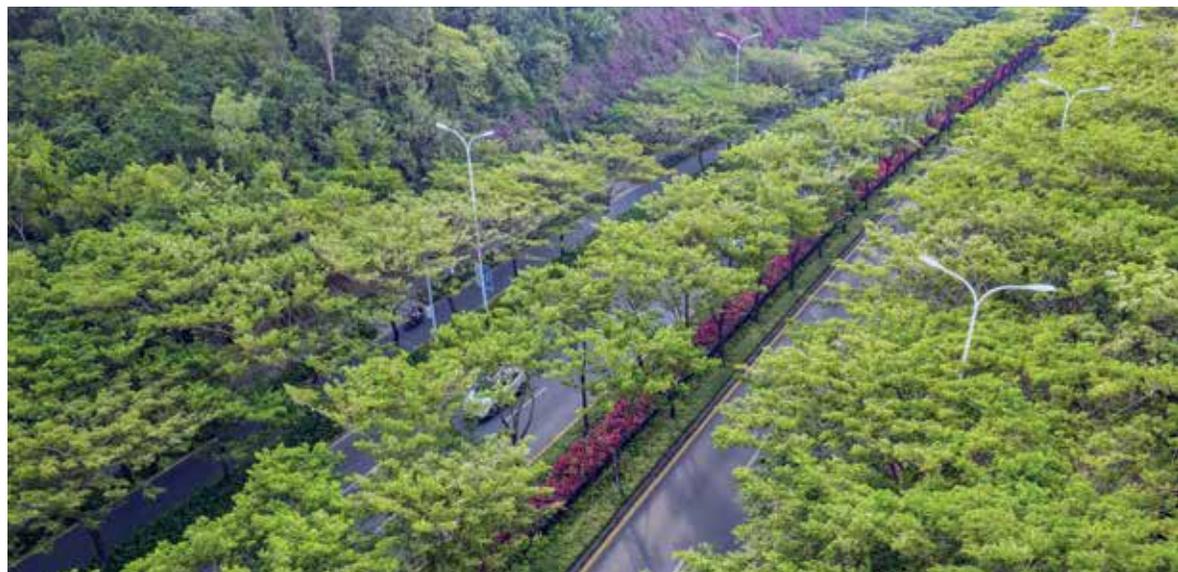
Os pesquisadores mencionam que é mais fácil implementar o modelo em localidades mais novas, em comparação às estabelecidas há mais tempo, por essas terem menos terrenos vazios. Até mesmo a parceria público-privada estimulada na China durante a construção das cidades-esponja é questionada, já que a participação do setor privado permanece insignificante, segundo o estudo.

Muitos desafios apareceram depois das obras prontas, resultado de erros durante a construção, como a adoção do tipo errado de vegetação, ou dificuldades de manutenção. “As cidades-esponja não são uma solução mágica capaz de eliminar as inundações ou lidar com qualquer precipitação intensa, mas podem adiar o pico de fluxo e diminuir a sua intensidade”, afirmam os autores do artigo.

#### ENXURRADAS E PISCINÕES

Uma cidade-esponja, explica Pellegrino, da FAU, parte do princípio de que uma bacia hidrográfica apresenta três comportamentos distintos ao longo de sua extensão. O primeiro acontece na divisa da bacia, nas cabeceiras, onde a água começa a escorrer. “Nesse ponto, é preciso adotar estratégias para reter a água na fonte, como a construção de jardins de chuva, lagoas pluviais e pisos permeáveis”, diz.

Depois, há as encostas da bacia, onde as águas vão descendo para o fundo do vale. “Nessas regiões intermediárias, é preciso reduzir a velocidade do escoamento. É possível usar biovaletas, canteiros pluviais e muita vegetação.”



Via Fenghuang: rodovia de 12 quilômetros na província chinesa de Hainan ganhou soluções baseadas na natureza idealizadas por Yu

Por fim, é preciso criar espaços para acomodar as águas que chegam ao ponto mais baixo, onde originalmente estavam as várzeas. “Porto Alegre e o Vale do Taquari estão justamente nesse local. É preciso pensar em estruturas e espaços para receber essa água. Isso não é novidade. Parece que sofremos de uma amnésia coletiva”, diz Pellegrino, referindo-se ao predomínio atual da infraestrutura cinza das cidades.

**A** mudança do paradigma de drenagem da água, segundo especialistas, vem se dando há cerca de 30 ou 40 anos, com a percepção de que o modelo usado nas décadas passadas não resolveria a questão das grandes chuvas. A resposta hegemônica primeira, afirmam, foi a criação de piscinões, grandes reservatórios urbanos cobertos ou não, com o objetivo de reter as águas dos temporais. Mas essas estruturas, comuns em São Paulo, apresentaram limitações funcionais e urbanísticas, afirmam.

“Um dos processos mais perigosos relacionados à água da chuva em encostas é a enxurrada, que

é a água descendo o morro em alta velocidade. Os piscinões não resolvem isso, porque ficam em fundos do vale”, ressalta a arquiteta e urbanista Luciana Travassos, da Universidade Federal do ABC (UFABC). “Eles são percebidos como fraturas urbanas de complexa articulação com as demais infraestruturas das cidades”, diz a pesquisadora.

Travassos coordena o projeto Territórios da Água, que propõe a elaboração de um programa de conservação e recuperação de áreas de preservação permanente (APP) no município de São Paulo. Apoiado pelo Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP, o trabalho tem parceria da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente do município de São Paulo e do Observatório Nacional dos Direitos à Água e do Saneamento (Ondas).

A maior parte das APP paulistanas abrange uma faixa de proteção de 30 metros de cada margem dos rios e cursos d’água, diz a especialista. O projeto proposto por seu grupo, iniciado em fevereiro, inclui o uso de SbN nas áreas ao longo dos rios e córregos da cidade. Prevê também o estudo das políticas adotadas para as áreas de preservação permanente nas duas últimas décadas. Os pesquisadores querem avaliar como os rios e as suas margens foram tratados nas políticas públicas municipais, bem como suas características, se há assentamentos precários, loteamentos e outras infraestruturas ocupando as APP, o que condiciona as possibilidades de intervenção. “A partir daí, vamos elaborar critérios de priorização e gestão, com base na justiça ambiental, e definir uma bacia-piloto para trabalhar”, informa Travassos.

Especialistas brasileiros têm desenvolvido projetos em linha com as iniciativas adotadas pelas cidades-esponja. “As soluções não tradicionais, como jardins de chuva, telhado verde e reservatórios domiciliares, são cada vez mais empregadas”, comenta o engenheiro civil e sanitário Marcelo Obraczka, professor do curso de engenharia sanitária e meio ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), coautor de um artigo sobre jardins de chuva publicado no ano passado no periódico *Mix Sustentável*. “Não se pode, contudo, abrir mão completamente das soluções de drenagem urbana convencionais.”

Também na Uerj, a arquiteta Luciana Mattos dos Anjos Galdino, da Divisão de Engenharia e Infraestrutura do Instituto Nacional de Câncer (Inca), fez de seu mestrado profissional concluído em 2022 um estudo de caso para a aplicação do conceito de cidade-esponja na praça da Cruz Vermelha, no Rio de Janeiro.

“Trabalho há 13 anos no Inca, localizado no centro da cidade, entre a Lapa e a Central do Brasil. Além de ser um eixo viário, conta com muita circulação de pessoas. Mesmo com pouco volume

Telhado verde em prédio da avenida Paulista e jardim de chuva no bairro de Pinheiros, ambos em São Paulo



de chuva, a região alaga e vira um caos”, diz. No estudo, ela propõe a construção de praças-piscina em duas áreas, a fim de armazenar o volume excedente de água pluvial, e a adoção de piso permeável, jardins de chuva e telhado verde.

### O PROBLEMA DE SÃO PAULO

A arquiteta e urbanista Adriana Sandre, fundadora do escritório de arquitetura Guajava, em São Paulo, e docente da FAU-USP, reconhece que não é fácil fazer equipamentos-esponja grandes como os construídos pelos chineses em áreas adensadas como as de várias bacias hidrográficas, a exemplo do Anhangabaú e do Pirajussara, na capital paulista. “Seria necessário desapropriar grandes áreas, e em São Paulo isso é difícil”, diz a pesquisadora, que participou da elaboração de cerca de 20 cadernos de bacias hidrográficas do município de São Paulo, com os projetos imaginados pela prefeitura.

Ela afirma ter incluído nos cadernos – instrumentos que visam a redução de inundações e alagamentos na cidade – algumas SbN descentralizadas e reservatórios anfíbios, evitando a alternativa dos piscinões de concreto. Cita como exemplo o caso previsto para o Vale do Anhangabaú, onde foram projetados poços de infiltração – instrumento que em muitas cidades é obrigatório para aprovação da planta do imóvel a ser construído –, terraços de chuva e bioaletas na avenida 9 de Julho, que passa ao lado.

**U**m dos projetos atuais da pesquisadora é a investigação de como lidar com os efeitos das mudanças climáticas em áreas periféricas das cidades. “Que tipo de projeto é passível de ser aplicado em favelas, muitas delas situadas em fundos de vale? Como transpor a ideia das cidades-esponja, que têm grandes áreas de recuperação, para uma de alta densidade construtiva?”, pondera Sandre, que atuou como consultora do programa Periferia Viva – Urbanização de Favelas, previsto para ser lançado em breve pelo governo federal.

Para Pellegrino, da USP, embora seja uma tarefa desafiadora, é possível fazer de São Paulo uma cidade mais esponjosa, mesmo com as áreas de várzea dos rios Tietê e Pinheiros urbanizadas. “Há um cardápio de opções, uma multiplicidade de elementos em várias escalas que podem ser usados na cidade. Cabe ao governo municipal, aos empreendedores e à população avaliar que soluções são essas e onde é possível encaixá-las”, afirma. “A ideia é não levar rapidamente e concentrar as águas nos pontos baixos. Mesmo nas antigas várzeas dos rios, existem espaços que podem ser aproveitados para retenção, como canteiros, praças, parques e estacionamentos.”



Apesar de projetos pontuais em São Paulo adotarem soluções baseadas na natureza e de retenção da velocidade das águas, o movimento das obras vai na direção contrária e a infraestrutura cinza prevalece. “Conduzir as águas acelerando ladeira abaixo só aumenta a bola de neve. Essa visão ainda prevalece”, comenta Pellegrino. Rolnik, da FAU-USP, concorda. “O plano diretor de São Paulo, aprovado no ano passado, não privilegia as soluções baseadas na natureza. O complexo imobiliário-financeiro define o tipo de produto imobiliário que será feito na cidade e o político-empregador define a natureza das obras públicas e das intervenções”, afirma.

Os especialistas ressaltam a importância de reverter esse cenário, já que a capital paulista se situa em áreas de cabeceira da bacia do rio Tietê, com uma complexa rede hidrológica, formada por mais de 1.500 quilômetros de pequenos córregos, parte deles canalizados e cobertos. Mesmo assim, defendem, há oportunidades de intervenção, especialmente considerando a necessidade de urbanizar favelas, muitas delas ocupando margens de rios e córregos.

“O conceito de cidade-esponja é muito importante em vários aspectos para conter inundações na Região Metropolitana de São Paulo, especialmente na capital e no ABC paulista”, diz Travassos, da UFABC, primeira autora de um artigo sobre o tema publicado na *Frontiers in Sustainable Cities*, em 2022. “É essencial trabalhar com a ideia de uma cidade-esponja que seja um híbrido entre soluções verdes e cinza, abrangendo desde pequenos reservatórios nos imóveis até os parques lineares, nas áreas de preservação permanente, em rios e córregos. Para isso, será necessário haver uma articulação com projetos de habitação de interesse social.” ■

Piscinão em Vila Prudente, na capital paulista, durante sua fase construtiva

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



# EFEITO TURBINADO

Aquecimento global e El Niño aumentaram a frequência e a intensidade da chuva que caiu no Rio Grande do Sul

Marcos Pivetta

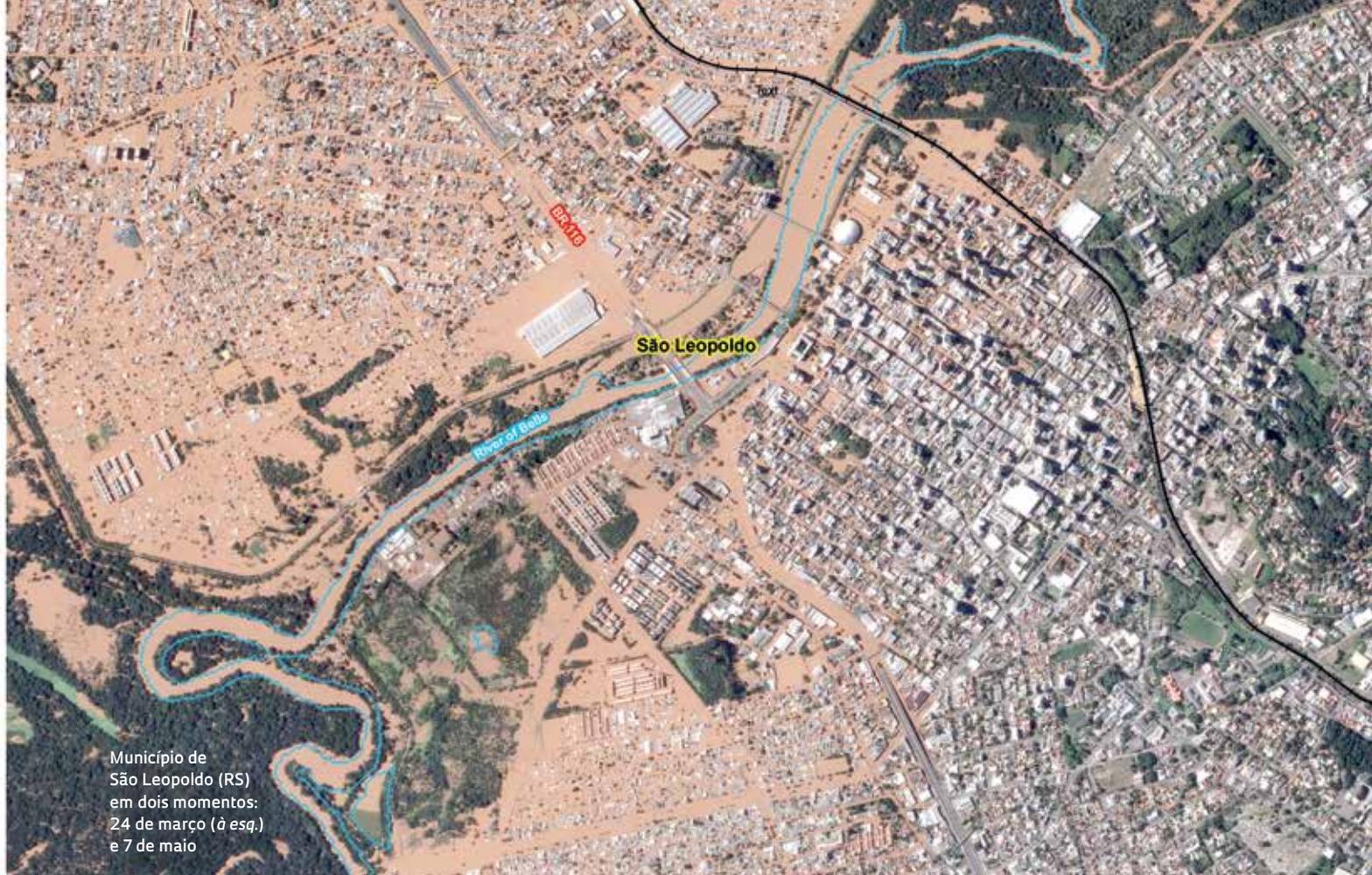
**U**m estudo coordenado por pesquisadores do Imperial College de Londres, no Reino Unido, com a coautoria de dois brasileiros, concluiu que as mudanças climáticas induzidas por atividades humanas e o fenômeno natural El Niño (aquecimento excessivo das águas do centro-leste do Pacífico equatorial) tornaram as chuvas extremas que caíram no Rio Grande do Sul entre o final de abril e o início de maio mais intensas e frequentes.

Segundo o trabalho, divulgado em junho na forma de um relatório científico de 56 páginas, somente o aquecimento global fez com que a precipitação acumulada no estado nesse período fosse de 6% a 9% maior do que teria sido sem o aumento da temperatura do planeta. “O principal resultado do estudo foi que as mudanças climáticas dobraram a chance de eventos como esse de maio de 2024 no Rio Grande do Sul”, comenta a oceanógrafa Regina Rodrigues, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), uma das autoras da análise.

Nas condições atuais, em que o clima do planeta aqueceu, em média, cerca de 1,2 grau Celsius (°C) em relação à temperatura do período pré-industrial (de meados do século XIX), as chuvas extremas que caíram ao longo de 10 dias em boa parte do Rio Grande do Sul são um evento previsto para se repetir a cada 100-250 anos. Se o aquecimento global atingir 2 °C, o tempo de retorno para um episódio semelhante de pluviosidade acentuada será de apenas 20-30 anos, de acordo com o estudo.

Entre 24 de abril e 4 de maio, choveu, em média, mais de 420 milímetros (mm) em boa parte do estado, o equivalente a três meses de precipitação. Porto Alegre e várias cidades gaúchas foram inundadas pelas águas de rios que transbordaram. Além de prejuízos materiais bilionários, até 18 de junho, os alagamentos prolongados tinham provocado a morte de 177 pessoas e o desaparecimento de 37 indivíduos, além de terem produzido 580 mil desabrigados e levado quase 40 mil pessoas a viverem em abrigos provisórios.

O peso do El Niño, um fenômeno que ocorre a intervalos irregulares de dois a



Município de São Leopoldo (RS) em dois momentos: 24 de março (à esq.) e 7 de maio

sete anos com implicações no clima de várias partes do planeta, foi levemente maior do que o das mudanças climáticas nas chuvas extremas em território gaúcho. Segundo o relatório, o aquecimento excessivo das águas do Pacífico equatorial fez com que a pluviosidade exacerbada no Rio Grande do Sul fosse de 3% a 10% mais intensa e aumentou de duas a cinco vezes a probabilidade de esse tipo de evento extremo ocorrer. “As mudanças climáticas estão amplificando o impacto do El Niño no Sul do Brasil e tornando um evento que era extremamente raro mais frequente e intenso”, comenta Rodrigues.

O trabalho do grupo do Imperial College, coordenado pela climatologista alemã Friederike Otto, faz parte de uma nova linhagem de estudos que tentam identificar se um evento extremo recém-ocorrido, como uma onda de calor severa ou uma chuva exagerada, foi amplificado pelo aquecimento global ou representa apenas uma variabilidade natural do clima. São os chamados estudos de atribuição climática, que passaram a ser feitos no início da década passada. Otto é a principal expoente da área.

Esse tipo de análise é feito logo em seguida à ocorrência de eventos extremos, quando a opinião pública ainda está focada nas consequências de um desastre climático, e não costuma ser publicado em periódicos com revisão por pares. “Já existe toda uma metodologia pronta, publicada em revistas científicas e validada por seus pares, para a realização dos estudos de atribuição”, explica o climatologista Lincoln Muniz Alves, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), também coautor do novo trabalho sobre as chuvas extremas no Rio Grande do Sul.

*Grosso modo*, os estudos de atribuição chegam às suas conclusões por meio da análise dos resultados obtidos por vários modelos climáticos computacionais. Esses sistemas, que tentam reproduzir a dinâmica do clima na Terra, estimam a intensidade e a probabilidade de um evento extremo ocorrer em duas condições distintas: no cenário atual, com emissões de gases de efeito estufa que levaram ao nível atual de aquecimento global, e no período pré-industrial, antes do aparecimento das mudanças climáticas induzidas pelo ho-

mem. Dessa forma, é possível identificar e até quantificar o peso da mão humana em eventos extremos.

No caso específico do estudo sobre as chuvas de abril/maio no Sul, também foi simulada a influência da presença e da ausência do El Niño sobre a intensidade e a frequência da pluviosidade. “O destaque desse trabalho, como nos demais de atribuição, é a comprovação do sinal da mudança do clima no evento”, diz Muniz Alves. “Nem todo evento extremo, seja na sua magnitude ou frequência, pode ser atribuído à mudança do clima. Por isso, é importante fazer esse tipo de análise.”

O estudo ainda destaca que as chuvas no território gaúcho produziram um grande desastre porque os sistemas de barragem e contenção das águas no estado falharam em seu objetivo. O desflorestamento e a urbanização rápida de certas áreas, como no entorno de Porto Alegre, também aumentaram o impacto das chuvas. ■

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



MUDANÇAS CLIMÁTICAS

# CALAMIDADE PREVISTA

Falta de manutenção e falhas de projeto impediram o sistema de contenção de enchentes de proteger Porto Alegre das águas do Guaíba

Meghie Rodrigues



Centro histórico de Porto Alegre em 6 de maio, com o cais do porto (na parte inferior da foto) e o Mercado Público (na parte central) sob água

**N**o mês de junho, em meio à maior catástrofe socioambiental e climática do Rio Grande do Sul, a engenheira civil Luciana Paulo Gomes foi taxativa. “Isso certamente vai acontecer de novo e precisamos estar preparados”, advertiu a pesquisadora do programa de pós-graduação em engenharia civil na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), em São Leopoldo, Região Metropolitana de Porto Alegre.

Ela se referia às chuvas intensas e contínuas que atingiram 478 dos 497 municípios gaúchos nos dois meses anteriores e deixaram parte da capital do estado embaixo d’água (ver Pesquisa FAPESP nº 340). Apenas em maio, Porto Alegre recebeu 513,6 milímetros de precipitação, quase cinco vezes o volume médio do mês. Toda essa água se somou à dos rios que alimentam o lago Guaíba, à frente da capital, e a cidade acabou inundada. Imagens de uma Porto Alegre submersa correram o mundo e o aeroporto Salgado Filho, um dos mais importantes do Brasil, tornou-se inoperante por tempo indeterminado. Dos 81 bairros da cidade, 46 foram atingidos. Cinco pessoas morreram e 13 mil ficaram desabrigadas.

Especialistas consultados por Pesquisa FAPESP asseguram que o estrago causado pelas inundações deste ano poderia ter sido bem menor, caso o sistema de proteção contra o transbordamento, instalado há 54 anos nas regiões norte e central da cidade, tivesse funcionado adequadamente.

“Não teríamos 10% da inundação que vimos em Porto Alegre se esse sistema, que é robusto e eficiente até a cota de 6 metros [m], tivesse recebido a manutenção corriqueira mínima”, afirma o engenheiro eletricista Vicente Rauber. Especialista em planejamento energético e ambiental, Rauber foi diretor de 1990 a 1992 do Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) da cidade, absorvido

em 2017 pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos, o DMAE. Ele lembra que em 2014 havia um plano para a modernização do sistema antienchentes da cidade. “À época, o governo federal havia liberado R\$ 124 milhões para obras, mas, na ausência de estudos necessários para o projeto de continuidade, o dinheiro voltou para a União em 2019”, conta.

O engenheiro ambiental Fernando Fan, do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS), tem avaliação semelhante. “O sistema de proteção foi bem concebido e a parte central de Porto Alegre deveria estar protegida mesmo que o lago Guaíba atingisse 6 m acima de seu nível normal”, explica. “Mas, quando a água chegou lá pelos 4,5 m, víamos falhas acontecendo. Isso possivelmente teria sido evitado se não houvesse negligência histórica na manutenção desse sistema e fossem feitos eventuais aprimoramentos.”

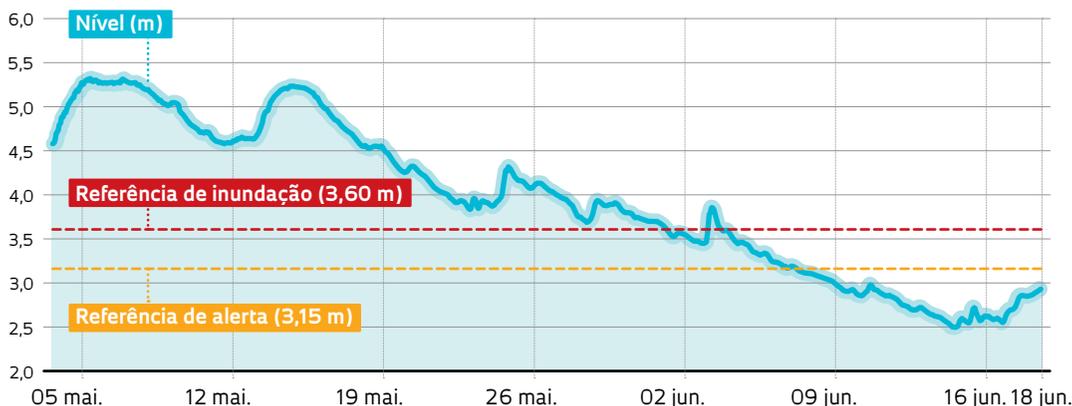
A preocupação com enchentes e inundações tem sido uma constante para a população de Porto Alegre, cidade limitada a norte pelo rio Gravatá e a oeste pelo lago Guaíba. Com boa parte de seu relevo plano, ela está cerca de 10 m acima do nível do mar, mas está apenas 3 m mais alta que o Guaíba. Nos últimos 100 anos, algumas inundações históricas marcaram a vida dos porto-alegrenses. A maior e mais conhecida ocorreu em 1941, quando, em 10 dias, o Guaíba subiu 4,75 m e invadiu a área central da cidade – esse havia sido o nível mais elevado que o lago atingiu até os eventos de 2024. Duas outras inundações importantes, em 1965 e em 1967, levaram a cidade a planejar um sistema de proteção contra as cheias.

## O SISTEMA

Erguido no início dos anos 1970 pelo então Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), o sistema de proteção é formado por

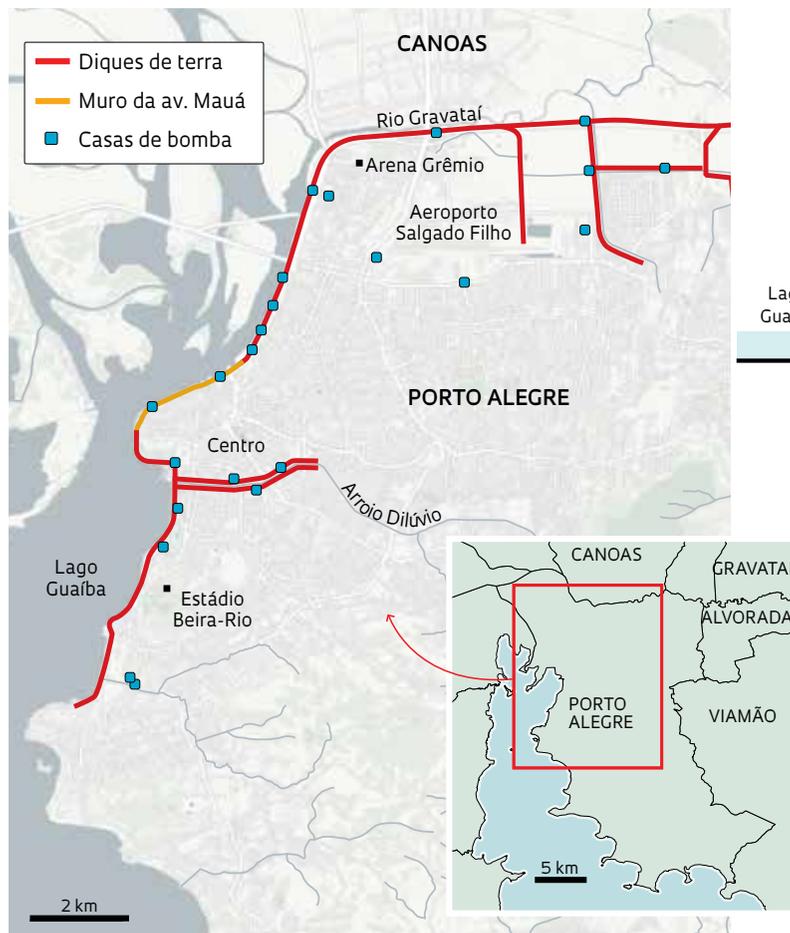
## ACIMA DA COTA

Evolução do nível do lago Guaíba entre o início de maio e meados de junho



# BARREIRA CONTRA INUNDAÇÕES

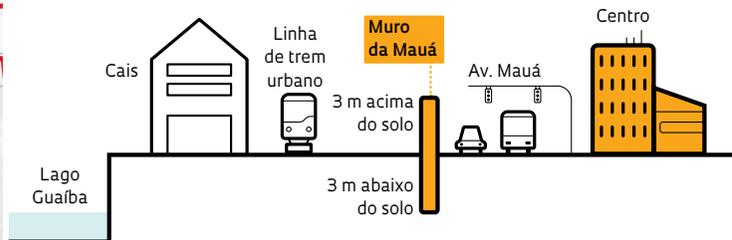
Com 68 km de extensão, sistema de diques margeia o rio Gravataí e o lago Guaíba



FONTE PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO – PORTO ALEGRE / PMPA

68 quilômetros (km) de diques, barreiras elevadas às margens do Gravataí e do Guaíba que circundam a cidade (*ver mapa acima*). Feitos de terra, esses diques são estruturas reforçadas que se erguem a 3 m acima do nível do solo – e a 6 m acima do nível médio do Guaíba. Sobre eles passam vias importantes, como a BR-290, conhecida como Freeway, ao norte, ou as avenidas Castelo Branco (bairro de Navegantes), Edvaldo Pereira Paiva (bairro Praia das Belas) e Diário de Notícias (bairro Cristal). Próximo ao centro histórico da cidade, entre o terminal rodoviário e o bairro Praia das Belas, o dique de terra é substituído por uma cortina de concreto de 3 m de altura e 2,6 km de extensão, conhecida como Muro da Mauá, que separa a avenida de mesmo nome do cais do porto. O sistema de proteção tem ainda ao menos cinco diques de terra (alguns incompletos), chamados de internos, que penetram nos bairros margeando riachos para evitar que transbordem.

O Muro da Mauá é uma cortina de concreto de 3 m de altura que separa o cais do porto da avenida Mauá entre o terminal rodoviário e o bairro Praia das Belas



Ao longo dos diques externos, sobre os quais passam avenidas e estradas, e do Muro da Mauá, há 14 comportas de ferro. “Se o nível do lago começa a subir muito, elas são fechadas para evitar inundações na área urbana”, explica o engenheiro civil Carlos Tucci, professor aposentado do IPH.

**E**m 23 pontos do sistema de contenção, há estações de bombeamento, as chamadas casas de bomba, desenhadas para drenar o excesso de água da chuva e, por meio de dutos subterrâneos, injetá-lo no Guaíba e nos riachos próximos. Segundo Fan, do IPH, esse sistema de bombeamento tem pressão suficiente para, quando tudo funciona bem, lançar a água da cidade no lago e nos arroios, impedindo que retorne, mesmo após eles terem transbordado.

O sistema foi planejado para proteger a cidade de uma inundação como a de 1941 e tem uma margem de segurança de 1,25 m em relação ao maior nível atingido naquele ano, de 4,75 m. Antes de o sistema ficar pronto, um aumento de 3 m no nível do Guaíba alagava o cais e o centro de Porto Alegre. Se essa estrutura estivesse funcionando como o esperado, seria, em princípio, suficiente para conter a enchente deste ano porque em 5 de maio, no auge da crise, o Guaíba alcançou 5,33 m. Uma sequência de falhas, no entanto, impediu o sistema de funcionar adequadamente.

No início de maio, 19 das 23 casas de bombas foram inundadas pela chuva e tiveram de ser desligadas da rede elétrica por causa do risco de eletrificar a água e causar acidentes. Assim, em vez de mandar água para fora da cidade, os dutos dessas estações serviram como canal de entrada para as águas do Guaíba.

Foi o que se viu, por exemplo, no bairro Menino Deus, na região centro-sul da capital gaúcha. Em 5 de maio, no primeiro pico de cheia, a casa de bombas da região parou de funcionar por falta de

geradores e o bairro inundou. “No segundo pico, em 14 de maio, quase tão grande quanto o primeiro, havia geradores e o bairro ficou seco”, conta o engenheiro ambiental Iporã Possantti, aluno de doutorado do IPH e autor de um mapa interativo do potencial de inundação das áreas de Porto Alegre.

“Nesse caso, houve falha de projeto”, afirma Tucci. “Nos dutos das 23 estações de bombeamento deveriam existir válvulas *flaps*, que se fecham quando as bombas não funcionam, evitando que a água do lago entre na cidade.” Outra deficiência é a localização do sistema elétrico dessas estações. “Deixar a parte elétrica desse sistema abaixo do nível de cheia não é uma boa solução”, afirma Gomes, da Unisinos. “Uma modificação a ser pensada agora é a elevação dessas estruturas.”

As comportas também não bloquearam a entrada de água do Guaíba. “Em várias delas, não havia vedação entre as placas de metal e o dique de concreto. São materiais diferentes e o fechamento exige manutenção para funcionar efetivamente”, relata a pesquisadora. Fan, do IPH, testemunhou a falha. Em maio, no auge das cheias, ele e colegas do instituto visitaram algumas dessas comportas logo que a chuva cessou. “Vimos pelo menos uma comporta com um vão de cerca de 20 centímetros. Houve problema de vedação”, conta.

Outro problema é que a altura parece não ser uniforme em toda a extensão dos diques. No bairro Sarandí, zona norte de Porto Alegre, um deles se rompeu por galgamento. “Isso acontece quando a água passa por cima do dique e provoca erosão”, explica Fan.

Por causa do grande volume de água acumulada no centro histórico, em 17 de maio, a prefeitura teve de derrubar a comporta de número 3, na avenida Mauá, para permitir o escoamento da água para o Guaíba. “Agora estamos bloqueando esse trecho com sacos de areia”, relata Gomes.

O receio dela de que problema se repita no futuro tem fundamento. Modelagens climáticas indicam que eventos extremos como os que atingiram Porto Alegre este ano e em 2023 aumentarão em frequência e intensidade. “Sabemos que,

com as mudanças do clima, haverá uma redução no número total de ciclones extratropicais, porém deve ocorrer um aumento dos mais intensos”, diz o meteorologista Manoel Gan, pesquisador aposentado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). “Uma atmosfera mais quente armazena mais vapor-d’água. E mais calor gera ainda mais evaporação, aumentando a disponibilidade de água na atmosfera. Como resultado, deve chover com mais intensidade”, explica. A previsão é que eventos desse tipo afetem 1.942 municípios brasileiros.

**O**s pesquisadores sabem que o custo para reduzir os danos é muito mais alto do que o investimento necessário para preveni-los. Tucci, do IPH, trabalhou em um estudo encomendado pela prefeitura de Porto Alegre em 2023 para calcular os custos da recuperação do sistema de drenagem e proteção contra enchentes da cidade. “Seriam R\$ 4 bilhões para recuperar todo o sistema, R\$ 400 milhões apenas para reparar as casas de bomba”, afirma. Depois de executado o projeto, a operação e a manutenção do sistema custariam R\$ 200 milhões por ano. O prejuízo financeiro de não ter realizado a recuperação ainda está sendo calculado, mas deve ficar em algo entre R\$ 6 bilhões e R\$ 8 bilhões, apenas para a capital, segundo reportagem do jornal *O Globo*.

Uma ação que poderia mitigar o problema no futuro é alterar o ordenamento territorial urbano, com o planejamento de uso do solo para garantir áreas permeáveis, a previsão de áreas para reservatórios de detenção de águas, além da definição de requisitos de permeabilidade e sustentabilidade para os novos empreendimentos. Para o engenheiro civil Rodolfo Scarati, do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, não existe uma resposta única que solucione todos os problemas das áreas urbanas. “Cada bacia hidrográfica tem um comportamento próprio e exige uma resposta específica”, diz. Por isso, é preciso fazer estudos meticolosos para que seja possível se antecipar a desafios conhecidos. Quando há um desastre, sempre ocorrem problemas que não se consegue antever. “O que vimos em Porto Alegre ainda nem é, em termos estatísticos, o pior que poderia acontecer”, alerta Scarati.

Para Rauber, um estudo meticoloso e integrado de bacias é urgente. Ele defende uma estrutura responsável pelo saneamento que conte com apoio federal e abranja as bacias hidrográficas. “É preciso que o saneamento deixe de ser o ‘patinho feio’ das pesquisas. É importante ter mais estudos sobre drenagem urbana e inundações e é essencial que as recomendações sejam de fato seguidas.” ■

Água do Guaíba se acumula na avenida Mauá em frente a uma das comportas do sistema de contenção de cheias



# UM POTENCIAL MODELO PARA O ALZHEIMER

Pesquisadores brasileiros identificam as lesões características da enfermidade neurodegenerativa humana no cérebro de macacos-prego

Giselle Soares

**A** medida que envelhecem, os macacos-prego, um dos primatas mais inteligentes das Américas, podem apresentar no cérebro os mesmos tipos de lesão que caracterizam a doença de Alzheimer. Pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e do Centro de Primatologia da Universidade de Brasília (UnB) identificaram em dois animais idosos – um de 29 e outro de 33 anos – tanto as placas de peptídeo beta-amiloide, formadas pelo acúmulo desses fragmentos de proteína ao redor dos neurônios, quanto os emaranhados neurofibrilares de proteína tau, que se concentram no interior dessas células e as matam. Nem as placas nem os emaranhados foram encontrados no cérebro de um animal adulto jovem, de 9 anos. Os achados foram publicados em março na revista *Scientific Reports* e podem, segundo os autores, abrir caminho para que os macacos-prego sejam adotados como um modelo natural para estudar a evolução e o tratamento da doença de Alzheimer, a forma mais comum de demência nos seres humanos (ver Pesquisa FAPESP nº 329).

A ideia de verificar se algo semelhante ao Alzheimer ocorria também em macacos-prego sur-

giu anos atrás, quando o neurologista Ricardo Nitrini, da FM-USP, estudioso da epidemiologia das demências no Brasil e um dos coordenadores da pesquisa, conheceu a psicóloga Maria Clotilde Tavares. Especialista em neurociência e comportamento, Tavares já coordenava o Centro de Primatologia da UnB, onde viviam os animais usados no estudo. “Esperamos a morte natural deles antes de realizar a avaliação do tecido cerebral”, relata Nitrini.

Com tamanho variando de 35 a 48 centímetros (sem a cauda) e pesando até 4,8 quilos, os macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) estão entre os primatas não humanos mais comuns das Américas. No Brasil, vivem em praticamente todos os biomas, dos mais úmidos, como a Amazônia e a Mata Atlântica, aos mais secos, como o Cerrado e a Caatinga. Eles atraem o interesse de quem investiga o declínio cognitivo porque, além de abundantes, apresentam habilidades manuais e comportamentos mais sofisticados do que outros macacos, como o uso e a produção de ferramentas para caçar ou extrair castanhas, algo ensinado de uma geração para outra (ver as reportagens “Ferramenta masculina”, “Macacos-prego já usavam ferramentas no período pré-Colombiano”, disponíveis apenas no site, e Pesquisa FAPESP



nº 259). A essas características, somam-se outros dois fatos. Neles, o tamanho do cérebro em relação ao do corpo – o chamado quociente de encefalização, um indicador de inteligência – é superior ao da maioria dos outros primatas não humanos, e eles têm o cérebro anatomicamente mais semelhante ao das pessoas, com dobras e sulcos, do que outras espécies de macacos, em particular as nativas do continente.

“Esses animais têm uma plasticidade comportamental muito grande e se adaptam a diferentes ambientes. Acredito que, com esse estudo, eles passarão a ser mais valorizados para a investigação das doenças neurológicas”, conta Tavares, da UnB. “Os macacos-prego têm uma vida longa, que pode chegar aos 40 anos em cativeiro. Isso deve permitir estudar como a degeneração cerebral afeta, com o tempo, as habilidades desses animais”, comenta o primatólogo Tiago Falótico, pesquisador e atual presidente da organização não governamental Neotropical Primates Research Group (NeoPREGo). Falótico investiga o uso de ferramentas e a evolução cultural dos macacos-prego e não participou do trabalho publicado na *Scientific Reports*, realizado com financiamento da FAPESP, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da

Alzheimer’s Association e dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos.

Até algum tempo atrás, os neurologistas e os neurocientistas supunham que a doença de Alzheimer fosse uma enfermidade exclusivamente humana, porque não se conheciam outros animais que apresentassem simultaneamente os dois tipos de lesão típicos dela. Essa ideia começou a mudar em 2008, quando a equipe do neurocientista Lary Walker, da Universidade Emory, nos Estados Unidos, relatou em um artigo publicado no *The Journal of Comparative Neurology* ter encontrado placas de peptídeos beta-amiloide e emaranhados de proteína tau no cérebro de um chimpanzé fêmea de 41 anos.

**O** riginários da África, esses grandes símios são os primatas vivos evolutivamente mais próximos dos seres humanos. Ambos compartilharam um ancestral comum entre 7 milhões e 5 milhões de anos atrás e têm quase 99% do genoma idêntico. Por essa razão, do ponto de vista biológico, os chimpanzés pareciam um bom modelo para investigar a evolução e o tratamento de enfermidades que afligem o *Homo sapiens*, entre elas a doença de

Capazes de construir ferramentas, macacos-prego podem servir de modelo para estudar o declínio cognitivo

Alzheimer. Mas manter um chimpanzé em laboratório é caro – o custo passa dos US\$ 20 mil por ano, segundo algumas estimativas – e esses animais correm risco de extinção (restam menos de 300 mil na natureza). Além disso, há pouco mais de uma década, as diretrizes de pesquisas com animais se tornaram mais rígidas (ver reportagem na página 12). As autoridades de saúde nos Estados Unidos e na Europa passaram a recomendar que os chimpanzés só fossem usados para investigar doenças humanas quando não existisse outro modelo disponível nem fosse possível, por impedimento ético, realizar os testes em pessoas.

**D**iante da impossibilidade de fazer certos experimentos com seres humanos, os pesquisadores têm avançado na compreensão dos fenômenos por trás do Alzheimer e na busca de potenciais tratamentos mais eficazes a partir de estudos iniciais com modelos nem sempre ideais. Os experimentos geralmente começam com cultura de células em laboratório, que permitem investigar o padrão de ativação de genes e as modificações nas vias bioquímicas que ocorrem na enfermidade, e avançam para os testes com roedores, quase sempre camundongos, capazes de revelar como a doença afeta alguns aspectos cognitivos. A variedade de modelos que já se tentou empregar para compreender como a doença se instala e evolui é grande. Inclui de vermes a moscas-da-fruta; de peixes a outros primatas, como lêmures e algumas espécies de macaco. Nenhum, porém, reproduz fiel e completamente o que ocorre no cérebro humano.

Os invertebrados, por exemplo, são vantajosos em certas situações, porque compartilham com os seres humanos alguns genes relevantes para a doença de Alzheimer e se reproduzem mais rapidamente do que os mamíferos. Mas, embora possam ser úteis para aprender sobre as vias bioquímicas afetadas na doença, não são ideais para estudar tratamentos porque nem sempre os efeitos que os compostos produzem neles são observados em animais com sistema nervoso mais complexo.

De longe os mais utilizados nas pesquisas, os roedores permitem observar alguns efeitos comportamentais da doença, como a perda da memória espacial, e certos benefícios de potenciais terapias. Mas não permitem reproduzir integralmente a enfermidade. “Camundongos e ratos não desenvolvem espontaneamente as placas de peptídeo beta-amiloide nem os emaranhados de proteína tau, embora o primeiro tipo de lesão ocorra naturalmente nos exemplares idosos de um roedor chamado degu, que vive no Chile”, conta o bioquímico Sergio Teixeira Ferreira, da

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que investiga as causas do Alzheimer.

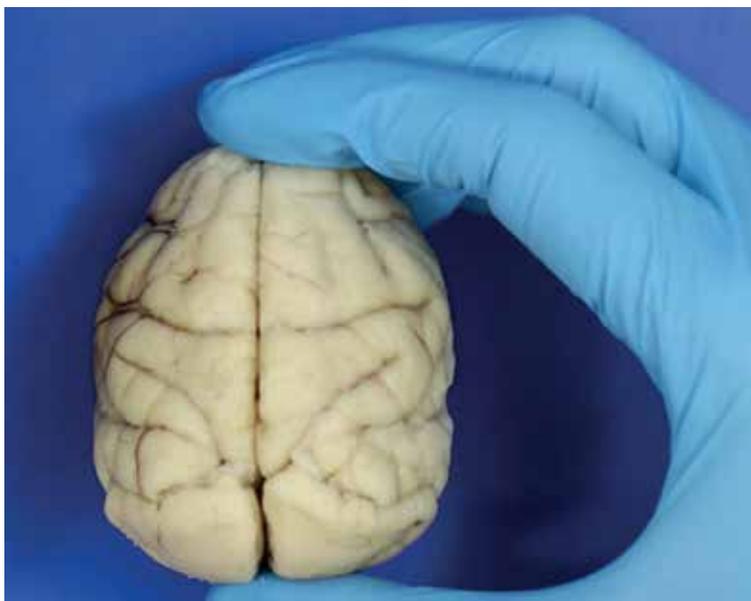
Há pelo menos duas décadas, os pesquisadores tentam contornar essa limitação manipulando artificialmente os animais. Uma das estratégias é alterar geneticamente os roedores para que produzam placas de beta-amiloide ou emaranhados de tau. Outra, desenvolvida pelo grupo da UFRJ, consiste em injetar fragmentos (oligômeros) do peptídeo beta-amiloide diretamente no cérebro do camundongo. “Isso causa alterações muito parecidas com as da doença de Alzheimer, inclusive a perda de memória”, explica Ferreira.

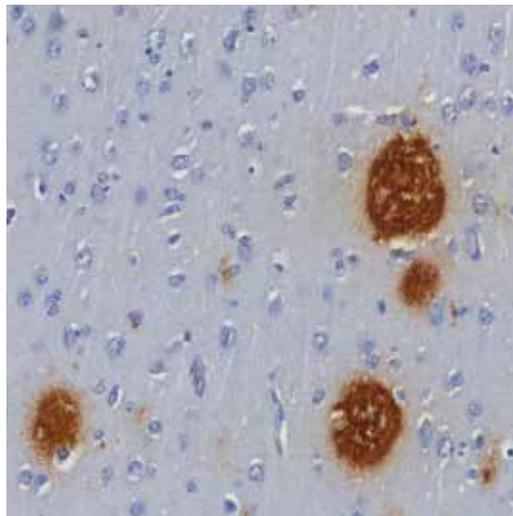
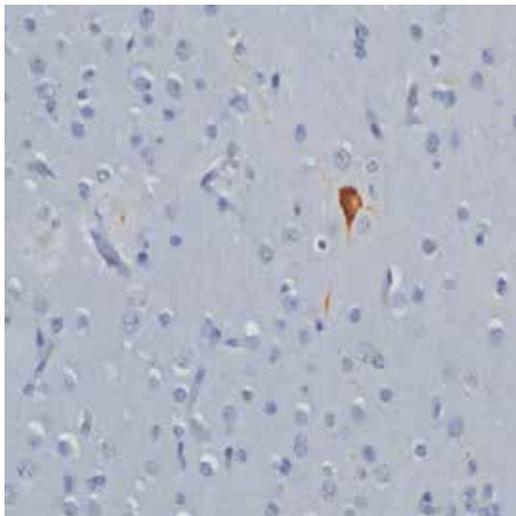
Mesmo assim, o que ocorre com os roedores pode ser bem diferente do que acontece no cérebro das pessoas. Os camundongos, por exemplo, só compartilham 85% do seu genoma com os seres humanos e têm um cérebro anatomicamente bem mais simples. Nos roedores, o órgão apresenta uma proporção maior de neurônios do que de outras células – no cérebro humano, a composição é de aproximadamente um para um. Essa diferença, estimam alguns pesquisadores, pode fazer a doença progredir nos animais de maneira distinta da que evolui nos seres humanos.

“Apesar do sucesso, os modelos bidimensionais de células e os modelos animais só conseguem capturar uma fração dos mecanismos da doença de Alzheimer, porque são incapazes de recapitular a estrutura, a função e a diversidade celular específicas do cérebro humano”, escreveram o bioengenheiro Donghui Zhu e colaboradores da Universidade Stony Brook, nos Estados Unidos, em um artigo de revisão publicado em 2022 na revista *Bioengineering and Translational Medicine*.

Uma maneira de diminuir a lacuna entre a doença humana e os modelos animais é usar espécies filogeneticamente mais próximas que desenvolvam

Alto quociente de encefalização: macacos-prego têm cérebro (imagem real) proporcionalmente grande em relação ao corpo





Emaranhado de proteína tau (à esq.) e placas de peptídeo beta-amiloide (ao lado), ambos em marrom, encontrados no cérebro de macacos-prego

espontaneamente a patologia típica do Alzheimer. “Trabalhar com modelos naturais permite observar um quadro mais realista, mais semelhante ao que acontece com os seres humanos”, afirma Analia Arévalo, neurocientista especialista em linguagem e pesquisadora do Laboratório de Pesquisa em Cirurgia Experimental da FM-USP, que não participou do estudo da *Scientific Reports*.

**M**esmo entre os primatas, com arquitetura cerebral mais complexa do que os roedores e evolutivamente mais próximos dos seres humanos, ainda não se encontrou um modelo perfeito. Placas de peptídeo beta-amiloide já foram registradas em macacos rhesus (*Macaca mulatta*), macacos-cinomolgo (*Macaca fascicularis*), saguis-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*) e lêmures-rato-cinza (*Microcebus murinus*), mas nem sempre elas ocorrem simultaneamente aos emaranhados de proteína tau, embora os animais possam apresentar déficit cognitivo. Outra diferença está nas regiões cerebrais em que essas placas e emaranhados se formam. Nos seres humanos, elas ocorrem com mais frequência no hipocampo, área associada à aquisição e consolidação da memória, enquanto nos saguis e nos macacos rhesus são mais comuns em áreas associadas às emoções (sistema límbico) ou à audição (córtex temporal).

Nesses dois aspectos, os macacos-prego parecem oferecer um modelo mais próximo à doença humana: eles apresentaram as placas de beta-amiloide e os emaranhados de proteína tau, e essas lesões afetaram tanto o córtex quanto o hipocampo. Os pesquisadores ainda detectaram neles sinais de neuroinflamação, assim como ocorre nos seres humanos. “Nenhum outro primata do Novo Mundo usado nos estudos é tão

inteligente como o macaco-prego, que fabrica as próprias ferramentas e consegue ficar em posição bípede por bastante tempo”, diz a neurocientista Roberta Diehl Rodriguez, primeira autora do estudo da *Scientific Reports*. “Além disso, é o primata do Novo Mundo que apresenta as alterações neuropatológicas mais similares às dos seres humanos”, afirma.

Para que os macacos-prego se tornem efetivamente um modelo da doença de Alzheimer, porém, os pesquisadores precisarão confirmar a ocorrência das lesões em um número maior de animais e caracterizar como elas afetam o comportamento. “Esse seria o aspecto mais interessante a ser comparado com o perfil da doença nos seres humanos”, pondera Arévalo.

Ainda que dê certo, há uma limitação. A progressão da doença nesses animais pode levar décadas. Para superar o problema, na UFRJ, o grupo da neurocientista Fernanda De Felice busca um modelo artificial de Alzheimer em primatas jovens. Há 10 anos, ela e colaboradores da Queen’s University, no Canadá, conseguiram reproduzir no cérebro de macacos-cinomolgo, também ameaçados de extinção, os danos que o Alzheimer causa em humanos por meio da injeção no cérebro dos animais de oligômeros de beta-amiloide, que se acumulam no córtex frontal, no hipocampo e em outras áreas associadas à memória e a aspectos cognitivos (ver Pesquisa FAPESP nº 225). Mais recentemente, o grupo induziu o surgimento das lesões em macacos rhesus jovens, com 3 a 5 anos de idade, para não ter de esperar a evolução natural do Alzheimer. “Conseguir reproduzir a doença em animais jovens”, conta Ferreira, da UFRJ, marido e colaborador de De Felice, “facilitaria muito o trabalho”. ■

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

SAÚDE MENTAL

A watercolor illustration of a window with curtains. The top part of the window is a dark, textured purple. The curtains are light green and yellow with vertical brushstrokes. Below the window, there is a purple and blue abstract shape, possibly representing a person or a plant. At the bottom, there is a large green leafy plant with small red flowers.

PARA CUIDAR DA  
**DEPRESSÃO**  
EM IDOSOS

## Mensagens educativas via WhatsApp e visitas domiciliares ajudam na recuperação da doença, que não é tratada em quase metade dos casos

Renata Fontanetto | ILUSTRAÇÕES Aline van Langendonck

**U**m áudio chega por WhatsApp com o recado: “Se está se sentindo para baixo, sem energia e sem vontade de fazer nada, você pode escolher uma atividade de que goste e fazê-la, mesmo que na hora não esteja com a mínima vontade”. Esse é um trecho de uma das 48 mensagens enviadas ao longo de seis semanas para os participantes do Viva Vida, um programa psicossocial criado por pesquisadores do Brasil e do Reino Unido para auxiliar idosos atendidos no Sistema Único de Saúde (SUS) a lidar com a depressão e a melhorar o estado de saúde mental.

Desenvolvida sob a coordenação da psicóloga brasileira Marcia Scazufca, da Universidade de São Paulo (USP), e do psiquiatra chileno Ricardo Araya, do King’s College, em Londres, a estratégia consistiu no envio automático de mensagens de cerca de 3 minutos de duração, quatro vezes por semana, para o celular de quem aceitou participar do programa. Cada mensagem havia sido planejada para trazer informações sobre a doença – explicando quais são os sintomas e como eles se manifestam no dia a dia – e mostrar o que é possível fazer para se sentir melhor – por exemplo, executar atividades prazerosas – para combater a depressão e evitar recaídas.

Scazufca e colaboradores realizaram um primeiro teste do programa em um grupo de pessoas com mais de 60 anos atendidas nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) de Guarulhos, município com 1,3 milhão de habitantes na Grande São Paulo. Para cativar os participantes, o Viva Vida usou técnicas narrativas e simulou um programa de rádio, no qual dois apresentadores, Ana e Leo, liam cartas de personagens fictícios contando como a depressão os transformava e de que maneira o Viva Vida os ajudava a encarar

a situação. Os resultados, publicados em março na revista *Nature Medicine*, são animadores e indicam que a estratégia aparentemente acelerou a recuperação dos participantes.

No teste, 298 pessoas com sintomas de depressão moderada (40%) e grave (60%), níveis que atrapalham as atividades diárias e mereceriam atenção médica ou psicológica, foram sorteadas para integrar o grupo que recebeu as mensagens de WhatsApp por seis semanas. Os participantes foram orientados a continuar o tratamento da depressão, caso estivessem fazendo algum, e a tomar os medicamentos habituais. Também foram encorajados a contatar um número telefônico de suporte se tivessem dificuldades para receber ou ouvir as mensagens. Outras 305 pessoas foram selecionadas aleatoriamente para fazer parte do grupo de controle, ao qual foi encaminhado um único áudio de 6 minutos com informações sobre depressão e formas de lidar com os sintomas. O perfil dos participantes de ambos os grupos era semelhante em tudo: por volta de 82% tinham entre 60 e 69 anos, 72% menos de oito anos de estudos formais e 63% recebiam até um salário-mínimo por mês. Todos foram orientados a procurar atendimento na UBS, se apresentassem piora nos sintomas.

Na primeira avaliação, feita um mês e meio após o fim da intervenção, 109 pessoas (42,4%) do grupo que recebeu o pacote de mensagens haviam se recuperado da depressão, aferida por meio de um questionário aplicado por telefone utilizado em vários serviços de atenção primária à saúde. O mesmo ocorreu com 87 participantes (32,2%) do segundo grupo. “Essa diferença de 10 pontos percentuais talvez pareça pequena, mas, considerando o custo extremamente baixo da intervenção e o potencial de alcançar uma enorme faixa da população, esses

10 pontos podem significar a oferta de atenção a milhões de pessoas hoje desassistidas”, afirma Scazufca. Antes de entrar no estudo, menos de 15% dos participantes de cada grupo haviam recebido diagnóstico de depressão e faziam algum tipo de tratamento.

Dois meses após o fim do programa, na segunda avaliação, essa diferença desapareceu e metade dos integrantes de cada grupo já estava melhor. Esse dado sugere, segundo os autores, que a estratégia funciona bem no curto prazo, acelerando a recuperação. “A melhora talvez se sustentasse por mais tempo se as pessoas continuassem recebendo mensagens ou outro tipo de suporte”, supõe Scazufca.

**M**arcada por uma tristeza profunda e prolongada, além de desânimo, pessimismo, problemas de sono e baixa autoestima persistentes, a depressão é um problema comum nos idosos. Em um trabalho publicado em 2023 no *Asian Journal of Psychiatry*, a equipe do psiquiatra Yu-Tao Xiang, da Universidade de Macau, na China, avaliou os dados de 55 estudos epidemiológicos internacionais e estimou que, globalmente, a depressão atinge 35% dos idosos – em especial, nos países mais pobres.

“A depressão é um transtorno extremamente frequente, ainda mais em idosos atendidos no sistema de atenção primária. Ela pode passar despercebida porque as pessoas pensam que é algo normal da idade”, comenta o geriatra Milton Crenitte, diretor técnico do Centro Internacional de Longevidade Brasil, organização não governamental que tem como objetivo aprimorar as políticas relacionadas ao envelhecimento. “Algumas situações e eventos da vida, como a solidão, o isolamento social, a aposentadoria, as dores crônicas e a consciência da proximidade da morte, representam um fator de risco e aumentam a probabilidade de desenvolver depressão”, relata o médico, que não participou do estudo atual.

No Brasil, a situação parece menos grave, embora a frequência do problema tenha aumentado na última década e a população esteja envelhecendo rapidamente (ver Pesquisa FAPESP nº 254). Uma análise coordenada pela psiquiatra Maria Carmen Viana, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), publicada em 2022 na revista *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, indica que a prevalência de depressão entre as pessoas com mais de 60 anos subiu de 9,5% em 2013 para 11,8% em 2019, chegando a 13,2% na faixa dos 60 aos 64 anos. Estudos realizados por Scazufca em áreas carentes de Guarulhos, no entanto, sugerem que essa proporção pode ser mais elevada e chegar a 30% nessa população.

Mesmo com ocorrência elevada, o acesso ao tratamento ainda é escasso. O Brasil até dispõe de um

número elevado de profissionais da saúde especializados em saúde mental: um total de 347 mil, segundo o *Atlas de saúde mental* de 2020, da Organização Mundial da Saúde (OMS). Esse número corresponde a uma proporção de 164 profissionais para cada 100 mil habitantes, superior até à de metade dos países mais ricos do mundo (62/100 mil). Mas, aqui, somente 7,8 mil são psiquiatras (2,2% do total) e 28,9 mil psicólogos (8,3%) – a maioria (85%) são outros profissionais, como terapeutas ocupacionais. Além disso, boa parte dessa força de trabalho está concentrada nos estados da região Sudeste.

Uma consequência desse desequilíbrio é que boa parte das pessoas com depressão não recebe o tratamento adequado: realização de psicoterapia, uso de antidepressivos ou associação de ambos. A OMS preconiza que esse atendimento seja iniciado pelo sistema de atenção primária, função desempenhada no Brasil pelas UBS. No país, no entanto, apenas pouco mais da metade (de 56% a 62%) das pessoas com mais de 60 anos recebe assistência para depressão, quase sempre medicamentosa, segundo dados da edição mais recente da *Pesquisa nacional de saúde*, publicada em 2019. A proporção de idosos que fazia psicoterapia não é definida no documento, mas a média entre adultos com depressão é de 19%.

Quando planejaram o Viva Vida, Scazufca e Araya tinham como objetivo justamente desenvolver uma estratégia efetiva e aceitável para os idosos que apresentasse custos baixos para o sistema de saúde e não exigisse a participação dos profissionais das UBS. Pouco antes, eles já haviam testado, também em Guarulhos, outra estratégia de atenção à saúde mental dos idosos de baixa renda e pouca escolaridade: a Proactive. Esse programa parte da ideia do compartilhamento de tarefas, no qual os profissionais não especialistas em saúde mental recebem treinamento – e assumem responsabilidades – para atuar com os pacientes, desonerando os especia-



**A DEPRESSÃO É UM  
TRANSTORNO FREQUENTE  
EM IDOSOS E PODE  
PASSAR DESPERCEBIDA  
PORQUE AS PESSOAS  
PENSAM QUE É  
ALGO NORMAL DA IDADE**



listas. O Proactive foi liderado por agentes comunitários de saúde, que contaram com o suporte e a colaboração de outros profissionais das equipes de saúde da família, e obteve resultados mais robustos do que o Viva Vida.

**N**a avaliação do Proactive, realizada entre 2019 e 2020, os pesquisadores selecionaram aleatoriamente 360 pessoas com mais de 60 anos e depressão de moderada a grave tratadas nas UBS de Guarulhos para receber visitas domiciliares de agentes comunitários de saúde por 17 semanas. O objetivo do acompanhamento em casa era facilitar a adesão ao tratamento e proporcionar atendimento a idosos acamados ou com pouca mobilidade. Nas visitas, os agentes comunitários conversavam com os participantes e, usando um tablet fornecido pelas UBS, apresentavam vídeos que ensinavam a reconhecer e a combater os sintomas da depressão. Em seguida, conversavam sobre atividades que poderiam ser feitas durante a semana para ajudá-los a se sentir melhor. Além de receber os atendimentos domiciliares, esses idosos continuaram a ter acesso ao tratamento usual oferecido pelas UBS. As 355 pessoas que fizeram parte do grupo de controle tiveram acesso apenas ao tratamento usual das UBS, com acompanhamento médico e a prescrição de remédios.

Na primeira avaliação, oito meses após a inclusão do participante no projeto, 158 das 253 pessoas (62,5%) que completaram o ciclo de acompanhamento haviam se recuperado da depressão. Essa proporção foi bem mais baixa (44%) no grupo de controle, que não recebeu os atendimentos domiciliares, segundo os resultados publicados em outubro de 2022 na revista médica *The Lancet Healthy Lon-*

*gevity*. O benefício da intervenção persistiu. Quatro meses depois, em uma segunda avaliação, 60% das pessoas que contaram com o apoio psicossocial em casa continuavam melhores, ante 41% no outro grupo. Os sintomas de ansiedade e a qualidade de vida também haviam melhorado nos pacientes que receberam as visitas domiciliares.

Na opinião do psiquiatra Marcos Antônio Lopes, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ambos os estudos têm o mérito de mostrar que as estratégias poderiam ser adotadas no SUS. Ele, no entanto, faz uma ressalva: “O Brasil é muito desigual e nem todo mundo tem acesso a tablets e celulares, o que já exclui parte da população que precisa de tratamento”, ressalva o médico, que não integrou os trabalhos.

Orestes Forlenza, psiquiatra da USP que também não participou dos estudos em Guarulhos, afirma que trazer a depressão à consciência do paciente é benéfico. “Os dois estudos mostram estratégias não farmacológicas úteis na abordagem de quadros depressivos, que podem melhorar em larga escala a situação de uma população mais carente, provavelmente privada de estímulos. Elas podem dar conta de casos mais leves que não dependem de medicação, apenas de orientação sobre mudança de hábitos”, comenta. “Iniciativas como essas são bem-vindas e positivas.”

Anos atrás, Forlenza e colaboradores avaliaram o efeito da arteterapia sobre o quadro depressivo de mulheres com mais de 60 anos que recebiam acompanhamento médico. Até 40% do grupo que participou das 20 sessões semanais de 90 minutos apresentou uma redução de ao menos 50% nos sintomas, de acordo com os resultados publicados em 2018 no *Brazilian Journal of Psychiatry*. O mesmo ocorreu com apenas 4% das mulheres do grupo de controle, que receberam apenas acompanhamento médico.

Scazufca e equipe planejam agora fundir as estratégias do Viva Vida e do Proactive e oferecer ao SUS de municípios das regiões Norte e Nordeste. O novo programa, o Pro Viva Vida, está em elaboração, mas já estão definidas as cidades em que deve ser testado: Araiões, no Maranhão; Parnaíba, no Piauí; e Careiro e Manacapuru, no Amazonas. “Como os resultados dos ensaios clínicos foram efetivos, queremos implementar de forma rápida e eficiente essas estratégias em municípios menores e remotos”, conta a pesquisadora. Para isso, a equipe lançará mão da ciência da implementação (ver Pesquisa FAPESP nº 312), que visa acelerar a aplicação dos resultados de diversas pesquisas na sociedade. “Vamos adaptar as intervenções para a realidade desses novos municípios e moldá-las de acordo com os desafios que se apresentarem”, conta Scazufca. ■

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



# UMA NOVA HISTÓRIA DAS ORQUÍDEAS

Família de plantas surgiu no hemisfério Norte  
e se diversificou nos últimos 5 milhões de anos,  
especialmente nos trópicos

Gilberto Stam

Um festival de cores  
e formas na América  
Central: *Domingoa  
nodosa* (acima),  
*Epidendrum wrightii*  
(à dir., no alto),  
*Lepanthes cassicula*,  
*Dichaea trichocarpa*  
e *Dichaea graminoides*,  
que também ocorre  
na América do Sul

**A**s orquídeas são conhecidas pelas variedades grandes e vistosas que ocupam postos de destaque nas floriculturas. Mas as primeiras espécies tinham flores pequenas e discretas, mais parecidas com as do tomate, e cresciam no chão, à sombra das florestas de pinheiros no hemisfério Norte. Adaptaram-se a praticamente todos os ambientes, com exceção dos desertos e polos gelados, e, nos últimos 5 milhões de anos, diversificaram-se nas formas mais variadas, especialmente nos trópicos, segundo estudo publicado em abril na revista científica *New Phytologist*.

Liderada por pesquisadores do Jardim Botânico Real de Kew, em Londres, uma equipe internacional com 46 pesquisadores de 33 instituições em 16 países, entre elas as universidades Estadual de Feira de Santana (Uefs) e Federal do Paraná (UFPR), no Brasil, elaborou uma nova árvore genealógica do grupo a partir de análises de 353 trechos de DNA. O material foi retirado de 1.921 espécies, representando 38% dos gêneros da família – uma amostra 12 vezes maior do que a de estudos anteriores.

“As orquídeas devem ter surgido no antigo continente da Laurásia, e não na Austrália, como se pensava”, afirma o botânico colombiano Oscar Pérez-Escobar, do Kew, um dos coordenadores do trabalho. O continente ao norte surgiu há cerca de 130 milhões de anos, quando o supercontinente de Pangeia se fragmentou, dando origem também a Gondwana, no sul. Há 46 milhões de anos, a Laurásia se partiu em América do Norte, Europa e Ásia, gerando linhagens separadas de seres vivos – de orquídeas, por exemplo.

Nos últimos 3 milhões de anos, o efeito do choque entre placas tectônicas elevou a cordilheira de Talamanca, na América Central, em cerca de 1 quilômetro a cada milhão de anos, até chegar à altitude de cerca de 3.800 metros. As novas cadeias de montanhas isolaram populações que, ao se adaptar aos novos ambientes, se diferenciavam rapidamente em novas espécies.

Com cheiros variados de fruta, jasmim e chocolate, ou mesmo fétidos, nas espécies que atraem moscas polinizadoras, as orquídeas se tornaram a segunda maior família de plantas, com quase 30 mil espécies, ou 9% de todas as plantas com flor. Assumem formas variadas, desde a orquídea-gigante (*Grammatophyllum speciosum*), cujos ramos de flores chegam a 2 metros (m) de altura, à pequena e rara *Pogoniopsis schenckii*, da Mata Atlântica, de folhas brancas – por não ter clorofila, a planta não faz fotossíntese e depende de fungos para sobreviver.

Cerca de 90% delas vivem em galhos ou troncos de árvores de florestas tropicais. Como as bromélias e as samambaias, elas são chamadas



de epífitas: vivem sobre outras plantas, mas não sugam a seiva das anfitriãs. São mais abundantes nas regiões montanhosas, onde chove mais. Segundo Pérez-Escobar, é possível encontrar 10 tipos de orquídeas em uma mesma árvore, cada uma adaptada a determinado ambiente ou parte da hospedeira, como tronco ou copa.

Proporcionalmente ao tamanho, a América Central é a região com a maior diversidade de orquídeas: com 0,5% do território mundial, concentra 4,5% das espécies do grupo, especialmente na Costa Rica e no Panamá, que juntos somam ao menos 2.900 espécies conhecidas. Outros países, como Colômbia e Equador (com cerca de 4.200 espécies cada um), ganham em número, mas têm território maior e a diversificação foi mais lenta – a cordilheira dos Andes se formou nos últimos 15 milhões de anos.

No Brasil, cerca de 60% das 2.300 espécies de orquídeas ocorrem na Mata Atlântica da serra do Mar, do Rio Grande do Sul ao sul da Bahia. No entanto, estudos indicam que a diversificação mais rápida se deu no Cerrado. “É um ambiente mais recente, no qual a maioria das linhagens de plantas se diversificou há menos de 4 milhões de anos”, ressalta o engenheiro-agrônomo Cássio van den Berg, da Uefs, um dos autores do artigo. Enfrentando secas prolongadas, orquídeas como *Cyrtopodium cardiochilum* florescem logo depois dos incêndios periódicos naturais daquele ambiente, salpicando as cinzas com pequenas flores amarelas.

“A equipe fez uma análise sofisticada da evolução das orquídeas, com base em uma amostra maior do que a de outros trabalhos”, avalia o biólogo Edlley Pessoa, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), que não participou do estudo. Segundo ele, no entanto, a amostra examinada tem mais plantas da América Central e poucas de áreas não florestais, como as do Cerrado e da savana africana, o que criaria um viés na análise. “Com amostras ainda maiores, as conclusões podem mudar,” sugere.

**O** outro desafio para entender a história evolutiva das orquídeas, segundo Pessoa, é que, por terem estruturas delicadas, essas plantas deixaram poucos fósseis que forneçam pistas sobre a época e o local em que viveram, o que indicaria a trajetória que diferentes linhagens atuais fizeram para chegar até a região onde vivem hoje.

Até aqui, a maioria dos estudos genéticos de plantas usava o DNA de estruturas celulares chamadas cloroplastos, onde é feita a fotossíntese. Como ele carrega material genético apenas da planta-mãe, os pesquisadores não tinham certeza se as filogenias estavam corretas, mas o estudo confirmou as relações evolutivas principais e refinou as dos grupos menores. Os pesquisadores usaram nanopartículas magnéticas para capturar o DNA do núcleo das células vegetais e desenvolveram um protocolo para pescar e sequenciar centenas de fragmentos específicos.

Os autores do estudo afirmam que quanto maior o número de genes analisados, mais detalhada é a árvore genealógica das espécies, o que permite ampliar o conhecimento sobre a ecologia, a distribuição geográfica das plantas e sua resposta às mudanças climáticas ao longo de sua história evolutiva.

“Em seis anos, seremos capazes de sequenciar o genoma completo de um grande número de espécies”, assinala Berg. No entanto, para ele, seu maior desafio será obter amostras de indivíduos



Linhagens antigas de plantas com flores: a aquática *Nymphaea nouchali* e a orquídea *Apostasia wallichii*





A maior angiosperma, a malcheirosa *Rafflesia keithii* (ao lado), e a menor, *Wolffia arrhiza*



3

4

vivos que forneçam o DNA completo. Em 2004, ele identificou *Adamantina miltonioides*, espécie de cume de montanhas que representa um ramo isolado entre as orquídeas. “Com o aquecimento global, espécies como essas podem desaparecer, eliminando informações importantes sobre a evolução da flora”, alerta.

O estudo das orquídeas faz parte de um esforço mundial liderado por pesquisadores do Jardim Botânico Real de Kew para refinar a árvore genealógica das 416 famílias de plantas com flor, ou angiospermas. Os pesquisadores verificaram que 80% das linhagens modernas, inclusive a das orquídeas, eclodiram de forma repentina há cerca de 150 milhões de anos, entre os períodos Jurássico e Cretáceo, segundo artigo publicado em abril na revista científica *Nature*.

“O evento não tem paralelo na evolução das plantas e deu origem à imensa variedade das angiospermas atuais”, ressalta o biólogo brasileiro Alexandre Zuntini, do Kew, primeiro autor do artigo, que ajudou a coordenar 279 botânicos de 27 países, entre eles 16 brasileiros. O estudo analisou 9.500 espécies de 8 mil gêneros, representando 60% dos gêneros das angiospermas, uma amostra 15 vezes maior do que a de trabalhos anteriores.

A rápida diversificação e o domínio mundial das angiospermas, que hoje representam 90% das plantas, já haviam chamado a atenção do naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882), que, em uma carta ao colega e contemporâneo Joseph Hooker (1817-1911), então diretor do Kew, referiu-se ao evento como um “mistério abominável da evolução”. Até hoje o assunto segue controverso. Como estruturas delicadas como flores e frutos das primeiras angiospermas dificilmente

são preservadas no registro fóssil, é um desafio saber como foram acontecendo as mudanças que levaram as plantinhas ancestrais, discretas e com flores pequenas, à variedade atual.

**A**o surgirem, as flores e frutos podem ter iniciado uma revolução na ecologia de ambientes terrestres. No entendimento dessa hipótese, as novas relações ecológicas de polinização e dispersão de sementes por animais teriam acelerado a evolução, aumentando a produtividade dos ecossistemas e fazendo com que as florestas tropicais expandissem o seu domínio.

“Só é possível estudar essa diversidade em projetos colaborativos que reúnem pesquisadores de todo o mundo”, observa Antonelli. Em parte, isso deu certo porque a técnica desenvolvida pelo Kew para sequenciar uma grande porção do DNA de plantas é aberta, o que permite padronizar análises antes difíceis de serem comparadas. Além disso, a ferramenta permitiu extrair o DNA de 7 mil espécimes secos preservados em herbários, ainda que degradados pelo tempo.

Um deles, da oliveira *Hesperelaea palmeri*, que não é vista viva desde 1875, quando foi coletada na Ilha de Guadalupe, no México, provavelmente extinta por caprinos domésticos fugidos. Segundo Antonelli, o conhecimento sobre a diversificação pode ajudar a identificar plantas úteis para uso humano e priorizar espécies que devem ser conservadas. ■

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

# TURBINAS VERSUS MORCEGOS

Quais medidas podem ser adotadas para reduzir mortes de animais nos parques eólicos

Sarah Schmidt



**A** produção de energia eólica é responsável por um fenômeno que pode causar desequilíbrio à biodiversidade: a morte de milhares de morcegos em todo o mundo. Dados globais apontam que eles são os vertebrados com mais fatalidades documentadas em parques eólicos. Por ano, estima-se um total de 780 mil mortes nos Estados Unidos, Alemanha, Canadá e Reino Unido. Para cada megawatt (MW) de capacidade instalada na América do Norte e na Europa Central, 6 e 7 morcegos morrem anualmente, respectivamente – na América Latina, os números variam de 2 a 57 morcegos por MW ao ano.

Esses dados, de pesquisas internacionais, foram reunidos em um artigo na revista *BioScience*, assinado por pesquisadores do Brasil e de mais oito nações. Publicado em abril na seção Fórum, que abarca sínteses do conhecimento sobre determinados temas com ênfase em conservação e gestão, o documento discute

a interação desses animais com as turbinas e sugere medidas para diminuir essa mortalidade, como reduzir a velocidade das pás em momentos em que os animais são mais ativos. Também propõe uniformidade na legislação dos países.

“No Brasil, onde os dados ainda são escassos, temos uma estimativa restrita a um parque eólico do Rio Grande do Norte, de 2 morcegos mortos por MW ao ano”, diz o biólogo Enrico Bernard, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), um dos autores do trabalho. O dado, no entanto, não pode ser extrapolado para todo o país, porque condições locais afetam a quantidade de mortes em cada parque. O levantamento foi fruto da pesquisa de doutorado da bióloga Marília de Barros, defendida em 2019 na UFPE sob a orientação do biólogo. A estimativa é de que apenas nesse parque eólico morram 160 morcegos por ano.

Os morcegos morrem pela colisão com os aerogeradores ou por barotrauma, hemorragia interna nos pulmões causada por mudanças de pressão repentinas em torno das turbinas. No artigo, os pesqui-

sadores relatam declínios populacionais na Europa Central para espécies com alto risco de colisão, como morcego-arborícola-grande (*Nyctalus noctula*). “Como um parque eólico tem uma vida útil de 20 a 25 anos, os impactos cumulativos podem levar à extinção local de populações”, observa Bernard.

Esse tipo de energia cresce em todo o mundo: em 2023, foram 117 gigawatts (GW) a mais de capacidade instalada, 50% a mais em relação a 2022, segundo o relatório “Global wind report 2024”, do Conselho Mundial de Energia Eólica (GWEC). De acordo com a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), o Brasil tem 11 mil aerogeradores instalados em mais de mil parques e 31 GW de capacidade.

“Esse é o chamado dilema verde, em que a geração e a expansão de uma energia renovável podem trazer impactos sobre a biodiversidade”, observa Bernard. Também há problemas com aves e insetos que colidem com as pás e impactos em pessoas, como o incômodo causado pelo ruído dos aerogeradores.

Morcegos das espécies *Molossus molossus* (à dir.) e *Artibeus planirostris* (abaixo) foram encontrados mortos em um complexo eólico da cidade potiguar de João Câmara (à esq.)



O biólogo explica que não há um consenso sobre por que as pás atraem certas espécies de morcegos. As evidências, principalmente em países de clima temperado, indicam que os insetívoros são os mais afetados pelas colisões e barotrauma por voarem em altitudes maiores. No Brasil, também são afetados os frugívoros, que se alimentam de frutas e dispersam sementes. Os animais também sofrem com a perda de habitats, devido ao desmatamento para criação de novos parques eólicos, ou deixam de frequentar uma área em razão da operação das turbinas.

#### PARA REDUZIR O PROBLEMA

O grupo sugere que os países adotem medidas para atenuar os danos em três níveis: local, operacional e regulatório. O primeiro passo seria evitar a construção de usinas em áreas ecologicamente importantes para os morcegos e em *hotspots* de biodiversidade. Elas incluem trechos de rotas migratórias ou próximos de cavernas já conhecidas por serem abrigos desses animais, além de bordas de florestas e corpos d'água. A recomendação é

de que as turbinas fiquem a pelo menos 500 metros de distância dessas áreas.

Para o nível operacional, os pesquisadores recomendam que os parques restrinjam o funcionamento em momentos de grande atividade de morcegos, adotando o *curtailment*, uma redução da velocidade das pás em horários e épocas em que os animais são mais ativos. Segundo dados citados no artigo sobre usinas do hemisfério Norte, uma redução de 10% na velocidade de rotação nesses momentos evitaria até 80% das mortes, com 3% de perda de produção.

No nível regulatório, o grupo propõe diretrizes globais para a proteção desses mamíferos nos parques eólicos e licenciamentos mais rígidos que exijam monitoramento e dados públicos sobre mortalidade.

“Essa tem sido uma grande dificuldade no Brasil. A nossa principal lacuna é a falta de informações sobre a mortandade”, diz Bernard. Por e-mail, a ABEEólica informou a *Pesquisa FAPESP* que esses dados ficam com os órgãos ambientais licenciadores: “Não são sigilosos, sendo

publicizados de acordo com a política de informação de cada instituição”, comunicou a associação. “Vale ressaltar, inclusive, que muitos órgãos licenciadores já disponibilizam informações e estudos em seus portais na internet. Qualquer pessoa que requeira informações de um processo ambiental pode acessá-lo.”

**B**ernard relata, entretanto, que o acesso é difícil. “Os dados dos estudos e relatórios de impacto ambiental devem ser públicos. Mas frequentemente as empresas não os divulgam e consegui-los com os órgãos ambientais é uma luta”, diz o pesquisador, que em 2019 produziu um trabalho técnico com Barros que analisou a qualidade do licenciamento de 13 estados considerando impactos sobre morcegos.

Para o engenheiro eletricista Luiz Carlos Pereira da Silva, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que não participou dos trabalhos, o alerta do grupo internacional reforça a importância de estabelecer programas de monitoramento com dados acessíveis após a concessão de licenças. “Assim, é possível desenvolver estratégias de mitigação e operação que minimizem as mortes desses animais”, diz ele, que é coordenador do Centro Paulista de Estudos da Transição Energética (CPTEn), um dos Centros de Ciência para o Desenvolvimento apoiados pela FAPESP.

A ecóloga Ludmilla Aguiar, da Universidade de Brasília (UnB), que também não participou do trabalho, destaca que é preciso avançar nas pesquisas sobre mortalidade e sobre a própria fauna nacional de morcegos para que as medidas sugeridas se adéquem à realidade do país. “No hemisfério Norte, eles são mais ativos no verão. Aqui eles são ativos o ano inteiro”, observa. Ela reforça que o problema vai além da questão ambiental. “Se milhares deles morrem nas usinas, prejudicamos nosso maior produto, que é a agricultura. Eles são predadores de pragas agrícolas.” Aguiar liderou um estudo publicado na revista *PLOS ONE* em outubro de 2022, que estimou que as espécies insetívoras podem evitar a perda de US\$ 391 milhões por safra de milho no país. ■

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

# DOENÇAS MATARAM OS NEANDERTAIS?

Entrada da caverna Chagyrskaya, na Rússia, onde foram encontrados fósseis que permitiram estudar a organização social dos neandertais

Sequências detectadas em genoma da espécie extinta são as mais antigas infecções virais humanas documentadas

Maria Guimarães

O biólogo Marcelo Briones, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), queria provar que é possível detectar infecções virais em esqueletos de neandertais (*Homo sapiens neanderthalensis*), hominídeos extintos há cerca de 30 mil anos.

Conseguiu, um feito que qualificou como prova de conceito, conforme artigo publicado no final de maio na revista *Viruses*. A boa recepção do trabalho o surpreendeu, com reportagens em veículos internacionais renomados, como a revista de divulgação científica *New Scientist* e a seção jornalística da *Science*, considerando a descoberta bombástica.

Isso porque os neandertais portadores de adenovírus, herpesvírus e papilomavírus, até hoje circulantes entre seres hu-

manos, viveram há cerca de 50 mil anos onde agora é o centro-sul da Rússia, na Sibéria. É a infecção viral humana mais antiga a ser documentada, suplantando de longe o recorde anterior, de 31 mil anos atrás, em ossadas de *H. sapiens*, a espécie do ser humano moderno.

O estudo foi feito a partir de sequências genômicas disponíveis em bancos de dados. “Selecionamos dois indivíduos da caverna Chagyrskaya porque as amostras foram colhidas mais recentemente, com muitos cuidados para evitar contaminação, e os dados estavam bastante completos – principalmente para um deles, o número 7”, explica Briones. Preciosos para ele eram segmentos pequenos de DNA sequenciado. “Esses dados são considerados lixo, em geral os pesquisadores descartam sequências genéticas muito fragmentadas.” Mas eles mais provavel-

Crânio de humano moderno (à esq.) e neandertal (à dir.): espécie extinta era mais robusta, possivelmente com cérebro maior



mente são resquícios de DNA de vírus, que têm genomas naturalmente menores e que se quebram mais facilmente, por não estarem protegidos dentro de núcleos celulares.

O pesquisador explica que as amostras, retiradas dos fósseis com uma pequena broca, contêm DNA que originalmente era do próprio osso e também que, em vida, estava em tecidos adjacentes e no sangue em vasos que correm por dentro do osso. Esse sangue, supostamente, abrigaria os vírus. Os tipos detectados, especificamente, têm a característica de permanecer por longos períodos no organismo, para além da infecção aguda.

Um diferencial do trabalho do grupo da Unifesp foi usar uma variedade de ferramentas de bioinformática e estatística para provar que as sequências detectadas correspondem de fato ao genoma de vírus antigos, e não de contaminação recente ou trechos incorporados ao DNA neandertal. “Ninguém tinha feito esse controle de ruído”, diz a geneticista Tábita Hünemeier, da Universidade de São Paulo, que não participou do estudo. “É um controle bastante robusto para mostrar que é mesmo material genético de vírus.”

A pesquisadora é colaboradora do Laboratório de Arqueologia e Antropologia Ambiental e Evolutiva (LAAAE), do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP), o primeiro laboratório de arqueogenética do país, coordenado pelo arqueólogo André Strauss e pelos bioantropólogos Rui Murrrieta e Rodrigo Oliveira. Ela considera que uma técnica usada no laboratório, de enriquecer as amostras genéticas com as sequências desejadas para estudá-las melhor, seria um desenvolvimento valioso ao trabalho de Briones.

A boa recepção ao artigo vem, em grande parte, da possível contribuição que ele traz para entender a extinção dos neandertais. “Eles eram mais robustos que os *sapiens* e tinham cérebro maior”, compara Briones, inferindo altas capacidades. “É improvável que tenham sido eliminados em batalhas.”

**P**ara ele, faz mais sentido que eles tenham sido vitimados por vírus. A hipótese foi proposta em 2010 pelo virologista alemão Horst Wolff e pelo biólogo norte-americano Alex Greenwood, ambos radicados na Alemanha, em artigo na revista científica *Medical Hypotheses*. Eles postularam que, depois de passarem cerca de 200 mil anos no continente que abarca a Europa e a Ásia, o sistema imunológico dos neandertais se adaptou às doenças presentes naquele ambiente e não estava preparado para os vírus levados, a partir de cerca de 80 mil anos atrás, pelas migrações humanas a partir da África. “Os *sapiens* estavam em contato próximo com outros primatas, que não existiam na Europa, e tinham por isso muito mais contato com zoonoses”, explica Briones. Os pesquisadores da Alemanha não deram sequência ao trabalho com essas questões e não estavam, por isso, disponíveis para comentar o estudo atual.

“Esses vírus não são letais para nós”, pondera Hünemeier. “Mas não sabemos como seria para os neandertais.” Para ela, é necessário buscar um sinal de seleção natural, analisando vários indivíduos, para averiguar o contexto evolutivo. Briones argumenta que mesmo uma infecção não fatal poderia ser prejudicial à vida e

à capacidade reprodutiva desses homínidos, deixando-os em desvantagem em relação aos *sapiens*.

A complexidade aumenta porque naquele momento várias espécies humanas coexistiam, com cruzamento entre *sapiens* e neandertais detectado geneticamente. Mais especificamente, os encontros reprodutivos se tornaram intensos cerca de 47 mil anos atrás e duraram por volta de 7 mil anos, de acordo com artigo coordenado pela evolucionista de origem indiana Priya Moorjani, da Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos, disponibilizado em 13 de maio como *preprint* no repositório bioRxiv. A pesquisadora não quis comentar os resultados a *Pesquisa FAPESP*, por não ter ainda a publicação definitiva.

“Os neandertais viviam de onde agora é a Inglaterra até a atual Mongólia, na Ásia, sempre em grupos familiares pequenos”, explica Hünemeier. Praticavam rituais funerários e produziam arte na forma de pinturas e adornos como colares, o que os arqueólogos interpretam como sociedades sofisticadas. Não eram agressivos nem produziam armas de lançar, o que podem tê-los posto em desvantagem ante os *sapiens* com seus arcos e flechas. “Talvez as doenças tenham tido um impacto forte, mas não temos como saber.” Os resultados de Briones podem abrir as portas para investigações mais detalhadas nesse sentido. Ele pretende ampliar o estudo analisando sequências genéticas de outros neandertais e de *sapiens*, tanto contemporâneos a eles como mais recentes, para investigar a presença de vírus. ■

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



# O EQUILÍBRIO DOS TITANOSSAUROS

Biomecânica permite inferir como se movia espécie recém-descrita que viveu há cerca de 110 milhões de anos

Enrico Di Gregorio

**N**a época em que os grandes dinossauros andavam pelo mundo, entre aproximadamente 230 milhões e 66 milhões de anos atrás, os titanossauros eram herbívoros gigantes que se protegiam de predadores com placas ósseas revestindo a pele ou potentes golpes dados com a cauda. Uma espécie recém-descrita, *Tiamat valdecii*, media por volta de 10 metros de comprimento e viveu há cerca de 110 milhões de anos no que foi um dos últimos pontos de conexão entre o Brasil e a África, onde agora é a região Nordeste.

Análises biomecânicas indicaram que características nas vértebras de sua cauda lhe permitiam uma grande amplitude de movimento sem que houvesse desarticulação, conforme indica artigo publicado em maio na revista *Zoological Journal of the Linnean Society*. A inferência foi feita por pesquisadores brasileiros a partir de oito vértebras escavadas nas redondezas da cidade cearense de Quixeré, onde paleontólogos se dedicam a estudar afloramentos da Formação Açú, na chamada bacia Potiguar, com idade entre 113 milhões e 89,8 milhões de anos.

“A Formação Açú é muito diversa em animais. Ainda vamos descrever cinco grupos de dinossauros carnívoros, dois titanossauros, um titanosauriforme e alguns crocodiloformes, além de tartarugas e peixes”, explica o paleontólogo Paulo Victor Pereira, técnico de coleções no Laboratório de Macrofósseis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nenhum dos fósseis desses grupos era conhecido nos sedimentos da Formação Açú até 2005, quando o geólogo Francisco Pinheiro de Lima Filho, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), encontrou os materiais e avisou a paleontóloga Lilian Bergqvist, da UFRJ. Ela assumiu a coordenação dos projetos que, desde 2014, reúnem pesquisadores de diferentes instituições do Brasil, assim como o museu de história natural Bernardino Rivadavia, da Argentina, para escavações na região.

A área onde foram encontrados os ossos de titanossauro foi descoberta pelo arqueólogo Valdecio dos Santos Filho, da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (Uern), que foi homenageado no nome da espécie. Já o gênero é uma referência à deusa da mitologia suméria e babilônica, Tiamat, representada como uma grande serpente ou um dra-

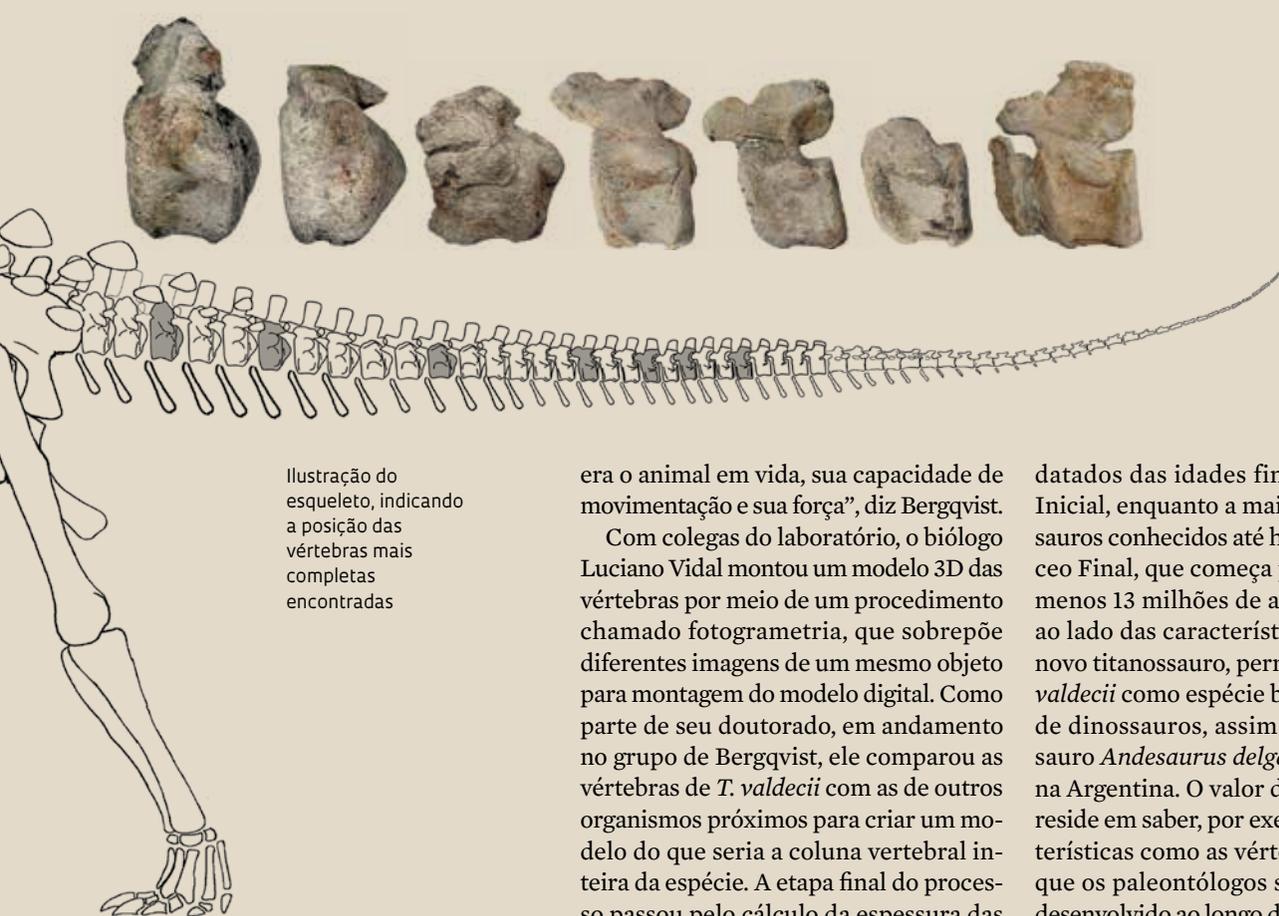


Ilustração do esqueleto, indicando a posição das vértebras mais completas encontradas

gão e tida como a mãe de dragões e de outros deuses.

As vértebras mais próximas do começo da cauda de *T. valdecii* eram côncavas na parte anterior e convexas na extremidade posterior. Os anatomistas chamam de procelia essa configuração, que favorece um movimento seguro de rotação das vértebras pelo encaixe desses ossos em sequência. Na parte média da cauda, o animal apresentava uma solução para a estabilidade das vértebras que ainda não foi vista em outros fósseis: uma estrutura côncavo-convexa nas extremidades das articulações que regulam o movimento das vértebras. Esse encaixe prevenia desarticulações e permitia maior mobilidade e equilíbrio. “Isso chamou nossa atenção na descrição da espécie. Comparamos com outros materiais tanto da América do Sul quanto da África e concluímos que essas características não estavam em outros animais”, explica Pereira.

São os estudos biomecânicos, que analisam os movimentos voluntários dos seres vivos a partir das leis e normas mecânicas, que permitem aos paleontólogos acesso a detalhes sobre os organismos do passado para além das classificações em espécies. “Vamos além de ver um material inanimado, que é o fóssil, para inferir como

era o animal em vida, sua capacidade de movimentação e sua força”, diz Bergqvist.

Com colegas do laboratório, o biólogo Luciano Vidal montou um modelo 3D das vértebras por meio de um procedimento chamado fotogrametria, que sobrepõe diferentes imagens de um mesmo objeto para montagem do modelo digital. Como parte de seu doutorado, em andamento no grupo de Bergqvist, ele comparou as vértebras de *T. valdecii* com as de outros organismos próximos para criar um modelo do que seria a coluna vertebral inteira da espécie. A etapa final do processo passou pelo cálculo da espessura das cartilagens entre as vértebras, a partir de novas comparações de grupos aparentados, como crocodilos e aves, para deduzir a posição dos membros desse titanossauro em momentos de descanso, assim como sua amplitude máxima de movimento.

**S**em ter participado do estudo, o paleontólogo argentino Rodolfo Aníbal Coria, da Universidade Nacional do Rio Negro, reconhecido por ter descrito ao menos cinco espécies de dinossauros, afirma que “a pesquisa foi feita com base em sólidos argumentos anatômicos e definitivamente nutre nosso conhecimento sobre ecossistemas antigos”, disse por e-mail a *Pesquisa FAPESP*. “Todos gostam de descrever novas espécies, mas isso sozinho não explica como esses animais viveram. A biomecânica nos ajuda a entender quais caminhos a evolução leva para solucionar problemas comuns a outros grupos e espécies”, explica o paleontólogo Thiago Marinho, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), especialista em titanossauros, que também não tomou parte no trabalho.

É uma descoberta empolgante porque *T. valdecii* foi encontrado em sedimentos

datados das idades finais do Cretáceo Inicial, enquanto a maioria dos titanossauros conhecidos até hoje são do Cretáceo Final, que começa por volta de pelo menos 13 milhões de anos depois. Isso, ao lado das características do corpo do novo titanossauro, permite classificar *T. valdecii* como espécie basal desse grupo de dinossauros, assim como o titanossauro *Andesaurus delgadoi*, encontrado na Argentina. O valor dessa informação reside em saber, por exemplo, que características como as vértebras procélicas, que os paleontólogos supunham ter se desenvolvido ao longo da evolução dos titanossauros, na verdade estavam presentes desde as primeiras espécies do grupo.

“Os restos de titanossauros de níveis mais antigos do Cretáceo são particularmente escassos, com apenas um punhado de espécies encontradas na Patagônia. Essa nova espécie do Brasil surpreende pela singularidade do período que representa, ao mesmo tempo que se diferencia claramente das formas patagônicas”, diz Coria. “Mais de 30 anos após a descrição de *Andesaurus*, *Tiamat* fornece informações anatômicas relevantes para avançar nas hipóteses filogenéticas atuais, especialmente na base da diversificação dos titanossauros”, adiciona.

A Formação Açu foi um dos últimos pontos de conexão do Brasil com a África, antes reunidos no continente chamado Gondwana, junto ao que hoje são Índia, Antártida e Austrália. As outras partes do mundo estavam no outro grande continente chamado Laurásia, no hemisfério Norte. “Onde será que os titanossauros surgiram?”, questiona Marinho. “Tem todo um vácuo de informação do Cretáceo Inferior e do Cretáceo Superior inicial que é preciso conhecer, e essa espécie tem potencial para isso”, conclui. ■

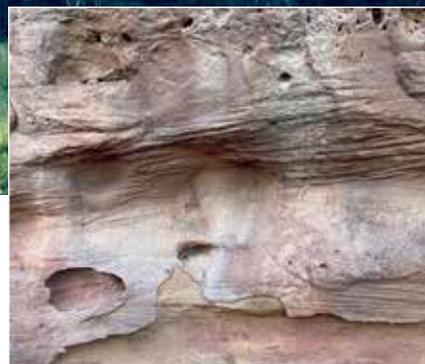
O artigo científico consultado para esta reportagem está listado na versão on-line.

Rochas expostas (afloramentos) na serra do Catimbau, em Pernambuco. No destaque, as camadas dos arenitos, indicando acúmulo de sedimentos trazidos pela água

# RIOS EXTINTOS DO NORDESTE

Camadas em rochas sedimentares indicam que águas desciam de montanhas da região há cerca de 450 milhões de anos

Carlos Fioravanti



**Q**uem anda pela região de Sobral e Juazeiro do Norte, no Ceará, de Catimbau, em Pernambuco, ou Monsenhor Hipólito, no Piauí, provavelmente encontra arenitos, rochas amareladas resultantes da aglutinação da areia. Suas camadas indicam que por ali, há milhões de anos, correu um rio. Além disso, nas áreas hoje planas ao sul, ocupadas pelos estados de Sergipe, Alagoas, Bahia e Pernambuco, havia montanhas de 3 mil a 4 mil metros (m).

“Os rios que corriam no Nordeste brasileiro entre 480 milhões e 445 milhões de anos atrás eram diferentes dos de hoje”, comenta o geólogo Rodrigo Cerri, da Universidade Estadual Paulista

(Unesp). “Eram possivelmente entrelaçados e transportavam sedimentos em grandes áreas com leve inclinação, provavelmente sem vegetação.”

Segundo ele, havia uma rede ou sistemas de rios, cada um com 300 a 500 quilômetros (km) de extensão. Maiores, portanto, que o Capibaribe, com 240 km, que nasce no sertão de Pernambuco, atravessa Recife e deságua no mar. Embora com origem diferente, seriam como o São Francisco ou o Amazonas, que nascem em montanhas, respectivamente, em Minas Gerais e nos Andes peruanos, e seguem para o Atlântico.

Há 400 milhões de anos, a região que viria a ser o Nordeste ainda estava unida com o atual norte da África, formando uma unidade geológica contínua, que

se estendia até o Oriente Médio, também com rios descendo de montanhas, igualmente extintas. Como o Atlântico ainda não tinha se formado, os rios desaguavam no mar ao norte do atual Nordeste brasileiro e a oeste da África, em trechos onde os dois continentes já tinham se afastado.

A separação se completou há cerca de 100 milhões de anos, quando deve ter se quebrado o último maciço rochoso de cerca de 425 km que unia o atual norte do Rio Grande do Norte e o sul de Pernambuco à costa do que hoje são Nigéria, Camarões e Guiné Equatorial. O Atlântico ganhou então espaço para se formar e se alargar.

Cerri chegou a essas conclusões examinando os arenitos que coletou em

2021 e 2022 em sete bacias sedimentares (áreas normalmente baixas que acumulam sedimentos) do Ceará, Piauí e Pernambuco. Segundo ele, as camadas com arenitos grossos, acumulados durante milhões de anos, apresentam estruturas que indicam a direção do rio depois coberto por outras rochas e pela vegetação.

Na Unesp de Rio Claro, Cerri triturou as rochas e preparou sete amostras, das quais extraiu grãos do mineral zircão, com diâmetro médio de 300 micra (1 micrômetro, plural micra, equivale a 1 milésimo do milímetro). Os cristais de zircão incorporam elementos químicos do ambiente em que se formaram, a partir do magma, o material viscoso que forma o interior da Terra. A quantidade e o tipo de cada elemento indicam quando e em que temperatura e pressão se formaram as rochas que contêm zircão.

Um dos elementos químicos do zircão é o urânio, que, por ser radiativo, se transforma – ou decai – em uma das formas de outro elemento, o chumbo. Rochas mais antigas têm menos urânio (ou mais chumbo) e as mais jovens mais urânio (ou menos chumbo). Um aparelho a laser queimou o mineral e transformou o urânio e o chumbo em vapor. Um es-

pectrômetro de massa determinou a proporção dos dois componentes e, a partir daí, a idade das rochas. Os resultados indicaram que os zircões provavelmente saíram de terrenos mais antigos – e, portanto, mais altos – do que aqueles em que foram encontrados, geologicamente mais recentes e mais baixos.

**S**egundo Cerri, os rios desapareceram – e foram cobertos por gelo – em razão de uma intensa glaciação no final do período geológico Ordoviciano, entre 445 milhões e 443 milhões de anos atrás, como detalhado em um artigo publicado em junho de 2022 na *Geological Magazine* e outro da edição de julho da *Gondwana Research*.

“Há muito se discutia se os sedimentos de rios da bacia do Parnaíba, nos estados do Piauí, Maranhão e Ceará, teriam a mesma origem dos de outras bacias do Nordeste”, diz Cerri. “Estudando o zircão, mostramos que todas as unidades sedimentares poderiam, sim, ter a mesma idade e ter se formado do mesmo modo.”

O geólogo David Vasconcelos, da Universidade Federal de Campina Grande

(UFCG), que não participou do trabalho, mas estuda as bacias sedimentares do Nordeste, considera essa hipótese válida: “As unidades geológicas mais antigas das bacias sedimentares do Nordeste podem realmente ter tido uma origem comum, apesar dos diferentes nomes regionais do mesmo tipo de arenito”. Segundo Vasconcelos, há 480 milhões de anos, os rios das bacias atualmente isoladas poderiam estar integrados na chamada depressão afro-brasileira, formada pelo atual Nordeste brasileiro e pelo oeste da África, e seria maior que a rede hidrográfica da Amazônia.

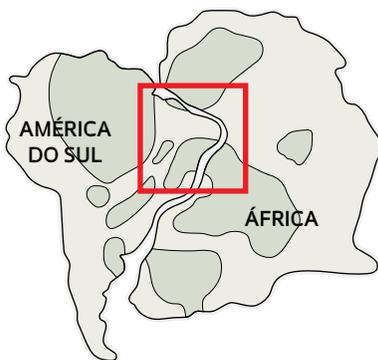
“Há uma coerência das informações coletadas, mas não se pode descartar *a priori* que as bacias do Nordeste tiveram fontes de sedimentos provenientes de vários lugares, porque rochas de mesma idade podem ocorrer em diferentes locais”, observa o geólogo Ticiano dos Santos, do Instituto de Geologia da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp). O pesquisador também não participou do trabalho de Cerri e estuda a história geológica ainda mais antiga da região, com pelo menos 550 milhões de anos, especialmente no Ceará. “Na foz do Amazonas, por exemplo, há zircões de todas as idades, vindos dos Andes e de áreas mais antigas que ocorrem ao longo do rio Amazonas.”

Já conhecidas dos geólogos, as montanhas do atual Nordeste brasileiro se formaram em áreas antes ocupadas pelo mar, em consequência do encontro de blocos rochosos da litosfera (a camada superficial da Terra) que se deslocavam em sentido contrário. Uma das áreas altas, a faixa Sergipana, atualmente abrange o estado de Sergipe e parte da Bahia e de Alagoas. Outra, a faixa Riacho do Pontal, ocupa a região limítrofe entre os estados da Bahia, de Pernambuco e do Piauí, na margem norte do cráton São Francisco – cráton é um bloco de rochas antigo que se estende por centenas de quilômetros.

Quem anda pelo interior do Nordeste e não conhece muito de geologia deve tomar cuidado com conclusões apresadas. A Chapada do Araripe, por exemplo, ainda que esteja a mil metros de altitude e tenha 178 km de extensão, não é o resquício de uma montanha, mas o resultado da compressão das estruturas rochosas mais densas que a cercam. ■

## AS MONTANHAS DOS CONTINENTES IRMÃOS

Entre 485 milhões e 443 milhões de anos atrás, o Nordeste do Brasil e o oeste da África abrigavam montanhas de até 3 mil metros de altura (*áreas amarelas*), das quais corriam rios



FONTES: CERRI, R. I. ET AL. *GEOLOGICAL MAGAZINE*. 2021 / GOMES, N. G. ET AL. *LITHOS*. 2023



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

BIOTECNOLOGIA

# FERRÃO NEUTRALIZADO

Detalhe de uma colmeia de abelhas africanizadas em centro de pesquisa da Unesp, em Botucatu

## Pesquisadores desenvolvem soro contra a picada de abelhas africanizadas, responsáveis por 30 mil acidentes por ano no país

Suzel Tunes

**E**m Vitória da Conquista, na Bahia, um homem de 55 anos morreu após ser alvo de mais de 100 picadas de abelhas. Caso semelhante ocorreu em Santa Cruz do Rio Pardo, no interior de São Paulo. A vítima fatal tinha 84 anos e também recebeu mais de uma centena de ferroadas. Em Bertioga, no litoral paulista, um carteiro de 58 anos foi atacado por um enxame enquanto fazia uma entrega e não resistiu. Todos esses casos fatais ocorreram com poucos dias de intervalo, entre fevereiro e março deste ano.

“No Brasil, são cerca de 30 mil acidentes com abelhas africanizadas por ano, que causam em torno de 150 mortes”, informa o médico-veterinário Rui Seabra Ferreira Júnior, diretor do Centro de Estudos de Venenos e Animais Peçonhentos (Cevap) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Botucatu, citando dados do Ministério da Saúde. Ele avalia que os números oficiais estão subestimados. “Muitas vezes o paciente é internado em uma Unidade de Terapia Intensiva com insuficiência renal aguda, devido à ação do veneno, e a causa do óbito, dias depois, não é registrada como acidente por abelhas”, explica.

Ferreira é autor da patente de um inédito soro antiapilíco, contra picada de abelhas, que, segundo estudos clínicos já realizados, poderá reduzir essas mortes. Deferida em novembro de 2023 pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a patente resulta das pesquisas conduzidas pelo Cevap com os institutos Butantan, na capital paulista, e Vital Brazil, em Niterói, no Rio de Janeiro. Parecer do INPI atestou a originalidade, a inventividade e a aplicabilidade industrial da tecnologia.

Ensaios clínicos de fases 1 e 2 foram feitos em 20 pacientes adultos que receberam de sete picadas a 2 mil picadas de abelhas. Essa fase durou

três anos, de 2016 a 2018, e foi realizada nos hospitais das clínicas de Botucatu e Nossa Senhora da Conceição, em Tubarão, em Santa Catarina.

“Como os outros soros antivenenos, o nosso é administrado por via intravenosa, gota a gota. Definimos um protocolo baseado no número de picadas que a pessoa sofreu”, conta Ferreira. Segundo ele, como o veneno entra no corpo de forma aguda, a administração do medicamento deve ser feita no menor tempo possível para evitar danos.

Os resultados dos ensaios clínicos, coordenados pelo médico Benedito Barraviera, pesquisador do Cevap e coautor da patente, foram divulgados na revista *Frontiers in Immunology*, em 2021, e indicaram que o soro é seguro e eficaz. Após a inoculação, detectou-se melhora em todos os pacientes. Apenas dois apresentaram efeitos adversos leves, como irritação cutânea. Agora, a equipe fará um teste com um número maior de pacientes para confirmar estatisticamente as primeiras observações.

“Vamos realizar o ensaio clínico de fase 3 em uma amostra mais representativa da população brasileira, em torno de 400 participantes, todos eles vítimas de picadas de abelhas africanizadas”, diz Ferreira. “O projeto está pronto e aguarda financiamento do governo federal, já que não existem empresas farmacêuticas privadas produtoras de soros antivenenos no Brasil.” Após essa etapa, prevista para durar cerca de dois anos, será possível solicitar à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) o registro do novo soro, caso os resultados sejam positivos.

### VENENO FATAL

Cerca de duas décadas de estudos resultaram no soro que poderá ser o primeiro antídoto específico para veneno de abelhas do mundo. Ferreira começou a pesquisar soroterapia em 2002 durante o mestrado em doenças tropicais na Faculdade de Medicina da Unesp e no Cevap, sob a orientação de Barraviera.

O doutorado teve o mesmo foco e também foi orientado por Barraviera, que hoje coordena o Centro de Ciência Translacional e Desenvolvimento de Biofármacos, sediado no Cevap. Financiada pela FAPESP por meio do programa Centros de Ciência para o Desenvolvimento (CCD), a unidade apoia o projeto do soro antiapílico.

“Foi em 2006, no pós-doutorado em imunológica no Butantan, que iniciei os estudos para criar o soro”, conta Ferreira. As abelhas africanizadas são resultado do cruzamento de abelhas-europeias (*Apis mellifera*) com africanas da subespécie *Apis mellifera scutellata*, introduzidas no Brasil em 1956 por serem mais produtivas e resistentes a doenças. Em 1957, cerca de 25 abelhas-rainhas escaparam de um apiário em quarentena de um bosque de eucaliptos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro (SP), que viria a se tornar uma das unidades da Unesp nos anos 1970. As fugitivas cruzaram com subespécies europeias, o que resultou numa abelha poli-híbrida africanizada, que tem como característica um forte instinto de defesa. Começaram, então, os relatos de ataques de enxames, no Brasil e em outros países do continente americano.

Segundo Ferreira, é preciso distinguir dois tipos de acidentes apílicos. O mais comum é aquele que resulta em poucas picadas. Nesse caso, em indivíduos não alérgicos, haverá uma reação inflamatória local que se resolve sem intervenção médica. Em pessoas sensíveis ao veneno poderá haver uma reação alérgica grave, com risco de

choque anafilático, necessitando de tratamento imediato com antialérgicos.

O segundo tipo é aquele que envolve ataques em massa, com grande quantidade de ferroadas, que pode ser fatal. “O veneno injetado em grandes quantidades pode provocar insuficiência respiratória e renal aguda”, explica Ferreira. Os danos se devem a dois componentes do veneno, o peptídeo melitina e a enzima fosfolipase A2 (PLA2), que têm ação citotóxica, lesionando as células, e hemolítica, destruindo os glóbulos vermelhos.

Até o momento, o tratamento para a ação dessas substâncias, feito com anti-histamínicos e anti-inflamatórios, consiste em reduzir os sintomas, o que pode não ser suficiente para evitar a morte. O objetivo do soro, que precisa ser mantido sob refrigeração entre 2 e 8 graus Celsius, é atuar na causa do problema, neutralizando a ação do veneno.

**O**s pesquisadores precisaram superar alguns desafios biotecnológicos para produzir o soro. Um deles foi a necessidade de obter veneno em boa quantidade e com qualidade padronizada. Para contornar essa dificuldade, instalaram nas colmeias fios de cobre ligados a pequenas placas de vidro. Quando as abelhas encostavam nos fios, recebiam uma leve descarga elétrica, inofensiva a elas, mas que fazia com que depositassem uma gota de veneno na placa.

## EFICÁCIA CONTRA NECROSE

Estudo confirma que soro contra picada de aranha-marrom reduz risco de lesão na pele

O Instituto Butantan concluiu recentemente um estudo observacional sobre a eficácia de um soro contra a lesão necrosante causada pela picada da aranha-marrom (*Loxosceles* spp.). O soro antiaracnídico trivalente, indicado também para acidentes com aranhas-armadeira (*Phoneutria* spp.) e escorpiões (*Tityus* spp.), já é fabricado pelo Butantan há décadas, mas não havia um trabalho científico que comprovasse sua eficácia na redução do risco de necrose na pele causada pelo veneno da aranha-marrom – acidentes com aranha-armadeira e escorpiões não geram necrose. A pesquisa, divulgada em 2022 na revista *PLOS Neglected Tropical Diseases*, preencheu essa lacuna.

“Desde a década de 1970, já havia estudos experimentais com animais mostrando que,

dentre os tratamentos disponíveis, o que tinha melhor efeito para evitar necrose era o soro específico contra o veneno de *Loxosceles*”, diz a médica Ceila Malaque, pesquisadora do Hospital Vital Brazil e coordenadora do estudo científico. “Mas ainda não existia nenhum estudo em humanos como esse que foi realizado no Butantan.”

Durante seis anos, foram avaliados 146 pacientes atendidos no Vital Brazil, sendo que 74 casos receberam o soro, enquanto os demais, não. Os resultados mostraram que o antiveneno tem efeito protetor contra a necrose, especialmente se administrado nas primeiras 48 horas após a picada.

“Queríamos ter feito a mesma análise com pacientes admitidos até 36 horas após



Aranha-marrom: picada necrosa a pele

o acidente, mas, infelizmente, não foi possível fazer esse recorte. Muitas vezes, por falta de conhecimento, as vítimas de picadas de aranhas procuram o serviço médico muito tarde, mais de dois dias após o acidente”, lamenta Malaque.



2

A armadilha criada pelos pesquisadores do Cevap para coletar o veneno das abelhas (acima) e o frasco contendo o soro desenvolvido

Esse trabalho foi desenvolvido com outro autor da patente, o biólogo Ricardo Orsi, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp.

O desafio seguinte foi padronizar o processo de purificação e isolamento das principais frações do veneno, os compostos que causam a morte de pessoas e animais acometidos por múltiplas picadas. Essa etapa teve a colaboração do biomédico Daniel Pimenta, do Butantan. “O segredo tecnológico envolvido na produção do soro é o fato de ser feito apenas com anticorpos para neutralizar a ação destrutiva da melitina e da fosfolipase A2”, diz Ferreira. “Todos os outros componentes, que podem causar dor e alergia nos pacientes, são retirados.”

Esse procedimento trouxe mais bem-estar e segurança aos cavalos que recebem inoculação do veneno para a produção de anticorpos, eliminando o risco de sofrerem um choque alérgico. Para a produção do soro no Instituto Vital Brazil, feito em conjunto com o médico-veterinário Luís Eduardo da Cunha Ribeiro, coautor da patente, os equinos recebem três ou quatro doses do *pool* das toxinas purificadas do veneno em pequenas concentrações, o que resulta em uma resposta imunológica. Uma amostra do sangue dos animais é retirada para separação da fração que contém os anticorpos. Isolados e concentrados, eles formam o soro antiapílico.

O pesquisador da Unesp ainda não sabe qual será o custo final de cada dose. “A fabricação de soros antivenenos é cara, pois demanda recursos para a manutenção dos animais que produzem o veneno e dos cavalos que serão imunizados, bem como para o processo biotecnológico da produção”, destaca. “Esperamos que haja uma negociação entre o Ministério da Saúde e os laboratórios públicos de produção de soros, e que ele possa ser distribuído gratuitamente pelo SUS.”

Paralelamente ao desenvolvimento do soro, outro projeto com participação de pesquisadores



3

da Unesp tenta classificar com rapidez a gravidade do quadro clínico das vítimas das ferroadas. A elaboração de um kit diagnóstico do agravo do acidente apílico, também inédito, é conduzida pela startup Triad for Life com apoio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP.

**R**esponsável pelo desenvolvimento do kit, a bióloga Bruna Cavecci Mendonça explica que o procedimento-padrão hoje consiste na contagem dos ferões presentes no corpo da vítima, na observação clínica do paciente e em exames bioquímicos inespecíficos. “São as únicas fontes de informação para avaliar o grau de envenenamento.

Além de ser um processo demorado, sabemos que a quantidade de veneno injetada pode variar conforme a abelha. Algumas ferroadas podem ser ‘vazias’, ou seja, sem inoculação de veneno.”

A partir de uma gota de sangue do paciente, o kit quantifica a presença da toxina fosfolipase A2 presente no veneno da abelha. A análise é feita por meio de um teste imunoenzimático (imunocromatografia de fluxo lateral), que usa anticorpos do veneno como reagente. “O resultado é revelado em até 10 minutos pela alteração de cor, como num teste clássico de gravidez”, compara a pesquisadora.

Como o teste mensura a concentração de fosfolipase na corrente sanguínea, ele também pode ser usado para monitorar o tratamento e avaliar se está surtindo efeito. Uma patente foi depositada em 2022. No momento, a empresa está produzindo mais anticorpos a fim de montar o primeiro lote do kit, que será testado amplamente nos hospitais. ■

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

# BIODIESEL

## COM MENOS ÁGUA

Pellets de hidrogel emergem como alternativa para purificar o biocombustível

Felipe Floresti e Carlos Fioravanti

**N**o início dos anos 2010, pesquisadores da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas (FEQ-Unicamp) perceberam que, como a proporção de biodiesel misturada ao diesel de origem fóssil iria crescer, seria exigida a adoção de tecnologias para controle do teor de água no combustível, já que o biodiesel tem grande afinidade com a água. Naquela época, a mistura era de 5% de biodiesel e o aumento gradual nos anos seguintes dessa proporção era previsto pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). O diesel tradicional é usado como combustível em caminhões, ônibus e alguns automóveis. Ocorre que, para os motores funcionarem a contento com a mistura de diesel e biodiesel, seria

necessário remover a água presente no biocombustível, fabricado no Brasil principalmente a partir de soja ou gordura animal. Altos teores de água, entre outros problemas, podem causar corrosão em tanques e tubulações, além do entupimento de bicos de injeção, ocasionando problemas nos veículos.

“O primeiro passo foi entender a afinidade de cada um dos combustíveis com a água”, conta o engenheiro químico Leonardo Fregolente, um dos membros da equipe e desde 2017 professor da FEQ-UNICAMP. Um dos trabalhos iniciais do grupo, composto também pelas pesquisadoras Maria Regina Wolf Maciel e Patrícia Fregolente, foi publicado em 2012 na *Journal of Chemical and Engineering Data*. O estudo mostrou que o biodiesel tem capacidade de carregar de 1.500 a 1.980 miligramas (mg) de água por quilograma (kg) de combustível, cerca de 10 a 15 vezes mais do que o diesel fóssil, dependendo da sua temperatura – quanto mais quente, maior a absorção. Além disso, o biodiesel tem alta capacidade de absorver umidade do ar, 6,5 vezes mais do que o diesel.

Segundo o trabalho divulgado na *Journal of Chemical and Engineering Data*, em 10 dias o combustível fica saturado com a água que tira do ar. No entanto, se durante o processo ou depois a temperatura cair, a capacidade de reter a água diminuirá e parte dela se separará do combustível, acumulando-se no fundo de tanques e outros equipamentos.

No início de junho deste ano, o professor Fregolente não escondeu a satisfação ao mostrar a *Pesquisa FAPESP* o resultado de mais de uma década de trabalho: tubinhos ou pellets transparentes vazados, com cerca de 5 milímetros (mm) de comprimento, mergulhados em um líquido, um tipo de biodiesel. Tecnicamente conhecidos como recheios, os tubinhos de hidrogel podem ser feitos com um polímero sintético, a poli(acrilamida), pertencente a um grupo de compostos químicos que têm como característica a capacidade de atrair as moléculas de água.

Em laboratório, o material passou por uma reação química chamada hidrólise: foi tratado com hidróxido de sódio (NaOH), também conhecido como soda cáustica, e sua capacidade de absorver água livre aumentou quase 27 vezes — de 37 gramas (g) de água para cada g de hidrogel para 987 g de água —, como de-

talhado em artigo de 2023 na *Chemical Engineering Science*.

Os recheios de hidrogel poderiam em princípio ser usados para reduzir a umidade durante a produção, no transporte, nos postos de combustível ou diretamente nos tanques dos veículos. “Controlando o teor de água, é possível manter a qualidade da mistura do biodiesel com o diesel por mais tempo”, diz Fregolente, acrescentando que o material pode ser utilizado várias vezes.

**A** engenheira química Letícia Arthus, que trabalha com o pesquisador, explica que o tipo de hidrogel que conseguem fazer pode ser modulado dependendo da aplicação e da necessidade de remoção de água. “A acrilamida, principal matéria-prima do hidrogel de poli(acrilamida), custa R\$ 5 por kg, e 1 g de hidrogel absorve até 35 g de água”, diz ela. “Se o hidrogel for produzido a partir do acrilato de sódio, que custa em torno de R\$ 400 por kg, sua capacidade de reter água sobe para quase 1 kg de água por grama de hidrogel.” Estudos de custos da inovação, que chegou ao estágio de protótipo, estão em andamento e serão importantes para revelar o impacto de sua adoção sobre o custo final do combustível. O grupo já solicitou o registro de cinco patentes.

O contexto nacional favorece inovações desse tipo. O Brasil consome cerca de 700 milhões de litros (L) de biodiesel por mês. A proporção obrigatória de biodiesel no diesel chegou a 14% em março de 2024 e poderá ir a 15% em 2025. O CNPE estima que essa medida deverá evitar a emissão de 5 milhões de toneladas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera e a importação de R\$ 7,2 bilhões em diesel.

Menos poluição, porém, implica mais resíduos nos tanques de armazenamento de biodiesel. Por ser mais densa, a água se deposita no fundo. Na zona limite com o óleo, fungos e bactérias se proliferam e formam uma massa escura e espessa, a chamada borra, que pode entupir tubos, filtros e bicos de injeção de combustível nos motores, além de causar corrosão nos tanques. Em 2021, quando o mínimo exigido por lei era de 12% de biodiesel, 60% dos 710 empresários entrevistados em um levantamento relataram um aumento de problemas mecânicos.

A produção de biodiesel ocorre a partir de uma reação do óleo vegetal com álcool na presença de um catalisador. A reação gera glicerol, matéria-prima de muitos usos. No entanto, as moléculas do biodiesel e outros contaminantes, como o sódio, podem se combinar e formar sabão. O biodiesel é então lavado com água e centrifugado para remoção do catalisador, traços de álcool e glicerol. Uma das formas já usadas industrialmente para retirar a água é aquecer o combustível a vácuo por meio de um processo de destilação, com uso intenso de energia.

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) determina que o biodiesel saia da usina com no máximo 250 mg de água por kg de combustível. Prevendo a absorção de umidade, a tolerância é de até 350 mg por kg no distribuidor, impondo uma corrida contra o tempo.

“As usinas produzem e enviam para as distribuidoras em poucos dias. As distribuidoras trabalham da mesma forma, com estoques que costumam ser vendidos em menos de um mês”, relata o engenheiro químico Antônio Carlos Ventili, assessor-técnico da Associação dos Produtores de Biocombustíveis do Brasil (Aprobio). “Remover o excesso de umidade nos tanques das distribuidoras evitaria que o combustível que não esteja dentro do padrão tenha que passar por um processo industrial de secagem, que é custoso e envolve o deslocamento do biocombustível”, diz Ventili. Segundo ele, uma inovação como o hidrogel só vai se tornar realidade se seu custo for menor que o mero descarte do biodiesel fora das recomendações e o reabastecimento do caminhão de diesel.

“As tecnologias tradicionais de remoção de água, um problema com todos os tipos de combustível, enfrentam limitações técnicas e econômicas”, observa o químico Fauze Ahmad Aouada, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que trabalha com hidrogéis e nanocompósitos híbridos naturais para uso nas áreas agrícolas e da saúde. Segundo ele, uma das principais vantagens do hidrogel da UNICAMP é a retirada da água em um tempo relativamente curto com um material de baixo custo e que pode ser reutilizado. ■

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

# O SOM NOCIVO DAS CIDADES

Incipientes no Brasil, os mapas de ruído urbano são uma ferramenta utilizada para criar medidas de controle da poluição sonora

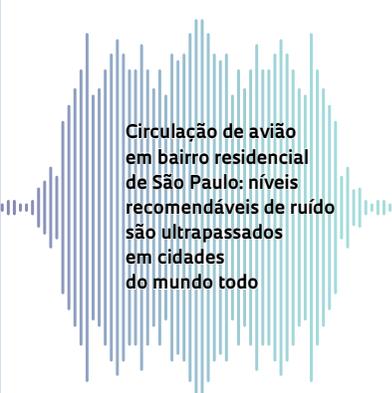
Christina Queiroz

O barulho alto e persistente do tráfego, da atividade de fábricas, dos canteiros de obras e da circulação de aviões pode causar danos à saúde para além da perda auditiva. O relatório “Barulho, chamas e descompasso – Questões emergentes de preocupação ambiental”, publicado em 2022 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), indica que, na Europa, a exposição prolongada a ruídos ambientais tende a contribuir para o desenvolvimento de 48 mil novos casos de doenças cardíacas isquêmicas por ano, causando cerca de 12 mil mortes prematuras. Ferramenta utilizada para realizar a análise acústica do espaço urbano, identificar pontos críticos e subsidiar a criação de medidas de controle, os mapas de ruído ainda são incipientes entre cidades brasileiras. Pesquisa da arquiteta Bianca Carla Dantas de Araújo, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), mostra que, até hoje, somente quatro municípios finalizaram a elaboração desse tipo de documento.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera níveis sonoros acima de 65 decibéis (dB)

como poluição, apresentando potencial expressivo de afetar a saúde humana. Nesse sentido, o documento do Pnuma alerta que os níveis de ruído recomendáveis, ou seja, 55 dB para ambientes externos de áreas residenciais e 70 dB para o tráfego e áreas comerciais, são ultrapassados em cidades de várias partes do mundo, incluindo Argel, na Argélia, Bangkok, na Tailândia, Damasco, na Síria, e Nova York, nos Estados Unidos. O Brasil não entrou na análise. Também destaca que a exposição a ruídos abruptos e intensos, como um tiro ou fogos de artifício que emitem mais do que 140 dB (ver gráfico na página 78), pode causar o rompimento da membrana timpânica do ouvido e a perda auditiva imediata.

“Além de distúrbios de audição, quanto maiores os níveis de ruído a que as pessoas estão expostas, maior o risco de desenvolverem problemas cardiovasculares e doenças metabólicas”, relata a fonoaudióloga Alessandra Giannella Samelli, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). A pesquisadora procurou medir esses impactos em projeto financiado pela FAPESP, concluído em 2023. No estudo, ela analisou as mudanças geradas no indivíduo exposto



Circulação de avião em bairro residencial de São Paulo: níveis recomendáveis de ruído são ultrapassados em cidades do mundo todo

a diferentes níveis de ruído, por meio de testes eletrofisiológicos, que avaliam o sistema nervoso autônomo, influenciado por variações hormonais e neurotransmissores. Os resultados preliminares indicam que há aumento da frequência respiratória, dos batimentos cardíacos e da sudorese, associados com maior incômodo subjetivo, em situações de maiores níveis de ruído. Segundo ela, o sistema nervoso autônomo regula o funcionamento de órgãos cardíacos, respiratórios e o aparelho digestivo. “É como se a pessoa exposta a barulhos excessivos ficasse em alerta constantemente”, compara. Com o passar do tempo, essa situação gera um desequilíbrio no organismo que, no limite, pode causar problemas como infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral (AVC) e doenças metabólicas. Samelli explica que diferentes estudos publicados em 2011 no documento “Burden of disease from environmental noise”, da OMS, evidenciaram essa associação.

Pesquisador de ruídos urbanos há cerca de 20 anos, o sociólogo português Carlos Fortuna, da Universidade de Coimbra, em Portugal, observa que a poluição sonora faz com que os habitantes de cidades vivam em meio a uma “bruma sonora”, que apaga os sons específicos dos bairros e prejudica a comunicação entre as pessoas. Em entrevista a *Pesquisa FAPESP*, o estudioso comentou que a acústica das cidades europeias começou a mudar no final do século XIX. “Com

a intensificação do processo de industrialização, a sonoridade urbana, antes caracterizada por vozes humanas e ruídos de animais, foi substituída por barulhos metálicos e industriais persistentes”, conta. Fortuna explica que, em Portugal, as prefeituras são obrigadas por lei a realizar mapas de ruídos urbanos.

Uma pesquisa realizada desde 2019 por Araújo, da UFRN, procurou identificar quais cidades brasileiras contavam com ações para mapear a poluição sonora. O estudo constatou que Belém (PA) e Fortaleza (CE) foram as primeiras a desenvolver mapas de ruído, entre 2002 e 2004, por iniciativa das prefeituras. No caso de Natal, a arquiteta Débora Nogueira Pinto Florêncio defendeu, em 2018 na UFRN, tese de doutorado em que realizou o mapa sonoro do município. Naquele mesmo ano, Cáceres (MT) também elaborou uma carta acústica, por iniciativa da prefeitura. “Quando há obrigatoriedade de elaboração do mapa, como é o caso de cidades europeias com mais de 250 mil habitantes, criam-se as oportunidades e contextos para sua viabilização, mas quando não há, essa iniciativa fica a critério do poder público local”, comenta Araújo. De acordo com a pesquisadora, a cidade de Fortaleza, por exemplo, foi mapeada pela municipalidade em razão do trabalho de um técnico que entendia do assunto. “Ele convenceu os tomadores de decisão de que o mapa seria uma ferramenta im-



Apartamento no elevado presidente João Goulart, conhecido como Minhocão, na capital paulista. Trânsito, seguido do barulho de indústrias, shows e eventos ao ar livre são as principais fontes de poluição sonora

portante para a gestão do problema da poluição sonora”, observa.

Em 2016, a cidade de São Paulo sancionou a Lei nº 16.499 para criar seu mapa de ruído, algo que deveria ter ocorrido até 2023. No entanto, o documento não foi elaborado e a prefeitura prorrogou o prazo, emitindo a Portaria nº 16/2024 para estabelecer um grupo gestor responsável por desenvolver o documento até 2030. O Rio de Janeiro também promulgou legislação nesse sentido, a Lei nº 7.479/2022, que obriga o Poder Executivo a elaborar um mapa de ruído urbano. “Apesar das poucas iniciativas desenvolvidas por prefeituras para registrar os barulhos das cidades como um todo, muitos municípios, principalmente em capitais do Nordeste e Sul do país, já mapearam bairros específicos e ruas isoladas”, afirma a arquiteta. Entre essas cidades estão Salvador (BA), Recife (PE), João Pessoa (PB), Maceió (AL), Santa Maria e Porto Alegre, ambas no Rio Grande do Sul. Mapas de ruído são feitos a partir de softwares que utilizam escalas de cores para indicar sons mais ou menos intensos. Para elaborar esses documentos, as prefeituras devem ter bases cartográficas georreferenciadas e encaminhar uma equipe de técnicos às ruas para medir as fontes sonoras e suas intensidades, assim como a contagem de veículos, em diferentes pontos do município.

**N**a perspectiva de Araújo, da UFRN, essa ferramenta é pouco utilizada no Brasil, dentre outros fatores, devido à inexistência de leis nacionais e normas técnicas que a tornem obrigatória. No entanto, como recorda a pesquisadora, apesar da ausência de legislação específica para os mapas de ruído, o país conta com três normas técnicas, que ajudam a regular a emissão de ruídos. Uma delas é a NBR 15.575, de 2013, que trata de questões relativas à habitação, sendo uma delas a acústica. “A norma estipula que as residências precisam ter fachadas produzidas com

espessuras e materiais específicos, que garantam certo isolamento acústico em seus interiores”, exemplifica. Há, ainda, a NBR 10.152, de 2017, que estabelece níveis de pressão sonora internos a serem atendidos em cada ambiente das residências. Além disso, a NBR 10.151, de 2019, estipula que o ruído de fontes sonoras em áreas mistas, predominantemente residenciais, não pode ultrapassar o limite de 55 dB em horário diurno e 50 dB no noturno.

O jurista e doutor em direito pela USP Ericson M. Scorsim, autor do livro *Sustentabilidade ambiental acústica – Propostas regulatórias para cidades livres de ruídos excessivos* (Editora do Autor, 2024), lembra que existem no país regras pontuais, como é o caso da Lei nº 15.585/2019, de Curitiba (PR), que proíbe o uso de fogos de artifício no perímetro da cidade. Outra lei de Curitiba é a 10.625, de 2002, que trata de ruídos urbanos, bem-estar e sossego público. “Porém esta lei está desatualizada e merece revisão”, comenta. Já em São Paulo há a Lei do Silêncio, regulamentada pelo Decreto nº 57.443/2016, que fiscaliza o barulho emitido por estabelecimentos comerciais, como bares, boates e restaurantes, além de indústrias e templos religiosos. “Esse tipo de medida traz avanços importantes, mas é essencial a edição de novas leis com padrões mais rigorosos para o controle da emissão de ruídos”, defende o jurista.

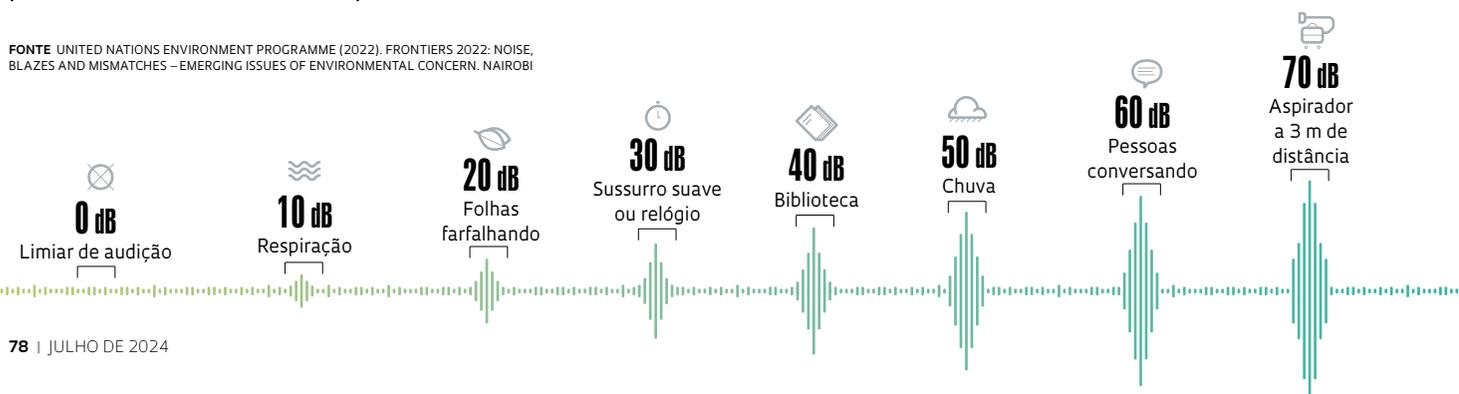
Pesquisadores das áreas de arquitetura e urbanismo e engenharia têm se empenhado na busca por soluções para os problemas de ruídos urbanos. De acordo com o engenheiro Sylvio Reynaldo Bistafa, professor aposentado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da USP, a principal fonte de ruído das cidades é, hoje, o trânsito, seguida de plantas industriais, shows e eventos ao ar livre. Um dos casos recentes para o qual ele criou alternativas envolve uma fábrica de papel e celulose, que tinha seu maquinário de produção ao ar livre. Quando a unidade foi criada na Grande Porto Alegre, a região era predominantemente rural. Porém, com o avanço da urbanização, a



## A MEDIDA DO BARULHO

A exposição diária a mais de 85 dB por um período de oito horas pode causar danos auditivos permanentes

FONTE UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2022). FRONTIERS 2022: NOISE, BLAZES AND MISMATCHES – EMERGING ISSUES OF ENVIRONMENTAL CONCERN. NAIROBI





localidade, que antes abrigava apenas pequenos sítios e chácaras, ficou repleta de residências. Os ruídos da fábrica começaram a incomodar os vizinhos, que acionaram o Ministério Público.

Contratado pela empresa para buscar soluções para o problema, Bistafa sugeriu a instalação de uma barreira acústica (ou seja, um muro para contenção do som) ao redor da planta industrial, além da instalação no maquinário de obstáculos específicos ao som. Essas estruturas são feitas de aço galvanizado perfurado, pós-pintado eletroliticamente e preenchido com lã de rocha. Com resistência a intempéries, elas têm grande capacidade de absorver sons.

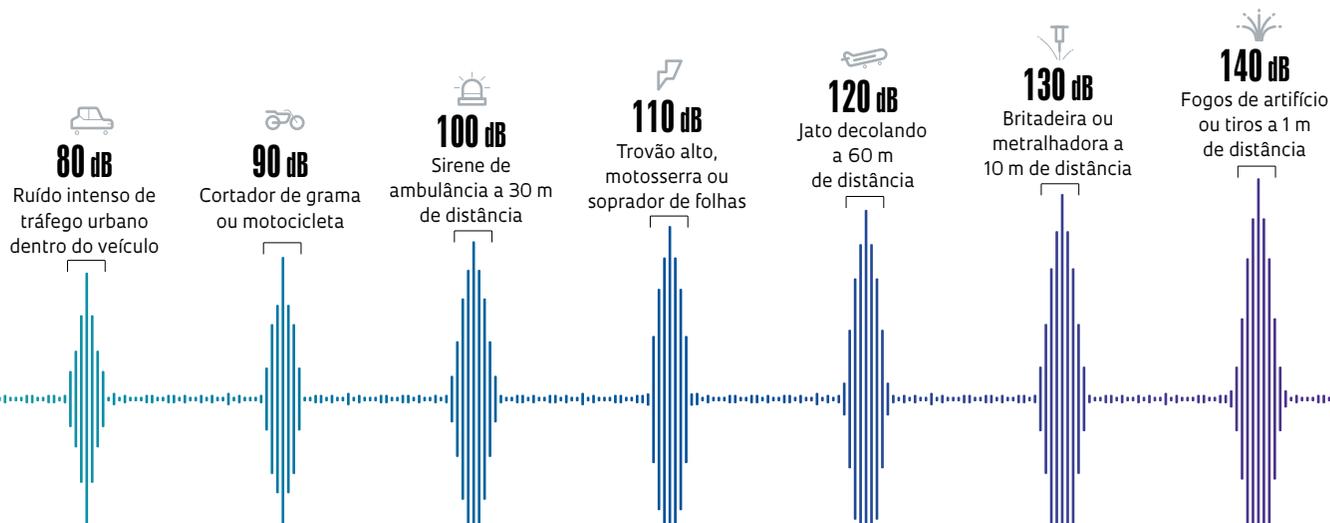
“A empresa adotou a barreira no entorno da fábrica, mas não mexeu nos equipamentos, que valiam milhões de dólares. Com a interferência, eles perderiam a garantia e os custos de manu-

tenção se tornariam inviáveis”, explica. Com isso, os ruídos hoje emitidos pela fábrica estão dentro dos limites estabelecidos pela NBR 10.151 para o período diurno, mas não para o noturno. Mesmo assim, o MP permitiu que a unidade seguisse em operação. Isso porque o fechamento da fábrica traria impactos financeiros àquela comunidade, já que muitos dos moradores trabalham ali. “O caso mostra como a engenharia de controle de ruídos apresenta potencialidades e limitações”, pondera o pesquisador.

**P**or sua vez, Araújo, da UFRN, elaborou pesquisa de doutorado financiada pela FAPESP na FAU-USP, concluída em 2009, para buscar soluções a edificações que necessitam de ventilação, iluminação natural e isolamento de ruídos, sem utilizar energia. “Os cobogós, estruturas arquitetônicas frequentemente usadas em paredes de edifícios e residências e na divisão de ambientes, ajudam a reduzir o calor e a umidade, uma vez que permitem a passagem de ventilação natural, e, ao mesmo tempo, por serem vazados, acabam facilitando a entrada de ruídos”, explica. No estudo, Araújo desenvolveu um protótipo de cobogó que, além de iluminar e ventilar os ambientes, também mitiga a entrada de barulho externo.

Atualmente, Araújo prepara o pedido de patente do produto e trabalha na atualização do mapa acústico de Natal, com a proposta de fazer uma parceria com a prefeitura. Como ressalta a arquiteta, os ruídos urbanos representam o segundo pior tipo de poluição, segundo a OMS, sendo superados apenas pela poluição atmosférica. “É preciso que as cidades criem estratégias de ação específicas para mitigar o problema ou incorporem essas medidas em seus planos diretores, que hoje são as principais ferramentas de gestão do espaço urbano”, finaliza. ■

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



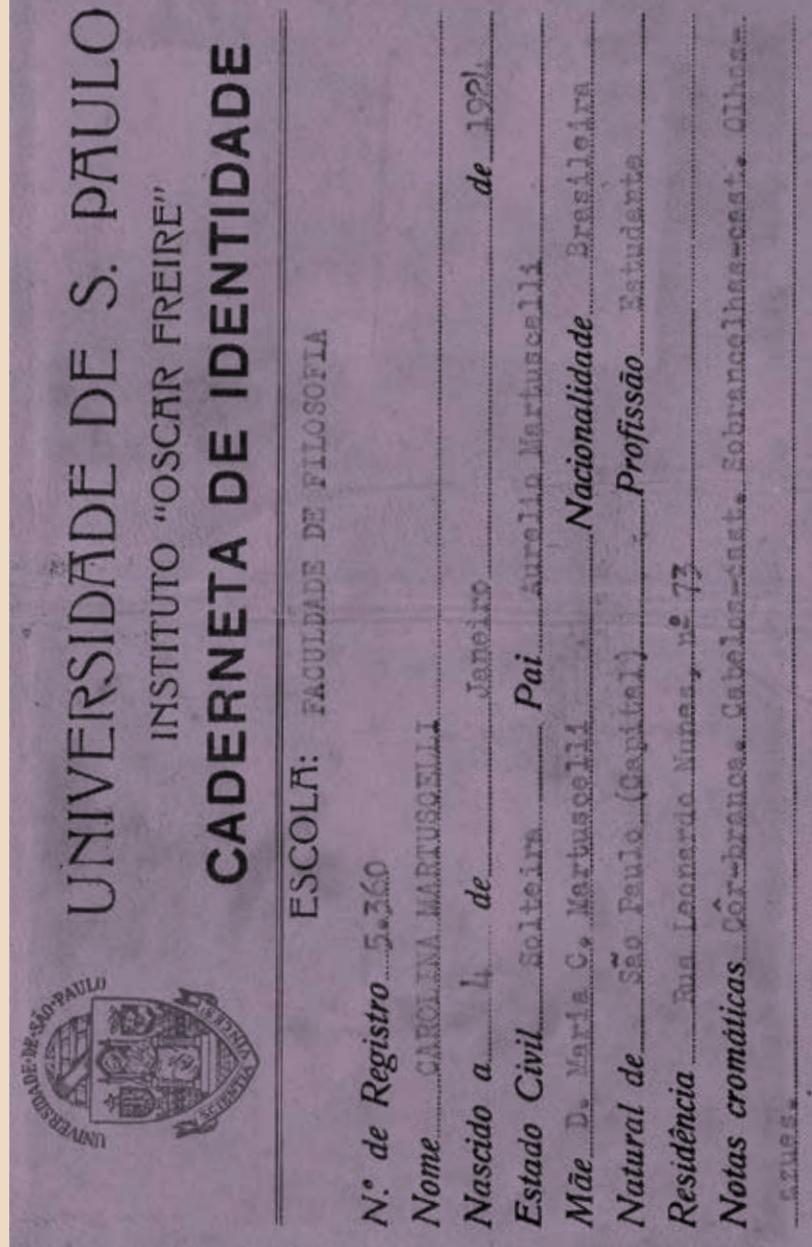
# UMA CONSTRUTORA DE INSTITUIÇÕES

Primeira mulher  
a presidir a SBPC,  
Carolina Bori  
teve voz proeminente  
na ciência brasileira

Patricia Mariuzzo

# A

vanços e retrocessos marcaram a década de 1980 no Brasil. Se no âmbito econômico o país se debatia com inflação nas alturas e queda do Produto Interno Bruto (PIB), do ponto de vista político começava uma nova fase da história brasileira, com o fim da ditadura militar (1964-1985) e a instalação da Assembleia Nacional Constituinte, em 1987. Nesse mesmo ano, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), fundada em 1948, elegia a primeira mulher para a sua presidência, a psicóloga Carolina Mar-



tuscelli Bori (1924-2004). “Estamos na expectativa de ação, urgente, imediata, no sentido de que nossas propostas se concretizem na nova Constituição como uma contribuição da comunidade acadêmica para a criação de um país moderno, um país novo, um país que faça valer os direitos das pessoas que vivem nele”, discursou Bori na sessão de abertura da 39ª Reunião Anual da SBPC, que aconteceu na Universidade de Brasília (UnB).

À frente daquela entidade até 1989, ela foi responsável por criar uma comissão que elaborou a “Proposta da SBPC para a Constituinte”, abordando temas como educação, ciência e tecnologia, saúde, meio ambiente e populações indígenas. Um dos principais resultados

Marcas, cicatrizes, etc.

Tipo sanguíneo: J. I. : M. IV. D.H. Q.ub

Observações.

REITORIA DA UNIVERSIDADE DE S. PAULO

*Carolina Martuscelli*  
Secretário Geral

Matric. no 1.º ano a ..... de ..... de ..... sob n.º .....

Secretário

Identificado no Instituto "Oscar Freire" em

18 de Abril de 1944

*J. Amadeo Amadeo Ferreira*  
Diretor Inté.

Assinatura do portador

*Carolina Martuscelli*

Fotografia tirada a 18 de IV de 1944



Caderneta de identidade estudantil de Carolina Martuscelli (nome de solteira), que cursou pedagogia na Universidade de São Paulo na década de 1940

foi a inclusão do artigo 218 sobre ciência e tecnologia na Constituição de 1988, algo inédito na história brasileira. O texto encarregava o Estado da promoção e do incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico. Também recomendava a abertura de fundações de amparo à pesquisa em todos os estados, a exemplo da FAPESP, que começou a funcionar em 1962. “O apoio da SBPC nas batalhas pelos direitos indígenas na Constituição ampliou a visibilidade e a importância desse tema de direitos humanos. Encontrei na presidência da SBPC aliados constantes”, escreveu a antropóloga Manuela Carneiro da Cunha, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), no livro *A SBPC e*

*a Constituição brasileira* (SBPC, 2022). “O trabalho de reconstruir as propostas após tentativas de mudanças no texto elaborado pela SPBC vindas da oposição foi acompanhado *pari passu* por Bori”, prossegue Cunha.

O ativismo pautou toda a trajetória de Bori. “No início de sua carreira, ela lutou pela consolidação da psicologia como ciência no Brasil, e posteriormente pelo desenvolvimento científico e tecnológico como um todo”, conta Deisy de Souza, do Departamento de Psicologia da Universidade Federal de São Carlos (DPsi-UFSCar). “Carolina acreditava que a ciência e a educação eram os caminhos para o desenvolvimento do nosso país”, acrescenta Dora Fix Ventura, professora sênior do Instituto de Psicologia da USP.

Bori nasceu há 100 anos, em janeiro de 1924, em São Paulo. Era filha de um imigrante italiano, engenheiro, e de uma dona de casa brasileira, que antes do casamento trabalhava em uma loja de tecidos. O casal fez com que todos os seis filhos tivessem formação universitária. Carolina, a mais velha, formou-se em pedagogia, em 1947, na então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (atual FFLCH) da USP. No começo da década de 1950, casou-se com o comerciante italiano Giovanni Bori. Separou-se pouco depois do nascimento do único filho do casal, Mario. Permaneceu solteira, mas manteve o sobrenome de casada.

Em seu último ano na graduação da USP, foi convidada pela professora da disciplina de psicologia, Annita de Casti-

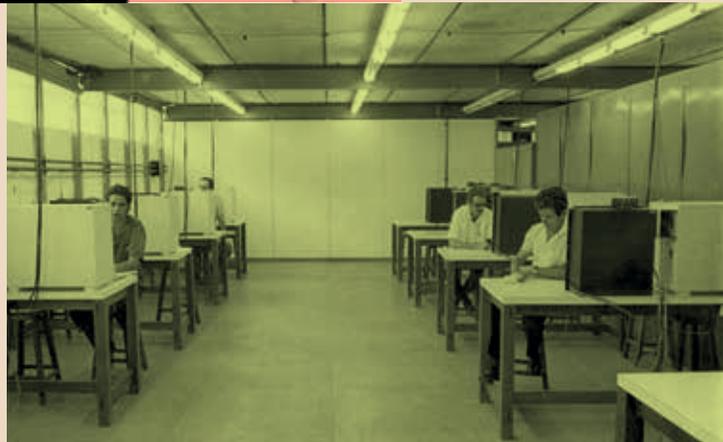
lho e Marcondes Cabral (1911-1991), para ser sua assistente. Cabral introduziu na USP, ainda nos anos 1940, as primeiras discussões sobre a psicologia experimental, uma abordagem que se baseia em experimentos feitos em laboratório para comprovar hipóteses. Animada com essa possibilidade, Bori se aprofundou na área durante o mestrado, defendido em 1952 na New School for Social Research, em Nova York, nos Estados Unidos. No estudo, fez uma revisão crítica de uma série de pesquisas sobre tarefas interrompidas, realizadas pela psicóloga russa Bluma Zeigarnik (1901-1988). Depois, no doutorado, que concluiu em 1954, na Faculdade de Educação da USP, prosseguiu investigando os experimentos de interrupção de tarefas, mas à luz da teoria de motivação, do psicólogo alemão Kurt Lewin (1890-1947).

**N**a mesma ocasião, e no contexto da reforma universitária que resultou na substituição das cátedras por departamentos, Bori se engajou no movimento pela criação de um curso de psicologia na USP. Até então, a psicologia era ensinada em cursos de filosofia, pedagogia e medicina da universidade paulista. Em maio de 1957, a nova formação curricular foi aprovada por um decreto estadual e as aulas da primeira turma começaram em fevereiro do ano seguinte, tendo Bori como integrante do corpo docente. O primeiro curso superior de psicologia do país havia sido criado antes, em 1953, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

A regulamentação em âmbito nacional aconteceria em 1962, por meio da Lei Federal nº 4.119, que dispõe sobre os cursos de formação em psicologia e institui a profissão de psicólogo. Bori ajudou a escrever o projeto de lei e, após a regulamentação, integrou uma comissão para reconhecer como psicólogos aqueles profissionais que já atuavam na área. “Por sua atuação nessa comissão, ela recebeu o registro profissional nº 001, ou seja, Carolina é oficialmente a primeira psicóloga brasileira”, conta o psicólogo Gabriel Cândido, que estudou a trajetória de Bori no doutorado, concluído em



Bori com o psicólogo norte-americano Fred Keller (acima) nos anos 1960, na UnB, onde criou o Instituto Central de Psicologia, que contava com laboratório de análise experimental do comportamento (à dir.)



2014 na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP. Ele deu prosseguimento à pesquisa sobre Bori em estágio pós-doutoral na PUC de São Paulo, finalizado em 2018.

Após a regulamentação da profissão, Bori participou ativamente da elaboração do currículo mínimo para os cursos universitários de psicologia e da criação de cursos como o da UFSCar e o da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) de Rio Claro – hoje unidade da Universidade Estadual Paulista (Unesp). “Ela foi fundamental na mudança do *status* da psicologia no país de uma ‘quase ciência’ para uma ciência”, explica Souza, que também é uma das gestoras das áreas de ciências humanas e sociais da Diretoria Científica da FAPESP. “Sua atuação imprimiu um novo rumo para os cursos de graduação em psicologia no Brasil, como na obrigatoriedade de aulas e de laboratórios de psicologia experimental.”

Em artigo publicado neste ano, na edição especial sobre o centenário de Bori do *Jornal da Ciência*, da SBPC, a dire-

tora daquela instituição e professora da UnB, Fernanda Sobral, afirmou que Bori foi uma “construtora de instituições” no campo da psicologia. Dentre outras iniciativas, ela liderou a criação do curso de pós-graduação em psicologia da USP (1970) e da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Psicologia (Anpepp), em 1983.

No início dos anos 1960, a convite do antropólogo Darcy Ribeiro (1922-1997), Bori foi para Brasília montar o Departamento de Psicologia da UnB, concebida por ele e pelo educador Anísio Teixeira (1900-1971). Dentro do espírito inovador que Ribeiro e Teixeira desejavam imprimir à nova universidade, “Bori teve total liberdade para formatar o curso”, conta Souza. Ela seguiu para a capital federal com o psicólogo Fred Simmons Keller (1899-1996), da Universidade Columbia (EUA) – que já era uma referência entre os pesquisadores da análise experimental do comportamento –, e o então pesquisador em estágio de pós-doutorado sob supervisão de Keller, John Gilmour Sherman (1931-2006). Também colabo-

Na outra página, em 1986, na Reunião Anual da SBPC, em Curitiba (à esq.), e, no ano anterior, no mesmo evento, em Belo Horizonte, com o geneticista Crodowaldo Pavan, então presidente da entidade, e o ministro da Educação Marco Maciel (ao centro)



3



4

rou no planejamento e formatação do novo curso o brasileiro Rodolpho Azzi (1927-2006). Graduado em filosofia pela USP, ele conheceu Bori quando ambos foram assistentes de Keller no primeiro curso sobre análise do comportamento no Brasil, que aconteceu na universidade paulista em 1961.

Na UnB, Bori criou e passou a dirigir o Instituto Central de Psicologia, hoje Instituto de Psicologia. Entre as inovações introduzidas por ela e seus parceiros estavam o ensino de psicologia no ciclo básico de todos os alunos de graduação e a aplicação dos princípios que deram origem ao Sistema Personalizado de Ensino (PSI, na sigla em inglês) e à Programação de Ensino. “Idealizado em 1963 por Bori, Keller, Sherman e Azzi, o método de ensino usado em Brasília buscava oferecer uma alternativa ao modelo de ensino tradicional, então muito pautado na autoridade do professor e na aplicação de técnicas punitivas”, relata Cândido. Entre as características principais estão a apresentação sequencial do conteúdo pelo aluno, a ênfase na palavra escrita e o respeito ao ritmo de aprendizagem de cada estudante.

Assim como boa parte das atividades da nova universidade, o curso de análise experimental do comportamento foi interrompido em 1965 devido à intervenção da ditadura militar no *campus*. Mais de 200 professores e técnicos pediram demissão coletiva em protesto à invasão. Bori permaneceu por um tempo e voltou para a USP em 1966. “O curso da UnB tem a marca de Carolina até hoje, e é ainda uma referência no Brasil na área de psicologia experimental”, diz

o psicólogo Antonio Virgílio Bastos, do Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

**S**egundo Cândido, Bori orientou mais de 100 mestres e doutores em diversas áreas do conhecimento, como física, química e fisioterapia. “O que aproximava essas pessoas de Carolina era o ensino sob a ótica da psicologia experimental. Sua preocupação era formar pessoas e, por opção, não entrava como coautora nos artigos de seus alunos”, afirma o psicólogo, que no momento finaliza a biografia de Bori que deve sair este ano. “Esse é um dos motivos para que a produção bibliográfica de Carolina não seja tão extensa.” Ainda de acordo com o pesquisador, o currículo Lattes de Bori está incompleto. Em seu levantamento, ele localizou até agora 70 trabalhos, incluindo 25 artigos publicados em periódicos, sobretudo nas décadas de 1950 e 1960. Nesses trabalhos, Bori discorre, por exemplo, sobre o desenho, do ponto de vista da psicologia, a importância da estatística em sua área de atuação, além da evasão escolar.

Outro de seus artigos é sobre o episódio conhecido como “O demônio do Catulé”, quando quatro crianças foram assassinadas por fiéis da Igreja Adventista da Promessa, em 1955, no município de Malacacheta (MG). Na época, circulou o boato de que as vítimas estariam possuídas por uma entidade maligna.

“Paulo Duarte [1899-1984], então diretor da *Revista Anhembi*, organizou uma pesquisa para estudar *in loco* o fenômeno, contratando para a tarefa um antropólogo, Carlo Castaldi [1924-2002], e uma psicóloga, Carolina Bori. Fui como auxiliar de pesquisa”, contou a antropóloga Eunice Durham (1932-2022) à revista *Ponto Urbe*, da USP, em 2009. Segundo Cândido, Bori viveu entre os integrantes do grupo por cerca de quatro meses para escrever o trabalho, que saiu na *Anhembi* em 1957.

Na década de 1990, retomou a parceria com Durham, que também foi professora da USP, no Núcleo de Pesquisa sobre o Ensino Superior (Nupes) daquela instituição. Juntas coordenaram, por exemplo, “Equidade e heterogeneidade no ensino superior brasileiro” (2000), estudo encomendado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). O trabalho tratou de temas como o papel da cor da pele no nível de escolaridade dos jovens.

Bori se manteve atuante até o fim da vida. Em 2004, ao sair da reunião anual da SBPC, sofreu uma queda e morreu meses depois por complicações advindas do acidente. Tinha 80 anos. No início de 2024, a SBPC lançou o Memorial Carolina Bori, dedicado à psicóloga, que disponibiliza on-line itens como fotografias, entrevistas e artigos. Além disso, para incentivar a atuação de pesquisadoras, a entidade concede desde 2019 o prêmio Carolina Bori Ciência & Mulher. “Carolina enfrentou muitas batalhas em um tempo em que a ciência era lugar sobretudo para os homens”, conclui Souza, da UFSCar. ■

LITERATURA



# MINA DE INFORMAÇÃO

## Inédito por quase três séculos, manuscrito do poeta José Basílio da Gama sobre o ciclo do ouro é publicado em edição bilíngue latim-português

Juliana Vaz

**E**m 1759, com a expulsão da Companhia de Jesus de Portugal por ordem de Sebastião José de Carvalho e Melo (1699-1781), futuro marquês de Pombal e secretário de Estado do Império português, os jesuítas se viram obrigados a deixar o Brasil. Um deles, José Basílio da Gama (1741-1795), então um noviço, buscou refúgio em Roma por volta de 1760, onde a ordem religiosa seguia ativa. Nos círculos intelectuais italianos, o rapaz, nascido na atual Tiradentes (MG), costumava ser interrogado sobre a extração do ouro em sua terra natal. Em resposta, compôs um longo poema didático onde afirma expor a “verdade nua e crua” sobre a mineração, da qual teria sido testemunha ocular. “Dentre as riquezas do mundo que são os metais preciosos, o ouro é o mais nobre. É ele que a terra oferece em forma de minério e que a mina de ouro dará depois de extraído com extremo esforço. Agora é meu dever cantá-lo: um trabalho difícil para o poeta, mas uma responsabilidade agradável”, anuncia no início de *Brasilienses aurifodinae*, sua obra de estreia.

Escrito em latim entre 1762 e 1764 e inédito desde então, o poema agora vem à luz como *As minas de ouro do Brasil*, publicado em edição bilíngue pela Edusp. O texto é considerado um raro testemunho sobre a sociedade e a economia do ouro no Brasil setecentista, por apresentar vastas informações sobre os processos de prospecção, os instrumentos utilizados e a mão de obra escravizada empregada na mineração aurífera.

A descoberta desse “tesouro” literário deve-se a Vania Pinheiro Chaves, professora da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, em Portugal. Nos anos 1980, a pesquisadora carioca e especialista na obra de Basílio da Gama localizou na coleção do bibliófilo Rubens Borba de Moraes (1899-1986), em Bragança Paulista (SP),

o único manuscrito conhecido do *Brasilienses*. Na ocasião, Chaves recebeu do colecionador fotografias do poema para publicação. A história do documento é cheia de lacunas, mas acredita-se que tenha chegado ao Brasil por meio de um diplomata brasileiro, Ivan Galvão, que o adquiriu na Itália na década de 1930. Com a morte deste, o *Brasilienses* passou para a Livraria Kosmos, do Rio de Janeiro, e foi comprado por Moraes nos anos 1960. Pouco antes de morrer, Moraes doou sua coleção ao empresário e bibliófilo José Mindlin (1914-2010) e sua mulher, Guita (1916-2006). Em 2005, por sua vez, o casal entregou o acervo à Universidade de São Paulo (USP), que deu origem à Biblioteca Brasileira Guita e José Mindlin (BBM), onde hoje está depositado o manuscrito.

A hipótese de Chaves é que o *Brasilienses* tenha sido produzido como “carta de apresentação” do poeta para ingressar na Arcádia Romana, então uma das academias literárias mais prestigiadas da Europa. “Basílio da Gama fazia questão de se apresentar como um brasileiro que tinha algo a dizer ao mundo. O *Brasilienses* é uma obra de valor incontestável, que teve a dupla função de valorizar a maior riqueza do Brasil e informar os europeus sobre uma realidade que desconheciam”, afirma a pesquisadora. O bom estado do manuscrito, com caligrafia caprichada e sem rasuras, sugere que o texto estava preparado para a impressão, o que, por razões desconhecidas, não veio a ocorrer.

A tradução do original, com 1.823 versos em latim, ficou a cargo da classicista portuguesa Alexandra de Brito Mariano, professora da Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade do Algarve, também em Portugal. Para realizar a tarefa, Mariano, que analisou a obra em sua tese de doutorado, defendida em 2005 na mesma instituição, estudou tratados sobre mineração e mergulhou nos campos da história e da geologia. O resultado é uma versão feita em prosa, em

Atribuída a Basílio da Gama, ilustração sobre a mineração de ouro no Brasil faz parte do manuscrito do século XVIII

*A multidão carregada  
entoa cânticos rudes  
segundo a cadência  
tradicional, alivia o peso  
e diminui o trabalho  
com a voz. O andar  
regula o movimento  
compassado, com a voz  
que o lidera. Os cânticos  
são permanentes e em  
conjunto ecoam nas  
minas por muito tempo.  
A multidão faz a extração  
dos buracos (que denomina  
catas altas) e amontoa  
a terra nos campos. Ergue  
elevados Olimpos, eleva  
colunas hercúleas com  
a carga e com o canto.*

Trecho de *As minas de ouro do Brasil*



Detalhes da ilustração retratam carreta e roldana usadas para transportar minério (à esq.) e escravizado com tocha em busca de ouro (abaixo). Na outra página, o manuscrito de *Brasilienses aurifodinae*



um português bastante compreensível ao leitor contemporâneo. “Traduzir o *Brasilienses* exigiu muita pesquisa, pois o poema traz inúmeros detalhes sobre o processo de mineração, inclusive a subterrânea, que apresentava maiores riscos para os escravizados. Basílio da Gama narra que eles entravam nas minas levando lanternas alimentadas por óleo de baleia”, diz Mariano.

Em meio a descrições de doenças, peças de vestuário e contratos de trabalho firmados entre senhores e escravizados, o autor faz alusões a autores clássicos como Virgílio (70 a.C.-19 a.C.) e cientistas modernos, a exemplo de Nicolau Copérnico (1473-1543) e Isaac Newton (1643-1727), que conhecia de sua formação jesuítica. Ao texto em latim, mescla vocábulos em português e tupi. “O processo de tradução foi muito moroso e complexo. Comecei no doutorado e desde então fiz inúmeras revisões. Mas também houve momentos muito poéticos e bonitos de traduzir, em que o autor compara os veios de ouro com as veias do corpo humano, fazendo aproximações com a área da medicina”, conta a tradutora.

Autor-chave do arcadismo luso-brasileiro, Basílio da Gama é mais conhecido pelo épico *O Uruguai* (1769), marco da literatura setecentista que foi analisado por estudiosos como Antonio Candido (1918-2017) e Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982). O poema em cinco cantos, que narra a derrota dos jesuítas na Guerra Guaranítica (1753-1756) no sul do Brasil, louva explicitamente o marquês de Pombal. Quando lançou a obra, Gama residia em Portugal e não era mais jesuíta. O poeta mineiro ingressou na ordem religiosa em 1757, no Rio de Janeiro, e, com a expulsão da

Companhia de Jesus dos domínios portugueses, foi completar os estudos na Europa por volta de 1760. Entretanto, Gama não conseguiu ser incorporado à ordem em Roma. O motivo é controverso. “Alguns afirmam que isso ocorreu por resistência da própria Companhia de Jesus. Certo é que, na cidade, mesmo sem completar todos os votos, era tratado como abade”, escreve a historiadora Júnia Ferreira Furtado, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no posfácio do livro.

**C**omo prossegue Furtado, a “escrita de uma ‘Ode a dom José I’ [então rei de Portugal], em 1765, indica sua nova disposição de não mais fazer parte da Ordem de Jesus e de se aliar ir-restritamente à política pombalina”. Dois anos mais tarde, Gama voltou ao Brasil para criar a filial da Arcádia Romana na antiga Vila Rica, hoje Ouro Preto (MG). Pouco depois, em 1768, foi obrigado a seguir de volta para Portugal com um grupo de egressos da Companhia de Jesus e acabou condenado ao exílio em Angola, mas conseguiu se livrar do degredo. “Consta que o perdão se deve a Maria Amália, filha de Pombal, gratificada por um poema com que Basílio celebrou o seu casamento”, afirma Chaves, da Universidade de Lisboa.

“Basílio da Gama sabia se articular muito bem politicamente”, conta Carlos Versiani dos Anjos, pesquisador independente e doutor em estudos literários pela UFMG. “*O Uruguai* foi escrito nesse contexto de aproximação com Pombal, de quem Basílio da Gama se tornou assistente”, acrescenta o pesquisador, que em 2021 publicou artigo na



Da mesma maneira, o historiador Pedro Calmon (1902-1985), na comemoração do segundo centenário de Basílio da Gama na Academia Brasileira de Letras, em 1941, caracterizou o latim do poeta como sendo o de um “colegial”. Já o crítico literário Wilson Martins (1921-2010), em *História da inteligência brasileira* (Cultrix, 1976), argumentou que os versos latinos do jovem Basílio da Gama não passavam de “exercícios escolares”. “Certamente essas pessoas não leram *Brasilienses*, mas apenas reproduziram informações que vinham sendo repetidas sobre o poema. O manuscrito era citado, mas poucos o dominavam porque não se tinha acesso a ele”, conclui Massi. Segundo o pesquisador, a partir de agora, estudos sobre o livro podem vir a modificar o lugar de Basílio da Gama na história literária, que parecia já estabelecido. Sua bibliografia também ganhou novas nuances com a descoberta recente, feita pelo próprio Massi, de alguns documentos de época – como um comentário inédito do poeta, médico e tipógrafo italiano Vincenzo Benini (1713-1764), tecendo elogios aos talentos linguísticos do autor.

revista *Teresa*, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP, em edição que comemorou os 250 anos do poema. De acordo com Furtado, o grande herói da saga é Gomes Freire de Andrade, que havia comandado o exército português na Guerra Guarânica e apadrinhado Gama na juventude. No texto, o autor “canta a vitória portuguesa na Guerra Guarânica e exalta a política pombalina, incluindo aí a direcionada contra os jesuítas”, como escreve a historiadora.

Com seus versos decassílabos sem rima, *O Uruguai* encantou autores como Machado de Assis (1839-1908), que fez um soneto em homenagem a Lindoia, heroína do épico. O autor de *Dom Casmurro* também pretendia escrever uma biografia do poeta arcáde. “Basílio da Gama colecionou admiradores, mas também muitos detratores do ponto de vista moral e ético. Ele foi considerado um traidor pela ordem dos jesuítas por causa de sua aproximação com o marquês de Pombal”, observa Augusto Massi, professor de literatura brasileira na FFLCH-USP. Um deles foi o padre Lourenço Kaulen (1716-1799), autor de um ataque virulento ao poeta, que, segundo Massi, acabou impregnando a visão da crítica. “Em *Resposta apologética ao poema intitulado O Uruguai* [1786], Kaulen acusou Basílio da Gama de não dominar o latim. Lançou também muitas suspeitas sobre o *Brasilienses aurifodinae* e sobre como o autor havia conseguido entrar tão jovem na Arcádia Romana, uma instituição muito importante na cultura literária ocidental. Era uma punição ao poeta por ele ter defendido a política do marquês de Pombal”, continua Massi.

**A**o iluminar aspectos da vida econômica, política e cultural do Brasil colonial, o *Brasilienses* pode interessar não apenas a estudiosos da literatura, mas também a historiadores, antropólogos, economistas, linguistas e outros pesquisadores. Entretanto, conforme esclarece Furtado, da UFMG, o *Brasilienses* ora encontra ressonância nas recentes pesquisas históricas, ora se afasta delas. Ao elencar, por exemplo, os mecanismos disponíveis aos escravizados para alcançar a liberdade, como a formação de um pecúlio financeiro, Basílio da Gama fornece pistas a historiadores que têm investigado por que as alforrias se generalizaram em Minas Gerais no século XVIII. Em outros trechos do poema, porém, o poeta parece distante da realidade, como ao julgar que “a multidão vive contente com o alimento de pouco valor e com o vestuário grosseiro e de algodão”.

Para Chaves, da Universidade de Lisboa, o poema tem diversos elementos capazes de despertar a curiosidade dos pesquisadores contemporâneos, com destaque para a questão da escravatura. “O *Brasilienses* é uma mina de informação a respeito da condição do negro escravizado no Brasil da época, no qual Basílio da Gama relata o processo violento do comércio de seres humanos. É um poema que vai possibilitar muitos estudos futuros e terá uma importância tão grande quanto a do *O Uruguai*”, defende a pesquisadora. ■

O livro e a revista consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.



Tavares, em 1994, na sede do jornal *Folha de S.Paulo*

# NA CONTRACORRENTE

Pensamento crítico e estilo combativo garantiram a Maria da Conceição Tavares influência duradoura na economia

**M**aria da Conceição Tavares, professora que formou gerações de economistas e influenciou o debate sobre a indústria e o desenvolvimento no Brasil, morreu na madrugada do dia 8 de junho em sua casa em Nova Friburgo (RJ). Ela estava com 94 anos e vivia recolhida com familiares há quase quatro anos, desde que um acidente doméstico e a fratura de uma perna a tiraram de combate.

Nascida em Anadia, Portugal, em 1930, dois anos antes da ascensão de Antonio de Oliveira Salazar (1889-1970) ao poder, Tavares se mudou para o Brasil em

1954, poucos meses após se licenciar na Faculdade de Ciências Matemáticas da Universidade de Lisboa. Seu pai era importador e exportador de vinhos e decidiu se estabelecer no Brasil. Tavares veio junto, com o primeiro marido, o engenheiro Pedro José Serra Ribeiro Soares, e grávida da primeira filha, Laura.

Conseguiu o primeiro emprego em 1955, no antigo Instituto Nacional de Imigração e Colonização, onde trabalhou como estatística e ajudou a organizar dados sobre a propriedade da terra no Brasil. “O contato com a questão agrária foi decisivo para que ela decidisse cursar economia”, conta a economista Hildete

Pereira de Melo, da Universidade Federal Fluminense (UFF), que foi sua amiga.

Tavares ingressou em 1956 na Faculdade de Ciências Econômicas e Administração da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Teve como professores economistas de formação liberal que haviam ocupado posições-chave no governo brasileiro, como Octavio Gouvêa de Bulhões (1906-1990) e Roberto Campos (1917-2001). Durante o curso, naturalizou-se brasileira e trabalhou por dois anos como analista do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE, atual BNDES).

Em uma profissão dominada por homens desde sempre, Tavares se destacou cedo. Trabalhou como assistente de Bulhões na Universidade do Brasil, iniciando a carreira docente em 1961. No mesmo ano, foi contratada pelo centro de estudos que se tornara referência para o pensamento desenvolvimentista, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal), da Organização das Nações Unidas (ONU). A Cepal mantinha um escritório no Rio de Janeiro, chefiado pelo chileno Aníbal Pinto (1919-1996), que Tavares considerava seu principal mentor intelectual.

A economista continuou no Brasil após o golpe de 1964 e chegou a dar aulas no curso de mestrado da FGV do Rio por sugestão de Bulhões, que dirigiu o Ministério da Fazenda no início da ditadura militar (1964-1985). Com o recrudescimento do regime, ela se transferiu para a sede da Cepal no Chile, trabalhando ali de 1968 até 1972.

O trabalho de maior repercussão desse período foi o artigo “Além da estagnação”, escrito em parceria com José Serra, que deixara o Brasil em 1964 e se formou em economia no Chile. Publicado em 1971, o ensaio refutou uma tese defendida pelo economista Celso Furtado (1920-2004) nos anos 1960 e propôs uma nova interpretação para o desempenho da economia brasileira nos anos de crescimento acelerado que ficaram conhecidos como o milagre econômico da ditadura.

Para Tavares e Serra, a oferta de crédito para compra de bens de consumo duráveis e outros estímulos adotados então tinham feito a economia crescer mesmo com a compressão dos salários dos trabalhadores menos qualificados. Como o economista Ricardo Bielschowsky, da UFRJ, observou numa apreciação da obra da colega em 2010, o artigo de 1971 expunha um lado perverso da política econômica dos militares: “Foi possível crescer concentrando a renda e, pior ainda, a concentração de renda alimentava um processo de crescimento acelerado”.

Pouco depois da publicação do artigo, Tavares escreveu uma carta a Furtado em que o chamava de mestre e pedia desculpas por tê-lo criticado, e recebeu dele uma resposta cordial. “Conceição era uma inteligência irrequieta”, relata o economista Luiz Gonzaga Belluzzo, que trabalhou com ela na Universidade Es-

## Ela não era ligada à tecnologia e escrevia à mão, mas se divertia com sua imagem popularizada na internet

tadual de Campinas (Unicamp). “Podia soar agressiva às vezes, mas questionava as ideias, não discutia com as pessoas.”

Para a economista Laura Carvalho, ex-aluna de Tavares na UFRJ e hoje professora da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo (FEA-USP), seus trabalhos abriram novas perspectivas para a compreensão do país: “Conceição nos forçou a olhar em conjunto questões como o crescimento, a distribuição de renda e a política, muitas vezes deixadas de lado por análises que se concentravam no desempenho dos indicadores macroeconômicos”.

**E**m 1973, de volta ao Brasil, Tavares reassumiu sua vaga na UFRJ e trabalhou na implantação do programa de pós-graduação em economia da Unicamp, inaugurado dois anos depois com uma proposta crítica ao pensamento ortodoxo dominante em outras escolas. Nessa época, a pesquisadora publicou *Da substituição de importações ao capitalismo financeiro* (Zahar Editores, 1972), reunindo os principais ensaios escritos quando estava na Cepal. Em 1979 ajudou a criar o primeiro centro de pós-graduação em economia da UFRJ, o Instituto de Economia Industrial, que coordenou por dois anos.

A economista chegou a ser presa pela ditadura em 1974 e foi solta logo depois devido à intervenção do então ministro da Fazenda, Mario Henrique Simonsen (1935-1997), seu antigo colega na FGV. Em 1975, meses depois da prisão, ela defendeu sua tese de doutorado e livre-docência na UFRJ, “Acumulação de

capital e industrialização no Brasil”, retomando os temas que vinha discutindo desde o início da carreira. Três anos mais tarde, após a aposentadoria de Bulhões, tornou-se professora titular com a tese “Ciclo e crise: O movimento recente da economia brasileira”.

Com a redemocratização do país, em 1986, quando Belluzzo e seus colegas da Unicamp estavam no governo de José Sarney (1985-1989), ela colaborou com os preparativos do Plano Cruzado. Era o primeiro de uma sequência de programas que tentavam conter a inflação. Tavares discordava das premissas teóricas do plano, mas chegou a chorar ao defendê-lo numa entrevista ao vivo na TV.

Em 1994, quando se filiou ao Partido dos Trabalhadores (PT) para disputar uma cadeira na Câmara dos Deputados, ela previu que o Plano Real seria outro fracasso e provocaria recessão e arrocho salarial. “O Plano Real foi bem-sucedido no processo de estabilização monetária, mas não na retomada do crescimento. A crítica de Conceição foi pertinente”, afirma a economista Glória Maria Moraes da Costa, da Faculdade Presbiteriana Mackenzie Rio.

Um dos formuladores do Plano Real, o economista Edmar Bacha, destacou, ao jornal *Valor Econômico*, as contribuições fundamentais de Tavares para a compreensão da economia brasileira. “Correntes pouco importam, o que importa é a qualidade da análise. E a da Conceição era excepcional.”

Tavares foi eleita deputada federal pelo Rio e exerceu apenas um mandato. “Como parlamentar, Conceição se posicionou de forma firme contra as privatizações e o desmonte do Estado, e escreveu artigos importantes a respeito”, lembra Costa.

Nos últimos anos, Tavares se popularizou na internet pela divulgação de vídeos com trechos de suas aulas em um curso que ministrou na Unicamp em 1992. Os vídeos originais, com a íntegra de 12 aulas, foram publicados em 2017 no canal do Instituto de Economia da universidade no YouTube. Em 2021, trechos curtos começaram a circular em outras redes sociais. “Conceição não era ligada à tecnologia e escrevia à mão, mas achava essa história engraçada”, diz Costa.

Tavares deixa os filhos, Laura e Bruno, além de dois netos e um bisneto. ■



# OS ANTIGOS PERIGOS DE RECEBER SANGUE

Até as descobertas do início do século XX,  
a transfusão dependia essencialmente da sorte

Felipe Floresti

“**P**ela primeira vez, nesta cidade se fez uma transfusão de sangue em uma doente de beribéri”, noticiou *O Globo*, do Rio de Janeiro, de 28 de junho de 1877. A nota do jornal – que não tem relação com o atual diário com o mesmo nome – registrava um dos episódios da história de uma técnica de tratamento médico que causou mortes até chegar aos refinamentos atuais, que reduzem bastante os riscos de reações adversas ou de transmissão de doenças.

O beribéri é uma consequência da falta de vitamina B1, encontrada em alimentos como carne e feijão. A enfermidade

havia deixado uma mulher em “verdadeiro estado moribundo”, como relatou a imprensa, e, para tentar salvá-la, o médico Antônio Felício dos Santos (1843-1931), da Casa de Saúde São Sebastião, no bairro do Catete, decidiu usar o aparelho de Collin.

Assim chamado por seu inventor, o engenheiro mecânico francês Anatole Collin (1831-1923), dono de uma fábrica de instrumentos cirúrgicos, consistia em um funil, no qual o sangue era despejado, ligado por uma mangueira a um recipiente de vidro com capacidade para 300 mililitros (mL), com um pistão no topo. Ao ser puxado, coletava o sangue

do funil e, pressionado, movia uma esfera metálica flutuante que impedia o retorno do sangue e o fazia sair pela mangueira da outra extremidade, conectado por uma agulha à veia do braço do paciente. Apresentada na Academia de Medicina de Paris em 8 de dezembro de 1874, a invenção foi adotada pelo Exército francês e distribuída pelo mundo.

A mulher recebeu 50 mL de sangue doado pelo marido e faleceu cinco minutos depois de concluída a transfusão. A morte foi atribuída a seu grave estado de saúde. Santos era membro da Academia Imperial de Medicina, mas não consta ter relatado sua experiência aos colegas, como era praxe.

“Na história da transfusão de sangue, existe muita omissão de informação. As experiências com o equipamento devem ter sido muitas, mas os registros de uso são raros”, diz a farmacêutica Ana Cláudia Rodrigues da Silva, da Universidade Federal Fluminense (UFF), coautora de um artigo sobre esse assunto publicado em setembro de 2022 na *Brazilian Journal of Development*. “Quantas pessoas não devem ter morrido de hemorragia, por exemplo, em uma época em que não se conhecia nem os tipos sanguíneos, fundamentais para se estabelecer a compatibilidade entre doador e receptor?”

Até o início do século XX, o resultado de uma transfusão dependia essencialmente da sorte. Houve episódios trágicos, como a tentativa de salvar o papa Inocêncio VIII (1432-1492), que estava à beira da morte em consequência de uma grave doença renal. Por falta de alternativas, seus médicos o convenceram a beber sangue humano.



Gravura de 1882 mostra um médico de Genebra fazendo transfusão em uma mulher que havia perdido muito sangue após o parto de gêmeos prematuros

A história que se conta, sem comprovação nem detalhes, é que três meninos de 10 anos teriam se oferecido para doar o sangue ao papa, em troca de um ducado. O primeiro morreu depois de lhe retirarem o sangue, mas o papa apresentou uma ligeira melhora. Animados, os médicos chamaram o segundo doador, retiraram menos sangue que do primeiro, mas dessa vez o papa teve febre alta, os rins pararam de funcionar e ele morreu. O segundo doador morreu logo depois, provavelmente por anemia. O terceiro menino não precisou doar sangue, mas também morreu logo depois, também de anemia, então uma doença sem diagnóstico ou tratamento adequados.

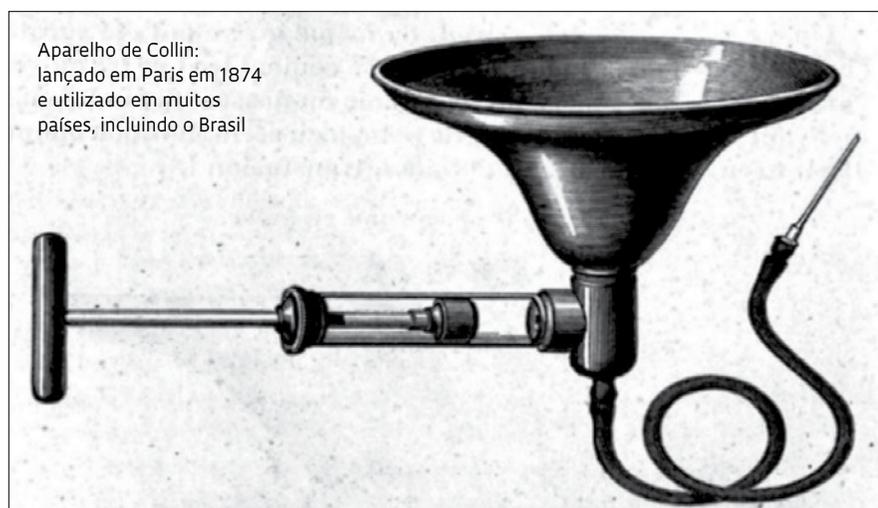
Outra experiência malsucedida, em Paris, em 1678, fez os governos da França e da Inglaterra proibirem – e criminalizarem – as transfusões de sangue. Em

Edimburgo, na Escócia, em 1818, o obstetra James Blundell (1790-1878) virou o jogo quando, após experiências com animais, fez a primeira transfusão bem-sucedida para mulheres com hemorragia pós-parto. Ele usava um funil para reter o sangue que saía da veia do doador, seguia por uma mangueira e chegava ao receptor por uma agulha. Sua técnica se limitava a casos de extrema gravidade, quando a morte era quase certa, porque os resultados eram incertos: alguns pacientes se recuperavam, mas outros morriam.

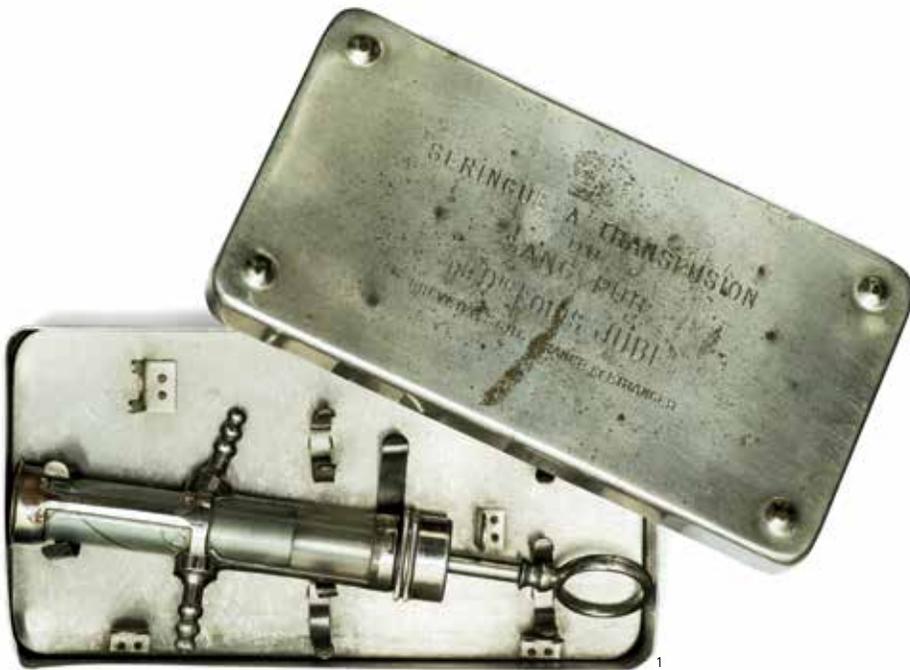
**O**s riscos caíram bastante a partir de 1901. Nesse ano, ao investigar a causa da morte de pacientes após a transfusão, o patologista austríaco

Karl Landsteiner (1868-1943), do Instituto Anatomopatológico de Viena, então capital do império austro-húngaro, identificou o primeiro grupo sanguíneo, o sistema ABO, formado por quatro tipos (A, B, AB e O), caracterizados pela presença ou não de proteínas específicas nas células vermelhas ou no plasma do sangue. Tornava-se claro que as reações indesejadas resultavam do ataque do sistema de defesa do receptor a proteínas incompatíveis vindas do doador. Seu trabalho lhe rendeu o prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1930.

Em 1940, no Instituto Rockefeller de Pesquisa Médica, em Nova York, Landsteiner e o médico norte-americano Alexander Salomon Wiener (1907-1976) descobriram o fator Rh, um antígeno –



Aparelho de Collin: lançado em Paris em 1874 e utilizado em muitos países, incluindo o Brasil



Seringa de Jubé, importada da França (ao lado), e transfusor com tubos de borracha, criado pelo médico brasileiro José Augusto de Arruda Botelho para transfusão direta de sangue do doador para o paciente



proteína capaz de ativar as defesas do organismo –, no soro de coelhos imunizados com sangue de um macaco rhesus. Pessoas que produziam essa proteína começaram a ser chamadas de Rh+ (positivo) e as que não a tinham, de Rh- (negativo); as Rh+ podem receber sangue tanto de Rh+ quanto de Rh-, mas só podem doar para outras Rh+.

Anos antes, outro sério problema havia sido resolvido: fora do corpo, o sangue coagula rapidamente. Trabalhando separadamente e sem conhecer os resultados um do outro, em 1914, o cirurgião belga Albert Hustin (1882-1967) e o médico argentino Luis Agote (1868-1954) mostraram que a adição de citrato de

sódio impedia a coagulação, sem causar danos ao paciente.

O estudo de Silva e outros relatam que em 1915, inspirado no trabalho de Agote, o médico João Américo Garcez Fróes (1874-1964) fez no Hospital Santa Izaabel, da Santa Casa de Misericórdia da Bahia, em Salvador, a primeira transfusão de sangue bem-sucedida no Brasil. A paciente era a doméstica Maria Salustiana, aos 26 anos, que sofria de uma grave anemia após uma hemorragia em decorrência de uma cirurgia de retirada de um pólipso do colo uterino.

Fróes usou um aparelho desenhado por Agote. O sangue do doador era armazenado com o citrato de sódio em

um recipiente de onde saíam duas mangueiras. Um frasco menor ligado a uma delas continha uma bomba de borracha que exercia pressão para que o sangue fluísse pela outra mangueira até a agulha e o braço da paciente. O tipo sanguíneo, apesar de já conhecido, não foi testado. Por sorte, o sangue do doador – João Cassiano, funcionário da enfermaria do hospital, escolhido por aparentar boa saúde aos 22 anos de idade – e o de Salustiana eram compatíveis.

**E**m 1916, a médica Isaura Leitão de Carvalho (1885?-1928) descreveu essa e outras três transfusões de sangue bem-sucedidas, também sem menção à tipagem sanguínea, realizadas naquele ano por Fróes, orientador de seu trabalho de conclusão de curso apresentado na Faculdade de Medicina da Bahia, hoje uma unidade da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Em 2019, a médica hematologista Cristiane Silveira Cunha resgatou os registros dessas histórias em sua tese de doutorado, apresentada na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio). “Tive de procurar muito, mas visitei o ambulatório onde Isaura trabalhava e encontrei uma sobrinha neta, a Ana Mary, que guardava fotos dela”, conta.

Cunha encontrou também um relato da indiferença com que outros médicos reagiram a uma apresentação de Fróes em 5 de maio de 1918 na Sociedade Médica dos Hospitais da Bahia. A nota na edição de 29 de junho daquele ano



Karl Landsteiner em seu laboratório na Universidade de Viena, onde identificou o primeiro grupo sanguíneo, o sistema ABO

na revista *Brazil Médico* salientava “o esquecimento imerecido de trabalhos baianos como aconteceu a propósito da transfusão sanguínea por ele efetuada, há cerca de dois anos, pelo método do Dr. Luiz Agote”.

Em 1918, sem citar Fróes, o médico Augusto Brandão Filho (1881-1957) apresentou um trabalho na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro – hoje ligada à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – sobre transfusão em crianças, em que relatava um caso próprio, em um bebê prematuro com hemorragia digestiva na Maternidade das Laranjeiras, no Rio de Janeiro. A técnica se tornou rotineira, embora sejam poucos os relatos anteriores à criação do Serviço de Transfusão de Sangue (STS), em 1933, também no Rio.

Nesse meio tempo, houve alguns aprimoramentos. Uma evolução do aparelho de Agote, a seringa de Jubé – criada pelo médico francês Louis Jubé (1899-?) em 1924 –, facilitou o trabalho por unir com duas mangueiras o braço do doador e o do receptor e dispensar o uso do coagulante. Presilhas nas mangueiras garantiam que o sangue fluísse para o lado certo. O circuito se tornou fechado, a vácuo, de fácil esterilização. Com o acesso aos reagentes da tipagem sanguínea, médicos mantinham serviços de transfusão, com cadastros de fornecedores do tipo O, que poderiam doar para todos os outros tipos. Na verdade, não existia doação, porque toda transfusão era paga.



Cartaz para uma campanha de doação de sangue, inspirada pela Lei Henfil

Recipientes com sangue a caminho da praia da Normandia em junho de 1944, durante a Segunda Guerra Mundial



A Segunda Guerra Mundial (1939-1949) motivou a criação de bancos de sangue em todo o mundo. No Brasil, o primeiro tomou forma em 1942 no Instituto Fernandes Figueira, no Rio de Janeiro. Ao mesmo tempo, a hemoterapia se tornou uma especialidade médica. Até então, as transfusões ficavam a cargo de cirurgiões e obstetras, enquanto a hematologia tratava das doenças infecciosas, como a doença de Chagas e febre amarela. Criada em 1950, a Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia (SBHH) uniu as áreas.

“Até 1980, a doação remunerada era um meio de vida. Quem mais doava eram as pessoas mais pobres, em troca de alguns trocados”, conta o hematologista Nelson Hamerschlak, do Hospital Israelita Albert Einstein. “Era preocupante porque os agentes causadores da hepatite ou da doença de Chagas poderiam ser transmitidos pelo sangue.” Para mudar a situação, em 1979, a SBHH lançou uma campanha pela doação de sangue altruísta.

Em 30 de abril do ano seguinte, o Programa Nacional de Sangue e Hemoderivados (Pró-sangue) estabeleceu o sistema hemoterápico brasileiro, com a criação de hemocentros, especializados na coleta, processamento e armazenamento de sangue e seus derivados. Uma de suas diretrizes era a doação não remunerada; outra era a segurança dos doadores e receptores, que a epidemia de HIV/Aids, nos anos 1980, colocou à prova. “O nú-

mero de casos de transmissão do vírus HIV, causador da Aids, começou a crescer dramaticamente, particularmente nos pacientes portadores de hemofilias ou nos que recebiam várias transfusões”, conta o hematologista da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) Carmino Antônio de Souza (ver Pesquisa FAPESP nº 323). “Infelizmente, não tínhamos métodos laboratoriais de prevenção ou mesmo como tratar os pacientes com produtos totalmente seguros.”

Em 1988, a Lei Henfil – assim chamada em homenagem ao cartunista Henrique de Souza Filho (1944-1988), que era hemofílico e, como seus dois irmãos, contraiu o HIV em uma transfusão – determinou a obrigatoriedade de testes sorológicos para detectar o vírus da Aids. Nesse ano, a Constituição atribuiu ao poder público a regulamentação, fiscalização e o controle do sangue e seus derivados, como o plasma, e proibiu a comercialização.

Apenas em 2014, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou as exigências que devem ser seguidas em qualquer hemocentro do país. Hoje, antes de esticar o braço para doar sangue, o candidato a doador cede uma amostra para a determinação do tipo (ABO e Rh) e para a detecção dos agentes transmissores de HIV, HTLV1, sífilis, hepatites B e C e doença de Chagas. Souza comemora os avanços dessa longa história: “Felizmente, as reações por incompatibilidade e transmissão de vírus, bactérias e protozoários por transfusão de sangue e seus componentes tornaram-se muito raras”. ■



ITINERÁRIOS DE PESQUISA

## CAMINHOS CRUZADOS

Adepta do conceito de saúde única, a veterinária Nathalia Juocys abraçou a medicina humana em sua carreira acadêmica

**A** medicina veterinária sempre foi um caminho natural para mim. Venho de uma família de veterinários e desde cedo acompanhei de perto cirurgias na clínica do meu pai, Robinson, na zona oeste paulistana. Entre 2007 e 2011, cursei essa graduação na Universidade Anhembi Morumbi, em São Paulo. Quando me formei, fui trabalhar na clínica do meu pai, mas com o sonho de ser pesquisadora e ter, inclusive, uma experiência internacional na área acadêmica.

Meu avô paterno, Edson Dias Moreira, trabalhou por 50 anos como técnico do Laboratório de Hipertensão Experimental do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas [InCor] da Faculdade de

Medicina da Universidade de São Paulo [FM-USP]. Ciente da minha vontade de ter uma carreira acadêmica, ele me indicou para ser aprendiz lá. A princípio, fiquei em dúvida se aceitava a vaga, porque não queria ir para a medicina humana, mas meu avô me convenceu a não abrir mão daquela oportunidade.

Entrei no laboratório em março de 2012, sem abandonar o trabalho na clínica veterinária. Como aprendiz do laboratório, passei a acompanhar experimentos e aprendi a manipular equipamentos e animais, como ratos e camundongos. Dois anos depois, fui aprovada no mestrado em medicina.

Muita gente me pergunta se encontrei resistência por parte dos médicos.

Sempre digo que o diálogo entre veterinários e médicos é quase inexistente no campo clínico, mas comum e desejado no meio acadêmico. Em grupos de pesquisa da medicina, costumamos encontrar profissionais de diversas áreas do conhecimento, como fisioterapeutas e biólogos, porque há o entendimento de que as várias abordagens se complementam. Essa busca pela integração é o cerne do conceito *one health* [ou saúde única], do qual sou adepta, que estuda as interconexões entre seres humanos, animais, plantas e meio ambiente.

Minha pesquisa de mestrado aconteceu em parceria com a Unifesp [Universidade Federal de São Paulo], centro de referência em nefrologia no país.

No estudo, fui orientada pela médica Maria Claudia Irigoyen, chefe do Laboratório de Hipertensão Experimental da USP. Em linhas gerais, investiguei como o procedimento de denervação renal bilateral impacta na função da aorta e no sistema nervoso autônomo.

Esse procedimento vem sendo avaliado para uso no tratamento dos chamados pacientes hipertensos resistentes, que são aqueles que não respondem aos medicamentos e representam cerca de 10% dos que sofrem de hipertensão no Brasil. Por meio de um cateter, corta-se a comunicação entre os nervos dos rins e o cérebro para baixar a pressão arterial. A técnica existe há mais de três décadas no mundo, mas apenas no ano passado foi aprovada para uso clínico pela FDA [Food and Drug Administration], órgão que regula alimentos e remédios nos Estados Unidos. Atualmente, ela é mais utilizada em contexto de pesquisa. No meu caso, fiz o procedimento em ratos espontaneamente hipertensos.

Em 2014, ano em que ingressei no mestrado, enfrentei grandes mudanças na minha vida pessoal. Meu filho, Luc-

ca, nasceu em agosto e pouco depois me separei do pai dele. Como várias mulheres que se desdobram entre a ciência e a maternidade, escrevi a dissertação enquanto Lucca dormia. A exemplo de meu avô, muitas vezes precisei ir à noite ou nos finais de semana ao laboratório do InCor para realizar os experimentos.

**D**efendi minha dissertação na Unifesp em 2016 e no ano seguinte comecei meu doutorado na USP, também sob orientação da professora Maria Claudia. Avaliei a repercussão da denervação renal bilateral em vasos mesentéricos de resistência – diminutas artérias que estão, por exemplo, na rede que sustenta as alças do intestino e têm impacto na nossa pressão arterial. Realizar esse experimento é um desafio e sua execução pode levar até 10 horas. Entre outras coisas, é preciso passar fios de tungstênio pelo interior de vasos com menos de 300 micrômetros [milésimos de milímetro] de diâmetro. Se o fio encostar na parede do vaso, o experimento está arruinado e é preciso começar tudo de novo.

Nesse experimento, usamos um aparelho chamado miógrafo, que avalia a função dos vasos. Para aprender a operar a máquina, passei por uma semana de treinamento no *campus* de Ribeirão Preto da USP. Minha tia Rosana veio de Goiânia e foi comigo para ajudar a cuidar de Lucca. Depois, fiquei meses treinando até adquirir a habilidade que esse experimento requer. Valeu o esforço. Cerca de dois anos depois, um pesquisador da Universidade da Califórnia em San Diego, nos Estados Unidos, veio visitar nosso laboratório. Ele trabalhava com o anestesiológico Erik Kistler, chefe do laboratório de microcirculação daquela universidade, que estava em busca de um pesquisador que soubesse operar o miógrafo, coisa rara também nos Estados Unidos.

Acertei com a professora Maria Claudia que entraríamos com um pedido na Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior] para uma bolsa de doutorado sanduíche. Por coincidência, minha mãe mora atualmente em Orange Country, a cerca de uma hora da universidade, e poderia me apoiar no cuidado com meu filho.

SAIBA MAIS

Instituto do  
Coração-USP



Em 2019, depois de tudo organizado, com a certificação de inglês na mão e meu nome entre os aprovados para a bolsa, fiquei sem saber se poderia viajar em função do corte de verbas para pesquisa por parte do governo federal. Foi a época de maior angústia na minha vida.

Iniciei a etapa norte-americana do doutorado em janeiro de 2020, sob a orientação de Kistler. Lá integrei um projeto para estudar o impacto do choque hemorrágico nos vasos mesentéricos. Quem bancou o estudo foi o Exército norte-americano. Nos Estados Unidos, as pesquisas em universidades podem ser financiadas pelo governo como também pela iniciativa privada, a exemplo da indústria farmacêutica. Nesse último caso, a principal vantagem é que a verba é mais robusta, mas, por outro lado, há muita pesquisa com conflito de interesse.

O previsto era ficar um ano, mas a temporada de pesquisa na Califórnia se estendeu por mais oito meses. Quando voltei ao Brasil, no fim de 2021, fui surpreendida com mudanças nas regras de financiamento de doutorado no exterior e, para resumir uma história de muitas idas e vindas, fiquei sem bolsa. Para terminar o doutorado, trabalhei como veterinária fazendo consultas e cirurgias. Defendi minha tese em 2023, no Departamento de Cardiologia da USP.

Em minha curta trajetória acadêmica, uma das coisas que mais me incomodam é perceber que muitas pessoas ao meu redor, de fora do mundo acadêmico, não encaram a pesquisa como um trabalho de fato. Mas não desanimo. Continuo no Laboratório de Hipertensão Experimental da USP e atendo em domicílio como veterinária. Agora em julho volto à Universidade da Califórnia para um estágio de pós-doutorado. Quero muito continuar pesquisando. Para nós, mulheres, o desafio é maior e sem a ajuda dessa rede de apoio feminina, que inclui minha mãe e minha orientadora, teria sido muito mais difícil chegar até aqui. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A NEIDE OLIVEIRA

Na outra página, Nathalia no laboratório do InCor-USP e, abaixo, com o filho Lucca durante o doutorado sanduíche nos Estados Unidos



# O foco no topo

Celia Lessa Kerstenetzky



**Os ricos e os pobres:  
O Brasil e a  
desigualdade**

Marcelo Medeiros  
Companhia das Letras  
192 páginas  
R\$ 79,90

O final de 2023 reservou grata surpresa ao leitor interessado em deslindar um dos maiores traços definidores da nação brasileira, nossa profunda e arraigada desigualdade. Refiro-me à publicação do livro *Os ricos e os pobres*, do sociólogo Marcelo Medeiros.

Regularmente somos expostos a números nas alturas sobre essa desigualdade, como o índice de Gini, e a comparações vergonhosas com outros países, mais ricos, mais pobres, ou médios, como nós. O espanto e a perplexidade, sentimentos que se sucedem a cada nova velha notícia, acabam por se incorporar à nossa identidade como um fado e a obliterar reflexão posterior. Eis o que somos, nada mais.

Um dos grandes méritos da obra é sacudir a paralisia e avançar sobre campo ainda pouco (re) conhecido. Nossa desigualdade tem características muito próprias.

O Brasil é um país habitado por um povo basicamente pobre e uma diminuta elite rica, muito rica, conclui o autor. Ao contrário de postular uma linha de pobreza e observar os abaixo e os acima dela, a perspectiva do autor está voltada para o topo e busca a linha ou a região na distribuição de renda que separa a elite do resto. Ao fazer isso, inevitavelmente integra a análise da pobreza com a análise da desigualdade. Medeiros nos conduz por um passeio ao longo da distribuição de renda, mostrando quão pequenas são as diferenças de renda entre os grupos da população que compõem os 80% ou 90% mais pobres. As diferenças, que eram suaves dentro desse grande grupo, tornam-se abruptas conforme nos aproximamos do reino dos 10% mais ricos e mais ainda quando isolamos o 1% ou 0,1% do topo.

Implicações são discutidas em alguma medida na obra. A que merece maior atenção é a educação. Medeiros é taxativo em rejeitar a possibilidade de qualquer política educacional reverter ou mesmo mitigar de modo significativo as desigualdades tais como configuradas em sua análise. Ele se apoia em simulações para sustentar que mesmo um esforço brutal de expansão educacional não reduziria substancialmente nossa desigualdade. Trata-se de contraponto à insistência – comum em trabalhos acadêmicos e na cultura de organismos multilaterais – em defender a educação

como a bala de prata capaz de eliminar desigualdades. Ora, se a desigualdade é puxada pelo topo, por que insistir na educação como solução? Há trabalhos, do próprio Medeiros inclusive, que mostram o descolamento entre a riqueza dos ricos e sua escolaridade. O autor reconhece ser a educação essencial para outras coisas, não para a redução de desigualdades de renda.

A despeito de muito úteis, exercícios de simulação que associam poucas variáveis dentro de um ambiente complexo têm limitações intrínsecas. Pode-se ainda assinalar, a título de contraponto, os conhecidos efeitos do acesso ao ensino superior e à educação infantil sobre as desigualdades, bem como a importância de credenciais conferidas por instituições de prestígio e das redes de relacionamentos que nelas se tecem. E reconhecer também que as desigualdades salariais (e os retornos à educação brasileiros) entre os 90% mais pobres estão entre as mais elevadas do mundo. Nada disso subtrai a hegemonia dos ricos na distribuição, convincentemente assinalada por Medeiros, ainda que relativize o juízo de inocuidade estendido à política educacional.

Se o foco deve ser o topo, a tributação sobre renda e riqueza precisa ser enfatizada, sugere o autor, o que não seria “nada do outro mundo”. Entretanto, esse ponto crucial é pouco desenvolvido no livro. A principal reforma sugerida se limita à integração tributária da renda e do patrimônio. O potencial da tributação sobre os ricos de financiar políticas amplas de redistribuição não é tratado. Mas a semente está lançada.

Há muito mais nesse pequeno livro que o recomenda ao leitor interessado, e essa minúscula resenha faz justiça apenas aos vieses da resenhista. Trata-se de uma obra que contribui para a compreensão da desigualdade econômica brasileira, da pobreza e da riqueza que nela convivem, escrita em linguagem agradável e acessível, por um dos maiores especialistas brasileiros no tema. Um bom trabalho se qualifica não apenas pelo que deslinda, mas também pelas questões que suscita. O livro de Medeiros acerta nos dois quesitos.

Celia Lessa Kerstenetzky é professora titular do Instituto de Economia da UFRJ e coordenadora do Centro de Estudos sobre Desigualdade e Desenvolvimento (Cede).

**PRESIDENTE**

Marco Antonio Zago

**VICE-PRESIDENTE**

Ronaldo Aloise Pilli

**CONSELHO SUPERIOR**

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

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

Carlos Américo Pacheco

**DIRETOR CIENTÍFICO**

Marcio de Castro Silva Filho

**DIRETOR ADMINISTRATIVO**

Fernando Menezes de Almeida

# Pesquisa

ISSN 1519-8774

FAPESP

**COMITÊ CIENTÍFICO**

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

**COORDENADOR CIENTÍFICO**

Luiz Nunes de Oliveira

**DIRETORA DE REDAÇÃO**

Alexandra Ozorio de Almeida

**EDITOR-CHEFE**

Neldson Marcolin

**EDITORES** Fabrício Marques (Política Científica e Tecnológica),

Carlos Fioravanti (Ciências da Terra), Marcos Pivetta (Ciências

Exatas), Maria Guimarães (Ciências Biológicas), Ricardo Zorzetto

(Ciências Biomédicas), Ana Paula Orlandi (Humanidades),

Yuri Vasconcelos (Tecnologia)

**REPÓRTERES** Christina Queiroz e Sarah Schmidt**ARTE** Claudia Warrak (Editora), Júlia Cherem Rodrigues e Maria

Cecília Felli (Designers), Alexandre Alfonso (Editor de infografia)

**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues**SITE** Yuri Vasconcelos (Coordenador), Jayne Oliveira (Coordenadora

de produção), Kêzia 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** Ana Maria de Almeida, Deisy de Souza, Cassiana

Carolina Montagner, Chou Sin Chan, Claudia Plens, José Mauricio

Barbanti Duarte, José Roberto Arruda, Jean Ometto, Gabriela Pellegrino

Soares, Humberto Breves Coda, Marcia Scazufca, Margaret de Castro,

Maria José Soares Mendes Giannini, Nina Ranieri, Rafael Oliveira,

Reinaldo Salomão, Ricardo Hirata, Rita de Cassia Aleixo Tostes Passaglia

**COLABORADORES** Aline van Langendonck, Celia Lessa Kerstenetzky,

Enrico Di Gregorio, Felipe Floresti, Frances Jones, Jorge Audino,

Juliana Vaz, Gilberto Stam, Giselle Soares, Humberto Lopes, Monica

Manir, Meghie Rodrigues, Neide Oliveira, Patricia Mariuzzo, Renata

Fontanetto, Ricardo Balthazar, Sinésio Pires Ferreira, Suzel Tunes

**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** 29.550 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**

## Apagão de professores

A edição 332 trouxe uma reportagem muito importante para a reflexão coletiva: a desmotivação dos jovens para a carreira docente (“Cadê o professor?”). Como professor da educação pública, posso comprovar que, como o texto afirma, a falta de incentivo financeiro e as más condições de trabalho impelem muitos profissionais a buscar outras carreiras.

**Rubens Baldini Neto**

## Crise da pós

Cursos estritamente focados no nicho puramente acadêmico são desestimulantes às atuais gerações (“A dinâmica da crise dos doutores”, edição 340). Fazem-se imperiosas a criação de mais oportunidades e a ampliação de modalidades que contemplem os estudantes trabalhadores.

**Nathan Mendes**

## Captura de carbono

A tecnologia é importante (“Menos carbono na atmosfera”, edição 340). O problema é que vira uma arma para indústrias que promovem o desmatamento e poluem os rios. Não basta só retirar carbono da atmosfera, o ambiente tem que se manter equilibrado.

**Alexandre Aquino**

## Negativos de vidro

O IAG-USP fez também o resgate dos negativos de vidro (“Imagens de peso”, edição 340). Eles mostram a constru-

ção dos prédios onde hoje está o Parque CienTec, as aulas de astronomia do Abrahão de Moraes e fotos do céu.

**Yara Marangoni**

## Peixe e calor

O Laboratório de Morfofisiologia Animal Comparada da Universidade Federal do Norte do Tocantins tem utilizado a espécie tambaqui em estudos ecotoxicológicos com outros contaminantes emergentes, como microplásticos e fármacos (“Peixe da Amazônia sensível ao calor intenso”, edição 340). Os resultados também não são tão promissores.

**Marcelo Paulino**

## Revista

Nós do Colégio Santa Marcelina, de São Paulo, indicamos em 2023 a *Pesquisa FAPESP* como material paradidático para os alunos do ensino médio. Utilizá-la na sala de aula fomenta o pensamento crítico e o interesse pela ciência, proporcionando acesso a descobertas e inovações que extrapolam os livros didáticos tradicionais. Além disso, a revista permite a integração interdisciplinar, relacionando temas de biologia, química, física, ciências humanas, entre outros, e mostrando como a ciência permeia diversos aspectos do conhecimento humano.

**Roberta Basso**

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

## LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

Adquira os direitos de reprodução

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

## CONTATOS

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

PesquisaFapesp

PesquisaFapesp

pesquisa\_fapesp

@pesquisa\_fapesp

PesquisaFAPESP

pesquisa.fapesp

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

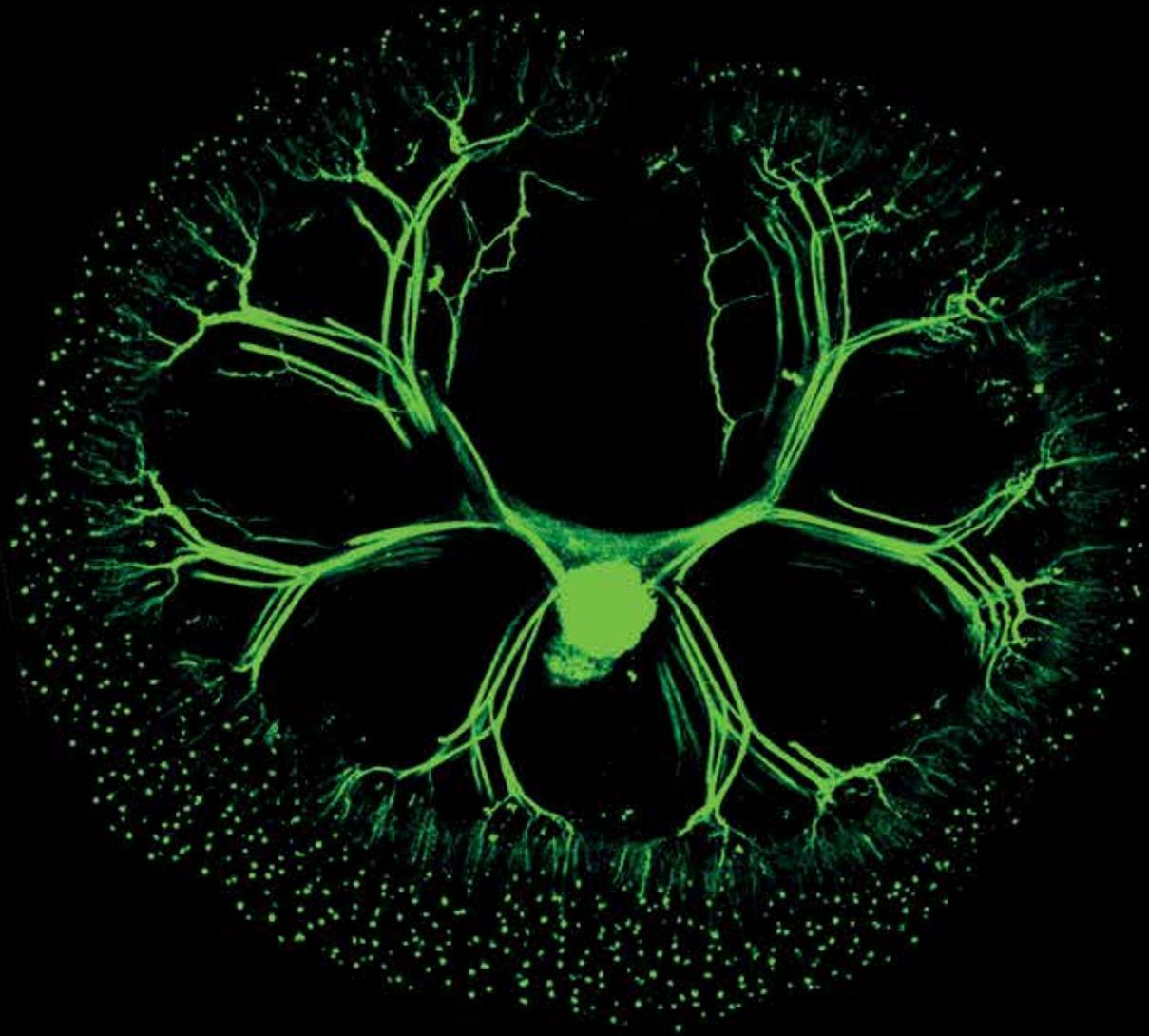
R. Joaquim Antunes, 727

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.



## *Brócolis do mar*

Você pode achar que já viu algo parecido no seu prato. Mas a imagem foi capturada com a ajuda de microscópio e de um anticorpo que marca de verde brilhante a proteína tubulina dos tentáculos de um molusco, *Limaria pellucida*. Fica destacada a inervação, do nervo central às ramificações que chegam à superfície dos apêndices que rodeiam, como uma coroa, o animal que parece um mexilhão amarelado de 4 centímetros, habitante do canal de São Sebastião (SP). Estudos genômicos vêm mostrando a ação sensorial tátil e química desses apêndices. “Eles não têm cabeça, seu primeiro contato com o ambiente é pelos tentáculos”, afirma Jorge Audino, da Universidade de São Paulo (USP).

*Imagem enviada pelo zoólogo Jorge Audino, em estágio de pós-doutorado no Instituto de Biociências da USP*

6<sup>a</sup>

CONFERÊNCIAS  
FAPESP 2024

# Mudanças climáticas, transição energética e soberania alimentar na África: desafios e alternativas

26 JUL 2024, das 10h às 11h30



Foto: Acervo pessoal/@debarros2013



Foto: Danilo Vaz

## Miguel de Barros

Centro de Estudos Sociais Amilcar Cabral  
(CESAC/Guiné-Bissau)

**MODERAÇÃO** Maria Hermínia Tavares de Almeida, Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap/FFLCH-USP)  
Carlos Alfredo Joly, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)



Para mais informações  
e inscrições, acesse  
[fapesp.br/conferencias](https://fapesp.br/conferencias)



**Auditório FAPESP**

Rua Pio XI, 1500, Alto da Lapa  
São Paulo/SP



À VENDA EM BANCAS  
DE TODO O PAÍS