

# Pesquisa

FAPESP ▲

FEVEREIRO DE 2024 | ANO 25, N. 336

## GIGANTES DA AMAZÔNIA

Expedição investiga enigma científico das árvores de 80 metros no Amapá

Excesso de peso aumenta em crianças no país e anemia diminui

Campos nativos do Pampa encolhem 30% com avanço de soja e eucalipto

Pioneiras do design brasileiro criavam tapeçarias, tecidos e moda

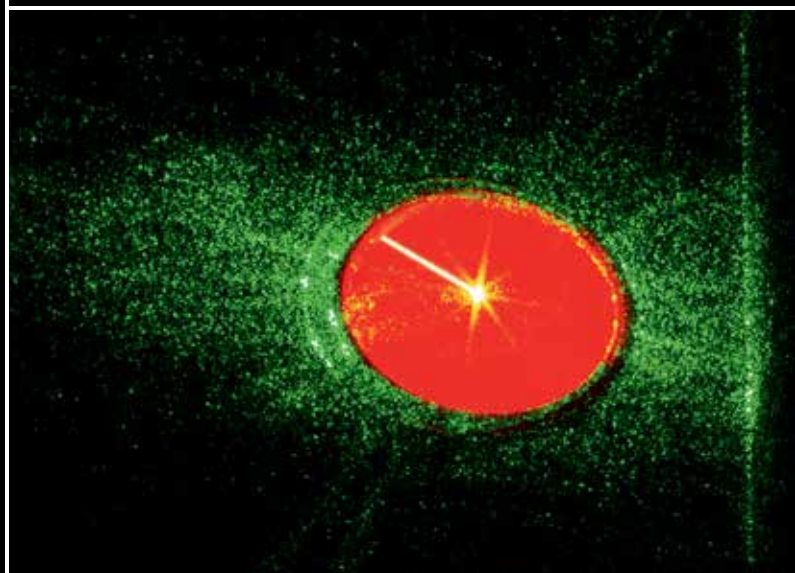
Mapeamento do solo com sensores e satélites melhora produção agrícola

Pouco reconhecida, violência sexual contra homens é subnotificada no Brasil

Calculadoras estimam pegada de carbono e incentivam consciência ecológica



SUA PESQUISA  
RENDE  
**FOTOS BONITAS?**



MANDE PARA  
**IMAGEM PESQUISA**  
**@FAPESP.BR**

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

**Pesquisa**  
FAPESP



Dormitório coletivo usado na expedição em floresta do Amapá (CAPA, P. 18)

**Pesquisa** 336  
FAPESP

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

#### ENTREVISTA

**12** O ex-reitor Jacques Marcovitch analisa a importância da USP e fala de métricas acadêmicas e bioeconomia

#### CAPA

**18** Expedição ao Amapá procura árvores gigantes para investigar sua estatura

#### Capa

Pesquisador observa angelim-vermelho em floresta do Amapá  
FOTO LÉO RAMOS CHAVES / REVISTA PESQUISA FAPESP

#### Quarta capa

Acima do dossel, drone revela copas que chegam a 80 m

FOTO DANIELLE RAMOS / UNIVERSIDADE DE EXETER

#### COOPERAÇÃO

**28** Iniciativa Amazônia+10 mobiliza pesquisadores de 25 estados e do exterior em estudos sobre a região

#### ACESSO ABERTO

**32** Consórcio quer mudar radicalmente práticas da comunicação científica e dar mais liberdade aos autores

#### BOAS PRÁTICAS

**36** Revista publica ensaio que resgata suas conexões com a escravidão e cumplicidade com ideias racistas

#### DADOS

**39** A lenta retomada da titulação dos doutores

#### PEDIATRIA

**40** Anemia diminuiu no Brasil de 2006 a 2019, mas excesso de peso cresceu

#### EPIDEMIOLOGIA

**44** Cerca de 400 mil pessoas morreram no país em 2022 por problemas cardiovasculares

#### ECONOMIA DA SAÚDE

**46** Tuberculose consome mais de 20% da renda familiar anual de quase metade dos doentes

#### METEOROLOGIA

**48** Ano de 2023 é confirmado como o mais quente no planeta desde 1850

#### AMBIENTE

**50** Quase um terço dos campos nativos do Pampa foram suprimidos desde 1985

#### ENTREVISTA

**54** Engenheiro florestal Tasso Azevedo explica por que o desmatamento cresceu no Cerrado

#### ECOLOGIA

**58** Guia identifica 51 onças-pintadas nas matas do estado de São Paulo

#### ARQUEOLOGIA

**60** Mapa digital reúne dados sobre sítios paulistas com pinturas e gravuras rupestres







Olly Reinheimer na exposição com tecidos pintados no MAM Bahia, em 1961 (DESIGN, P. 82)



#### PODCASTS

### Vestígios recentes

Como escavações arqueológicas investigam eventos que vão da colonização à ditadura militar. E mais: proteína de grilo; gametas femininos; inventário de serpentes



#### VÍDEOS

### Apagão de professores no Brasil

Renovar os cursos de licenciatura e criar políticas para tornar a carreira atrativa é fundamental para atrair docentes à educação básica



### A evolução do Velho Chico

Pesquisas desvendam como o rio São Francisco se desenvolveu nos últimos 90 mil anos até chegar à sua configuração atual

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 conteúdo exclusivo

#### PALEONTOLOGIA

**62** Fóssil com sinais de infecção indica dor nos últimos dias de um tigre-dente-de-sabre há 100 mil anos

#### FÍSICA

**64** Teoria e experimentos discordam sobre valor do magnetismo da partícula múon

#### AGRONOMIA

**66** Mapeamento do solo com sensores, drones e satélites melhora a produtividade agrícola

#### INOVAÇÃO

**70** Calculadoras on-line medem a pegada de carbono individual

#### NOVOS MATERIAIS

**74** Nanocelulose aumenta a resistência e a leveza de papéis, borrachas e plásticos

#### SOCIEDADE

**76** Debates sobre masculinidade podem ajudar a reduzir a subnotificação de violência sexual contra meninos e homens

#### DESIGN

**82** Pesquisa entrelaça a trajetória de mulheres e a produção de artefatos têxteis no país

#### LITERATURA

**86** Estudiosos analisam legado do poeta Gonçalves Dias para além do indianismo nacionalista

#### OBITUÁRIO

**89** Roberto da Silva (1957-2023)

#### MEMÓRIA

**90** Dois artistas que acompanharam Darwin na viagem do Beagle retrataram o Rio de Janeiro

#### ITINERÁRIOS DE PESQUISA

**94** O agrônomo paquistanês Arshad Jalal encontrou no Brasil respostas para suas pesquisas de biofortificação

#### RESENHA

**96** *Políticas de atração: Relações artístico-culturais entre Estados Unidos e Brasil (1960-1970)*, de Dária Jaremchuk. Por Marcelo Ridenti

#### 97 COMENTÁRIOS

#### 98 FOTOLAB

Aquarela de Augustus Earle, um dos artistas do navio Beagle: visões do Rio (MEMÓRIA, P. 90)





## Biomass e uso da terra

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

**É** bem possível que você não conheça o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT). Afinal, são 74 os integrantes dessa categoria (definida na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), todos administrados pelo ICMBio. Localizado nos estados do Amapá e do Pará, na fronteira norte do país, em área ocupa o primeiro lugar entre os parques nacionais brasileiros e é o maior em florestas tropicais do mundo. Inabitado, é considerado a região de floresta tropical menos impactada pela ação humana, o que o torna atraente para pesquisas científicas.

O superlativo parque também é lar das maiores árvores brasileiras: enquanto na Amazônia central as mais altas não costumam ultrapassar 60 metros, no PNMT já foram vistos exemplares com 80 metros. Identificadas apenas em 2016, essas árvores representam um enigma científico que intriga pesquisadores. Até a virada do milênio, não se previa a existência de indivíduos com essa altura em regiões tropicais. Pensava-se que hidratar e nutrir uma árvore dessas dimensões demandaria um clima mais ameno.

No contexto de um estudo que procura entender as reações fisiológicas da floresta amazônica às mudanças climáticas, coordenado por cientistas da britânica Universidade de Exeter, uma equipe composta por pesquisadores, técnicos, guias locais e o gestor do PNMT passou uma semana no Amapá, estabelecendo as bases de um monitoramento de longo prazo. A região visitada abriga uma diversidade de espécies de árvores grandes, como o angelim-vermelho, no qual os galhos mais baixos ficam a 20 metros do chão. No final de outubro passado, a editora de Ciências Biológicas, Maria Guimarães, e o fotógrafo Léo Ramos Chaves, de *Pesquisa FAPESP*,

acompanharam a expedição, pegando avião, carro e voadeira, para produzir a reportagem especial que ilustra a capa desta edição (*página 18*).

Em 2023, a área desmatada na Amazônia caiu quase 50%; no Cerrado, durante o mesmo período, cresceu 43%, segundo dados do Inpe. Em entrevista, o engenheiro florestal Tasso Azevedo, coordenador-geral da iniciativa MapBiomass, explica a diferença entre as dinâmicas nos dois biomas (*página 54*). Idealizador do Fundo Amazônia em 2008, em 2015 Azevedo foi um dos criadores do MapBiomass, com o objetivo de levantar dados que permitissem um olhar para além dos números de desmatamento, como a transição do uso da terra. O destino de uma área desmatada, se virou pastagem, lavoura ou foi abandonada, é informação essencial para o desenvolvimento de políticas públicas.

Pouco mencionado na discussão dos números nacionais de desmatamento, o Pampa, bioma típico da metade meridional do Rio Grande do Sul, perdeu 30% de sua vegetação nativa desde meados da década de 1980. Dados do MapBiomass mostram que as áreas campestres, a essência desse bioma, são as mais afetadas – em comparação com as florestadas –, cedendo espaço para a agropecuária (*página 50*). Infografia à página 52 oferece um registro de fácil visualização dessa mudança no uso da terra.

Encerrando em um tom mais leve, a trajetória de mulheres pioneiras do design nacional é objeto de reportagem à página 82. A percepção do trabalho têxtil como uma atividade de natureza feminina abriu espaço para uma atuação associada a artefatos têxteis como figurinos e cenários, além de tapetes e tecidos para revestimento de móveis, destinados à incipiente decoração modernista.





## Outra fonte nacional de lúpulo

Todo copo de cerveja nacional é o resultado de pelo menos um ingrediente importado, o lúpulo, que confere o amargor e parte dos aromas e sabores característicos da bebida, vindo quase totalmente da Alemanha ou dos Estados Unidos. Agricultores do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Mato Grosso e Bahia trabalham há anos para adaptar aos trópicos essa trepadeira nativa de regiões de clima temperado (ver Pesquisa FAPESP nº 251). Em 2019, o farmacêutico Fernando Batista da Costa, da Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto (USP-RP), começou em Ribeirão, cidade conhecida pelo clima quente, um cultivo experimental de quatro variedades de lúpulo, três norte-americanas (Cascade, Chinook e Triple Pearl) e uma europeia (Saaz). Duas delas, Cascade e Chinook,

apresentaram desenvolvimento satisfatório (*European Journal of Agronomy*, novembro de 2023). “Concluímos que é viável cultivar lúpulo nas condições climáticas tropicais de São Paulo”, afirmou Costa à *Agência FAPESP*. Uma análise dos compostos químicos encontrados nas duas variedades de lúpulo identificou 55 óleos voláteis, associados a aroma e sabor, alfa e beta-ácidos, responsáveis pelo amargor (*Química Nova*, 10 de outubro de 2023). Para testar a aceitação, os pesquisadores produziram cervejas artesanais com as duas variedades de lúpulo de Ribeirão Preto e dos Estados Unidos e as submeteram à avaliação de 100 pessoas. As cervejas elaboradas com lúpulo cultivado localmente receberam pontuações mais altas do que as outras (*International Journal of Wine Business Research*, junho de 2023).

Geralmente importados, os cones dessa trepadeira conferem amargor, aroma e sabor à cerveja



# Cavalos na Patagônia antes dos europeus

Relatos britânicos do século XVIII informam que um povo indígena nômade do sul da Argentina era habilidoso no uso de cavalos. Provavelmente integrantes da etnia Tehuelche, que habitava a Patagônia argentina, usavam os equinos na caça de guanacos e emas – e, esporadicamente, consumiam-no como alimento. O que não se sabia ao certo era quando os cavalos haviam chegado à Patagônia, uma vez que há poucos relatos históricos e as espécies selvagens de equinos desapareceram da região há mais de 10 mil anos. O grupo dos arqueólogos William Treal Taylor, da Universidade do Colorado, nos Estados Unidos, e Juan Bautista Belardi, da Universidade Nacional da Patagônia Austral, na Argentina, esclareceu parte do mistério ao analisar ossos e dentes de quatro exemplares de cavalos encontrados no sítio arqueológico Chorrillo Grande 1, no extremo sul da Patagônia, próximo à fronteira com o Chile. A datação do material indica que ao menos três exemplares teriam chegado à região antes de 1800 e, ao menos um deles, antes de 1700 – uma estimativa sugere que os equinos já integrassem a vida dos Tehuelche quase um século antes. De acordo com a análise do esmalte dos dentes, os animais teriam sido criados na própria região, alimentando-se das gramíneas da estepe. Segundo os pesquisadores, os cavalos teriam alcançado o sul da Argentina pouco mais de 100 anos depois de terem sido introduzidos no início do século XVI pelos colonizadores espanhóis na região de Buenos Aires, 2,5 mil quilômetros ao norte, e rapidamente incorporados à cultura tehuelche (*Science Advances*, 8 de dezembro de 2023).

Uma família tehuelche cavalga pelas planícies da Patagônia nesta gravura da década de 1880



Carnes processadas e bebidas açucaradas, de alto poder calórico, prejudicam a ação da insulina



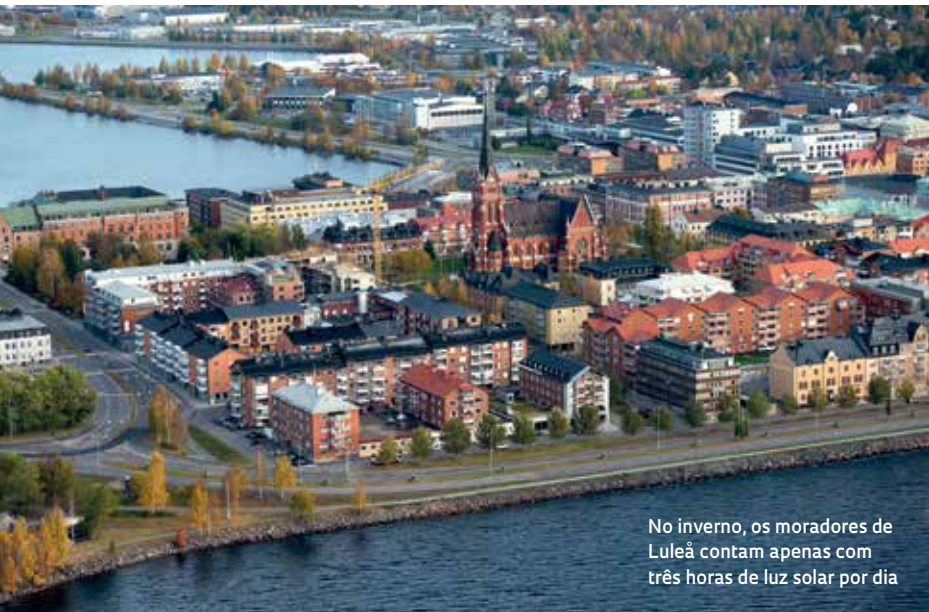
## Ultraprocessados alimentam o diabetes

Mais uma razão para pensar duas vezes antes de comer presunto industrializado, peito de peru fatiado, mortadela, salame ou salsicha. Entrevistas e exames clínicos com 10.202 funcionários de instituições de ensino superior indicaram que no Brasil, como em outros países, o consumo acentuado desses e de outros alimentos ultraprocessados – com alto poder calórico, em geral ricos em açúcares, gorduras e aditivos – pode aumentar o risco de diabetes tipo 2, quando a insulina não funciona adequadamente. Após 8,2 anos de acompanhamento, 1.799 (17,6%) participantes estavam com diabetes tipo 2, independentemente de escolaridade, histórico familiar e tabagismo. O risco era tanto maior quanto maior o consumo, especialmente de carne processada e bebidas adoçadas. Quem consumia doces lácteos (iogurte light ou normal adoçado, sorvete cremoso e pudim) apresentou menor risco. Coordenado pelas epidemiologistas Schneide Canhada e Maria Inês Schmidt, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), esse trabalho integra o Estudo Longitudinal Brasileiro de Saúde do Adulto (Elsa-Brasil), que acompanha desde 2008 a saúde de 15.105 adultos de 35 a 74 anos em Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Vitória e Porto Alegre (*BMC Diabetology & Metabolic Syndrome*, 15 de novembro de 2023).

## Temas relevantes para ciência e cultura

A Fundação Conrado Wessel (FCW), que premia anualmente personalidades relevantes na ciência, na arte e na cultura nacionais desde 2002, lançou a revista eletrônica temática *FCW Cultura Científica*. O objetivo é “contribuir para o debate em temas de grande importância para o desenvolvimento científico e cultural do Brasil”, como anunciou o então diretor-presidente da FCW, Erney Plessmann de Carmargo (1935-2023). O primeiro número, de janeiro de 2023, tratou de inteligência artificial e trouxe uma entrevista com o próprio chatGPT, site usado para conversar via internet em tempo real, lançado em novembro de 2022 pela empresa OpenAI. Por meio de entrevistas com especialistas, o segundo número da revista versou sobre saúde na Amazônia e o terceiro discutiu a conservação da biodiversidade. O mais recente, sobre novos materiais, traz entrevistas com os pesquisadores Adalberto Fazzio, Edgar Dutra Zanotto, Elson Longo, Thoroh de Souza e Vânia Zuin Zeidler. Tendo como editor-chefe o linguista e poeta Carlos Vogt, atual diretor-presidente da fundação, a revista pode ser acessada gratuitamente em <https://www.fcw.org.br/culturacientifica>.





No inverno, os moradores de Luleå contam apenas com três horas de luz solar por dia

## Brasileira ganha prêmio internacional de história

Com influente produção acadêmica a respeito sobretudo do Brasil Colônia, a historiadora paulista Laura de Mello e Souza ganhou o Prêmio Internacional de História, concedido pelo Comitê Internacional de Ciências Históricas (Cish). É a primeira mulher e a primeira sul-americana a receber a premiação, que leva em conta a qualidade da obra, a contribuição para o progresso da pesquisa histórica e a atuação no ensino e na formação de quadros. De 2014 a 2022, Mello e Souza foi professora da cátedra de História do Brasil na Universidade Sorbonne, em Paris. Porém sua trajetória se desenvolveu fundamentalmente na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), onde se formou e lecionou de 1983 a 2014. É autora de títulos como *Desclassificados do ouro: A pobreza mineira no século XVIII* (Editora Graal, 1983), *O diabo e a terra de Santa Cruz* (Companhia das Letras, 1986), *O sol e a sombra* (Companhia das Letras, 2006) e *O jardim das hespérides – Minas e as visões do mundo natural no século XVIII* (Companhia das Letras, 2023). Parte de seus livros saiu em francês, inglês e espanhol. Instituído em 2015 e na quarta edição, o prêmio deve ser entregue em outubro, no Japão.

## Campanha contra a solidão

A cidade de Luleå, no norte da Suécia, lançou a campanha Säg hej! (Diga olá!), com anúncios em ônibus e palestras em escolas. O objetivo é promover a interação social e reduzir a solidão entre seus moradores, principalmente no inverno, quando há apenas três horas de luz solar por dia e o isolamento aumenta. A Suécia antecipou-se à Organização Mundial da Saúde (OMS), que em novembro anunciou uma Comissão sobre Conexão Social, com integrantes de oito países, para tratar da solidão como uma ameaça à saúde. Segundo a OMS, uma em cada quatro pessoas idosas sofre isolamento social. Uma análise do registro de mortalidade de 458.146 adultos no UK Biobank, do Reino Unido, mostrou que as pessoas que recebem visitas frequentes têm uma probabilidade 39% menor de morrer por doenças cardiovasculares do que as que permanecem sozinhas todo o tempo. Uma equipe da Universidade de Glasgow, na Escócia, acompanhou os integrantes do estudo por 12,6 anos em média e avaliou a conexão social por meio do relato da sensação de solidão, da frequência de visitas de amigos e de atividades semanais em grupo (*BMC Medicine*, 10 de novembro; *Newsletter da OMS*, 15 de novembro de 2023).

## Animais de milhões de anos atrás no Acre

Dentes e ossos encontrados em margens de rios mostram que a diversidade da fauna no atual estado do Acre entre 5 milhões e 15 milhões de anos atrás é maior do que se pensava. Por ali, nesse período, provavelmente conviveram aves aquáticas semelhantes às biguatingas (*Anhinga anhinga*) e marsupiais parecidos com os gambás (*Didelphis* sp.). Uma das aves era uma biguatinga gigante, do gênero *Macranhinga*, com peso estimado em 9 quilogramas (kg), e a outra uma *Anhinga minuta* com 1 kg, o que faz dela a menor espécie de biguatinga, já que as atuais pesam em média 1,5 kg. Ao examinarem fragmentos de cinturas pélvicas, fêmures e vértebras encontrados no rio Acre, pesquisadores da Universidade Federal do Acre (Ufac) concluíram que, entre 5 milhões e 11 milhões de anos atrás, as duas espécies coexistiram com outra, *Anhinga fraileyi*, descrita em 1996. Os dados indicam que as biguatingas eram mais diversas no passado – hoje existem apenas quatro espécies em todo o mundo. Outro estudo, também da Ufac, a partir de dentes desenterrados das margens dos rios Juruá e Envira, identificou seis pequenos marsupiais, com porte entre o de pequenos esquilos e o de gatos domésticos, que teriam vivido na região entre 11 milhões e 15 milhões de anos atrás. Dois deles pertenciam às famílias Palaeothentidae e Abderitidae, que ainda não haviam sido descritas na Amazônia brasileira (*Acta Palaeontologica Polonica* e *The Anatomical Record*, setembro de 2023).



Biguatinga atual, maior que as do oeste da Amazônia, e dentes de novas espécies de marsupiais



4

## No Atacama, sinais do passado remoto da Terra

Em Puna de Atacama, região árida no norte da Argentina que faz parte do altiplano andino, um ecossistema formado por lagoas e planícies de sal pode representar uma janela para entender o passado remoto da Terra. Em um trabalho de campo realizado em 2022, o geofísico Brian Hynek, da Universidade do Colorado em Boulder, nos Estados Unidos, percebeu que as águas cristalinas das lagoas deixavam entrever um tom esverdeado vindo de seu leito. Na base desses corpos de água, ele identificou comunidades microbianas complexas que formam montes gigantes de rocha à medida que crescem, em um processo similar ao dos corais que formam um recife, milímetro a milímetro. O nome técnico desse tipo de formação é estromatólito. Em

salinas, não é raro encontrar hoje em dia estromatólitos. Embora modernos, os de Puna seriam diferentes de seus congêneres atuais e se pareceriam mais com os fósseis de estromatólitos de 4 e 2,5 bilhões de anos atrás. Os estromatólitos atuais tendem a ser relativamente pequenos. Como sua versão fóssil, os das lagoas de Puna de Atacama chegam a 4,5 metros (m) de largura e de altura. "Acreditamos que esses montes estão crescendo a partir dos micróbios, como ocorreu com as versões antigas de estromatólitos", comentou Hynek, que apresentou em dezembro do ano passado os resultados do trabalho de campo na reunião anual da Associação Geofísica Norte-americana (*Newsletter* da Universidade de Colorado, 6 de dezembro de 2023).

Montes verdes de estromatólitos florescem no fundo de uma lagoa em Puna de Atacama, na Argentina

## Plantas? Não, tartarugas

O equívoco é, de certo modo, justificável, já que os formatos são semelhantes: o que parecia folhas de 120 milhões de anos eram, na verdade, filhotes de tartarugas fossilizados recém-nascidos bastante raros. O padre Gustavo Huertas González coletou dois fósseis em forma de folha perto da cidade de Villa de Leyva, na Colômbia, e em 2003 os identificou como folhas de plantas extintas da espécie *Sphenophyllum colombianum*, com idade entre 419 milhões e 251 milhões de anos. Com 5 e 6 centímetros de comprimento, os fósseis estavam na coleção paleontológica da Universidade Nacional da Colômbia (UNC). Estranhando as datas e localização dos fósseis, o paleobotânico da UNC Héctor Palma-Castro e sua supervisora, Fabiany Herrera, verificaram que as margens das supostas folhas não se assemelhavam às de uma planta e as linhas pareciam ossos e não nervuras vegetais. O paleontólogo Edwin-Alberto Cadena, da Universidade de Rosário, em Bogotá, confirmou: os fósseis eram minúsculas carapaças de tartarugas marinhas, provavelmente com menos de 1 ano quando morreram. Uma raridade, porque os ossos das carapaças de tartarugas jovens, por serem frágeis, podem ser facilmente destruídos. As carapaças poderiam ser de *Desmatochelys padillai*, a tartaruga marinha mais antiga já registrada (*Palaentologia Electronica* e *LiveScience*, 7 de dezembro de 2023).



As supostas nervuras de folhas eram, na verdade, ossos







Enchente do rio Alzette em julho de 2021 em um bairro antigo da cidade de Luxemburgo

## Para reter poluentes carregados pelas chuvas

Com a participação de 11 universidades e empresas da Bélgica, Alemanha, Itália, Noruega, Suíça, Tunísia, Países Baixos e Reino Unido, um projeto chamado StopUP desenvolve soluções para evitar que as águas das chuvas levem plásticos, inseticidas e outros poluentes orgânicos ou químicos para rios, lagos e baías. Iniciado em setembro de 2022, com término previsto para agosto de 2025, o trabalho já mostra resultados. A cidade alemã de Aachen testa um sistema de filtragem à base de areia com uma camada de drenagem inferior de cascalho e junco plantado na superfície para reduzir a poluição causada pelo transbordamento de esgotos para o rio Wurm. Em Wetteren, na Bélgica, um grupo de pesquisadores avalia o uso de milhões de conchas retiradas do mar do Norte, que possuem um espaço oco de 70%, para armazenar a água da chuva que escoar pelos telhados. “A água da chuva pode parecer muito limpa, mas quando varre as ruas e telhados fica carregada de poeira, resíduos de fezes de animais, microplásticos e outros poluentes tóxicos”, comentou Luz Herrero, diretora de uma unidade do Centro Tecnológico Aimen, na Espanha, em entrevista à revista *Horizon*. Segundo a Agência Europeia do Ambiente, 38% das massas de água superficiais da Europa são afetadas por diferentes formas de poluição (*Horizon*, 9 de outubro; *El País*, 13 de novembro de 2023).

## Quando se esconder do sol

Quando o calor é muito forte, quem gerencia equipes que trabalham a céu aberto pode hesitar entre manter o ritmo e assegurar a produtividade ou fazer uma pausa para evitar desmaios decorrentes do calor intenso. Para ajudar na decisão, a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) lançou o Monitor IBUTG, sigla de Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo. O programa estima o calor ambiental recebido pelo corpo, utilizando dados atmosféricos, e o calor metabólico de quem está exposto ao calor, a partir de suas roupas e atividades – um macacão impermeável ao suor pode aumentar o índice em até 10 graus Celsius (°C). Os parâmetros atmosféricos das últimas horas provêm do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e de simulações para os dias seguintes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). É possível assim conhecer os riscos da exposição ao calor em tempo quase real para qualquer lugar do Brasil e diferentes condições de trabalho. Por exemplo, para um agricultor que tra-



balha agachado (com um macacão de tecido em uma fazenda em Ribeirão Preto, no interior paulista, com temperatura de até 33 °C, recomenda-se aumentar as pausas e intercalar com atividades sem tanta exposição ao sol. O programa pode ser acessado pelo site [monitoributg.fundacentro.gov.br](http://monitoributg.fundacentro.gov.br) ou em aplicativos para celular nas versões Android e iOS (*Newsletter da Fundacentro*, 20 de dezembro de 2023).

Quem trabalha no campo precisa se precaver contra os efeitos do calor intenso

## Combustível em pó feito de CO<sub>2</sub>

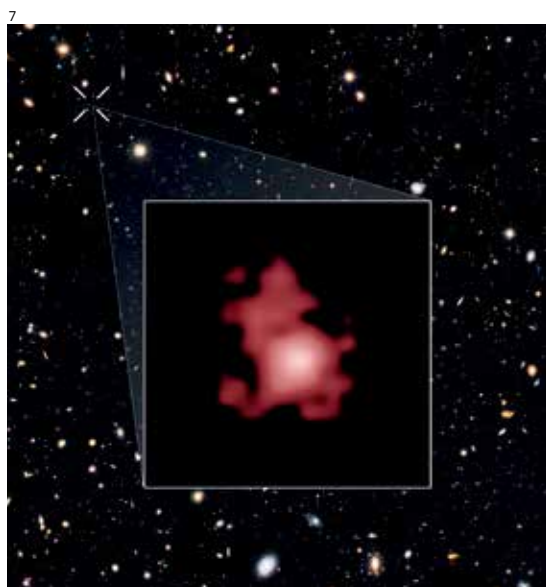
Uma equipe do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), dos Estados Unidos, desenvolveu um processo que pode converter dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em formiato, material líquido ou sólido que poderia ser usado no lugar do hidrogênio ou do metanol para alimentar uma célula de combustível e gerar eletricidade. O formiato de potássio (HCO<sub>2</sub>K) ou de sódio (HCO<sub>2</sub>Na) é um pó branco já usado para derreter o gelo de estradas e calçadas em países frios. Não é tóxico nem inflamável, além de ser fácil de armazenar e de transportar. Em laboratório, o processo funcionou a temperaturas ambientes e pressões relativamente baixas (cerca de cinco vezes a pressão atmosférica), com uma conversão de 90% de CO<sub>2</sub> em formato sólido. Uma célula de combustível foi construída para aproveitar o formiato na produção de eletricidade. As partículas do material são dissolvidas em água e bombeadas para a célula de combustível conforme o necessário. Os cristais permanecem estáveis e podem ser guardados durante décadas, com pouca ou nenhuma perda, enquanto os atuais tanques de armazenamento de hidrogênio não impedem que o gás vazze a uma taxa de cerca de 1% ao dia (*EurekAlert* e *Cell Press Physical Sciences*, 30 de outubro de 2023).



Vespas fêmeas coletadas na serra dos Órgãos (acima, à esq.); do alto para baixo, *Dolichomitus megalourus*, *Neotheronia* sp. e *Pimpla caerulea*

## Vespas de Darwin nas montanhas do Rio

Pensava-se que apenas em climas amenos poderiam viver as vespas de Darwin, assim chamadas em reconhecimento ao naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), que, em uma carta a um amigo botânico, expressou sua indignação ao ver que “um Deus benevolente e onipotente”, no qual ainda acreditava, pudesse ter criado insetos parasitas cujas larvas se alimentavam do corpo de lagartas vivas. No entanto, pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) capturaram 1.560 vespas em altitudes de 110 metros (m) a 2.169 m em apenas uma área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, e identificaram 24 espécies da subfamília Pimplinae ainda não descritas. Na serra do Rio, a diversidade de espécies era maior em altitudes mais baixas e caía à medida que a altitude aumentava. Em 2020, biólogos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) já haviam encontrado 91 espécies de Pimplinae na Reserva Biológica da Serra do Japi, em Jundiá, interior paulista. Em 2017, uma expedição à Amazônia peruana revelou outras 105. Estima-se que cerca de 60 mil espécies integrem a família Ichneumonidae, das quais foram descritas 24 mil (*Insects*, novembro de 2023; *Brazilian Journal of Biology*, abril de 2020; *Insect Conservation and Diversity*, dezembro de 2017).



O buraco negro da galáxia GN-z11 (em destaque), com cerca de 1 milhão de massas solares

## O mais antigo buraco negro conhecido

Apenas 440 milhões de anos depois do Big Bang, a explosão primordial que teria originado o Universo cerca de 13,8 bilhões de anos atrás, a galáxia GN-z11 já tinha um buraco negro com cerca de 1 milhão de massas solares. O telescópio James Webb, da agência espacial norte-americana, a Nasa, captou evidências indiretas da existência desse objeto supermassivo na infância do Cosmo, que seria o mais antigo buraco negro conhecido. “É surpreendente que ele seja tão massivo. Isso foi algo muito inesperado”, disse ao jornal britânico *The Guardian* o astrofísico Roberto Maiolino, da Universidade de Cambridge (Reino Unido), que coordenou as observações no James Webb. Não há imagens diretas do buraco negro, do qual nada escapa, nem a luz, mas pistas de que, no centro da galáxia, existe um disco de acreção, um halo de gás e poeira que orbita em torno do buraco negro, aos poucos se aquece, perde velocidade e acaba caindo no buraco. Há um consenso de que no centro de cada galáxia, como a Via Láctea, há um buraco negro. Os novos dados fornecidos pelo James Webb, lançado há pouco mais de dois anos, indicam que já existiam buracos negros nos primórdios do Universo. Sua formação parece ter se dado de forma mais rápida do que os astrofísicos inicialmente imaginavam (*LiveScience*, 17 de dezembro de 2023; *Nature*, 17 de janeiro).





# A USP FAZ MUITO E PODE FAZER MAIS

O ex-reitor analisa a contribuição da principal universidade brasileira, que faz 90 anos, e fala de seus interesses de pesquisa, como métricas acadêmicas, bioeconomia e pioneirismo empresarial

**Fabício Marques**

**IDADE** 76 anos

**ESPECIALIDADE**  
Administração

**INSTITUIÇÃO**  
Faculdade de Economia,  
Administração,  
Contabilidade  
e Atuária da  
Universidade de  
São Paulo (FEA-USP)

**FORMAÇÃO**  
Graduação em  
administração na  
FEA-USP, mestrado  
na Graduate School  
of Management  
da Universidade  
Vanderbilt (EUA)  
e doutorado  
em administração  
na FEA-USP

FOTO: DIEGO PADGURSCHI / FOLHAPRESS

A Universidade de São Paulo (USP), que completou 90 anos de fundação no dia 25 de janeiro, sempre foi comedido ao conceder títulos de professor emérito: só 21 de seus docentes e pesquisadores até hoje receberam esse reconhecimento do Conselho Universitário. O nome mais recente da lista, laureado em uma cerimônia em 2022, é o de Jacques Marcovitch, pesquisador da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária (FEA) desde a década de 1970.

Marcovitch tem um extenso currículo de pesquisador e gestor. Foi presidente do complexo energético do estado de São Paulo (Cesp, CPFL, Eletropaulo e Comgás) na década de 1980 e secretário de Economia e Planejamento do estado de São Paulo em 2002.

Na USP, dirigiu a FEA e o Instituto de Estudos Avançados, foi pró-reitor de Cultura e Extensão e reitor (1997-2001). Desde que deixou o cargo executivo mais alto da hierarquia acadêmica, notabilizou-se por renovar e atualizar seus interesses em pesquisa. Hoje, coordena redes que investigam temas tão distintos quanto bioeconomia e métricas de desempenho acadêmico e prepara, para o segundo semestre, o relançamento de uma exposição sobre empreendedores pioneiros que já percorreu estados do Sudeste, Norte e Nordeste.

Nascido em Alexandria, no Egito, há 76 anos, e radicado no Brasil desde a década de 1960, Marcovitch hoje alterna períodos em São Paulo e em Genebra, na Suíça, onde é membro do Conselho Superior do Graduate Institute of International and Development Studies (IHEID). Da cidade rodeada pelos Alpes, ele concedeu a entrevista a seguir por videoconferência.



***O senhor ingressou na USP como estudante em 1965, tornou-se reitor no final dos anos 1990 e até hoje trabalha em temas ligados à política universitária. Como compara essa USP que está completando 90 anos com aquela que o senhor conheceu em 1965?***

Há várias diferenças. Hoje, existe um convívio muito maior das áreas do conhecimento e houve uma forte evolução da unidisciplinaridade para a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade. Até a década de 1960, com unidades espalhadas pelo interior e em São Paulo e sem os meios de comunicação que temos hoje, vivíamos cada um dentro da sua esfera de conhecimento. Uma segunda mudança tem a ver com a Constituição de 1988. Entre os anos 1960 e 1980, vivíamos em um país onde a universidade era um baluarte da defesa da liberdade e da democracia. A partir da Constituição de 1988, passamos a viver em um outro Brasil, onde, claro, há o desafio contínuo de aperfeiçoar a democracia, mas ela está presente. Viver em um espaço democrático faz uma enorme diferença. Uma terceira dimensão é demográfica. Na Copa do Mundo de 1970, éramos 90 milhões de brasileiros em ação. Hoje, somos 203 milhões. Essa questão mudou profundamente as relações da universidade com a sociedade e houve uma grande pressão para a expansão de vagas. Em 1965, ingressei em um vestibular em que eram oferecidas 100 vagas na FEA, mas o processo seletivo rigoroso só preencheu 33 vagas – era assim que funcionava naquela época. Hoje, a FEA recebe perto de 600 novos alunos por ano.

***Como a USP respondeu a essas transformações? Ela se abriu nesse período?***

A USP fez muito e não é por acaso que hoje é reconhecida como uma das universidades mais importantes da América Latina. Um dos efeitos é ver o grande número de professores que saíram dos seus programas de pós-graduação e estão hoje formando alunos em outras universidades. Na pesquisa, a USP está entre as melhores do mundo em algumas áreas do conhecimento. Não estamos aqui falando de rankings universitários, mas do reconhecimento de excelência: na agronomia, na odontologia, na saúde pública, as publicações de pesquisadores da USP têm um peso importante. Nas atividades de extensão e cultura, a universidade tem

um patrimônio extraordinário. Seus quatro museus constituem hoje uma referência em museologia em escala internacional. Na área de medicina, as atividades de extensão estão no DNA da USP. E aí não me refiro somente a São Paulo e Ribeirão Preto, onde estão sediadas as faculdades de medicina, mas em ações realizadas na região Norte do Brasil, como vimos durante a pandemia. Às vezes, isso ocorre de forma isolada, às vezes em parceria, como foi o caso da colaboração com a Escola Politécnica na produção dos respiradores artificiais na pandemia. Tudo isso constitui uma instituição que responde às expectativas da sociedade. Ela se inseriu no quadro internacional, como se vê no número de publicações feitas em coautoria com pesquisadores de outras universidades. Poderia fazer mais? Claro que sim. Há vários temas que estão emergindo, como avaliação responsável, ciência aberta, métricas de impacto na sociedade, em que a universidade está sendo desafiada a fazer mais e melhor.

***Desde 2017, o senhor lidera o projeto Métricas, que busca desenvolver formas abrangentes de avaliar o impacto das universidades estaduais paulistas na sociedade. De que tipo de indicadores vocês estão tratando?***



**Em 1965, ingressei em um vestibular em que eram oferecidas 100 vagas na FEA, mas a seleção rigorosa só preencheu 33 vagas**

De 1960 a 1980, houve uma preocupação forte dos países no sentido de criar seus sistemas nacionais de inovação. O *Manual Frascati*, que estabeleceu nos anos 1960 a metodologia para a coleta de estatísticas sobre pesquisa e desenvolvimento, perguntava: “Quantos recursos uma sociedade aloca para ciência e tecnologia?”. A medida era essa: um bom sistema de inovação era associado à quantidade de dinheiro disponível. Depois, entre 1980 e 2000, surgiram os bancos de dados e ganharam espaço os indicadores convencionais de pesquisa e os índices de citação que todos conhecemos. A partir daí, vamos utilizar como métrica de desempenho acadêmico o número de publicações e suas citações, o número de downloads. Desde os anos 2010 sentiu-se a necessidade de índices mais complexos. Isto é, não se mede só a citação, mas se procura verificar, por exemplo, como uma pesquisa influencia as políticas públicas, a proposição de uma nova lei ou um novo ordenamento jurídico em uma determinada área, como na questão dos refugiados, da violência, da proteção de biodiversidade ou da segurança alimentar. Ou então o número de empresas criadas por egressos de uma universidade e a reputação da instituição junto aos empregadores. Estamos em uma nova etapa. Temos muitas métricas de insumos e resultados e ainda poucas do impacto, isto é, do efeito das universidades públicas na sociedade.

***Em outubro de 2023 foi publicada uma terceira obra coletiva pela equipe do projeto Métricas. Quais foram as contribuições do projeto até agora?***

Métricas começou em 2017 e teve como fator impulsionador a pesquisa de Justin Axel Berg, cuja dissertação de mestrado sobre o desempenho das universidades estaduais paulistas nos rankings internacionais tinha sido defendida em 2015 no Instituto de Relações Internacionais da USP, sob minha orientação. No início, o projeto esteve orientado para demandas do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas, o Cruesp, e das próprias universidades. Pouco a pouco, ampliou-se uma discussão conceitual para a criação, por exemplo, de escritórios de gestão de dados nas universidades. São espaços dedicados à coleta, análise e divulgação de dados, que se tornaram unidades de inteligência. Em abril, te-

remos uma reunião de responsáveis por esses escritórios – esse é um resultado muito tangível do projeto. Outra contribuição foi a criação de uma comunidade dedicada a temas espalhada pelo Brasil. O projeto acaba de dar formação a mais 84 docentes e gestores de mais de 23 instituições do Brasil inteiro. Há as obras coletivas a que você se referiu. A mais recente, o livro *Repensar a universidade 3*, está focado em saberes e práticas. Trouxemos das três universidades estaduais paulistas práticas que envolvem os temas de impacto social, de ciência aberta, de inclusão social, da governança, da conexão da sociedade, mas na perspectiva das práticas. Já o volume 2 tratou das metodologias de impacto e o volume 1 dos conceitos que têm a ver com desempenho acadêmico e comparações internacionais. A oferta de conhecimentos coletivamente construídos está acessível em um portal que periodicamente publica análises de comparações internacionais que são o meio para conhecer a evolução dos indicadores de resultados e impactos.

### ***Vamos falar de sua trajetória. Como veio do Egito para o Brasil?***

Nasci numa família de tradição judaica, de uma mãe originária da Síria, de Alepo, e um pai originário da Ucrânia, de Odessa. Estamos falando de culturas judaicas distintas, reunidas num país islâmico, o Egito, e numa cultura francófona. Meu pai me colocou em uma boa escola francófona de tradição católica, de padres lassalistas que eram franceses ou libaneses. Isso gerou em mim desde logo uma sensibilidade para diferentes culturas e uma compreensão do que há de comum e do que há de distante entre elas no sentido da vida. Em 1956, aconteceu a grande crise gerada pela decisão do Egito de nacionalizar e controlar o canal de Suez, que levou Israel a entrar em guerra com o Egito. Meus pais estavam bem integrados à cultura local e continuaram em Alexandria até 1961, mas com certo antissemitismo já prosperando. Em 1961, as universidades egípcias deixaram de aceitar judeus. Meus pais, preocupados com a educação dos dois filhos, tiveram que então decidir para onde ir. Como acontece com qualquer imigrante, a decisão acaba dependendo de alguém que possa ajudar a entrar em algum país. Um primo distante ajudou meus pais, chamando a família para seguir para Santos.



## **Temos muitas métricas de resultados e insumos e ainda poucas do impacto, isto é, do efeito das universidades na sociedade**

### ***E por que escolheu estudar na FEA?***

Saímos do Egito sem avisar ninguém, pois era preciso ser discreto. Não levamos documentos sobre o meu histórico escolar em Alexandria, o que gerou um problema para que eu pudesse estudar no Brasil. Um dia, passando pelo largo São Francisco, meu pai entrou na Escola Técnica Álvares Penteado, que fica ao lado da Faculdade de Direito, e conversou com um diretor que foi extremamente aberto: “Olha, pode deixar, nós vamos cuidar”. Ele efetivamente cuidou e eu pude fazer um curso de técnico em contabilidade. Assim as coisas começaram. Atrás da Faculdade de Direito, havia o cursinho do Centro Acadêmico Visconde de Cairu, da FEA. Eu morava na praça Roosevelt, perto da FEA, que ficava na rua Dr. Vila Nova, e de vez em quando eu ia lá. Como meus pais não podiam pagar uma escola privada, coloquei na cabeça que entraria na FEA através do cursinho do Centro Acadêmico Visconde de Cairu. Eu mal falava português na época. Fiquei na Escola Técnica de 1962 a 1964 e fiz o vestibular em 1965. O desempenho em francês e em outros exames orais ajudou a superar as falhas

que eu tinha no português. Foi assim que comecei a estudar na FEA, em um vestibular do qual entraram 33 alunos das 100 vagas. Depois de algum tempo, em 1968, me tornei presidente do Centro Acadêmico Visconde de Cairu. Logo o professor Sergio Baptista Zacarelli [1932-2013] me convidou para ser professor voluntário. O professor voluntário dava aula, mas assumia o compromisso de não receber. A única esperança é que, quando fosse aberta uma vaga, o fato de ter sido professor voluntário contava pontos no processo seletivo e foi assim que me tornei professor. Depois fui fazer o mestrado nos Estados Unidos.

### ***No mestrado, entre 1970 e 1972, na Universidade Vanderbilt, seu tema de pesquisa foi eficácia organizacional e administração em ciência e tecnologia. Qual a razão de ter escolhido os Estados Unidos?***

Temos que lembrar o que foi a minha graduação no período de 1965 a 1968. Era um período de muita extroversão. Não era possível ficar restrito à esfera da sala de aula. Era preciso se conectar com o mundo externo. Isso teve uma repercussão na escolha do curso de mestrado nos Estados Unidos, que foi realizado em uma escola recém-criada pelo Igor Ansoff [1918-2002], um dos pioneiros em gestão e inovação. Ansoff veio da indústria de transporte aéreo e mobilidade. Ele trouxe para um estado muito conservador, que é o Tennessee, na Universidade Vanderbilt, conceitos avançados para a época de gestão e planejamento estratégico ao criar a Graduate School of Management. Somos da segunda turma dessa escola, eu, o Eduardo Pinheiro Gondim de Vasconcellos e mais alguns professores da FEA que estudaram estratégias de inovação.

### ***E o que fez quando retornou ao Brasil?***

Quando voltei, em 1973, o governo de São Paulo, na figura do secretário do Planejamento, o professor Miguel Colasuonno [1939-2013], tinha celebrado um acordo com os Estados Unidos que estabeleceu o Projeto Ciência e Tecnologia, o Procet, com a finalidade de dinamizar o potencial de pesquisa científica e tecnológica do estado. O programa era dirigido pelo professor José Pastore, que tinha na época a responsabilidade de investir algo em torno de US\$ 15 milhões na modernização de instituições como os institutos



de Pesquisas Tecnológicas [IPT], de Tecnologia de Alimentos [Ital], entre outros. Originalmente, faziam parte do Procet seis programas de cooperação internacional, em cada um dos quais estavam engajadas uma organização brasileira e uma do exterior. A esses programas originais agregou-se mais um, que tinha a missão de capacitar gerencial e administrativamente as organizações brasileiras. Esse sétimo programa – o Programa de Administração em Ciência e Tecnologia [PACTo] – foi coordenado pelo Eduardo Vasconcelos, da FEA, tendo por organização de contrapartida, nos Estados Unidos, justamente a Graduate School of Management da Universidade Vanderbilt. O software desse Procet era a questão gerencial e a partir daí que nós desenvolvemos o PACTo com conteúdos relacionados com estratégia e inovação. Estratégia, no sentido da leitura do contexto tecnológico, de olhar a evolução das tecnologias, e inovação, relacionada à gestão de projetos. A questão da gestão de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento e de inovação surgiu na FEA e depois passou a ter vida própria com a formação da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Industrial [Anpei] e da Associação Latino-americana de Gestão Tecnológica. Estive na origem dessas instituições, junto com vários outros colegas do PACTo.

***Nessa época também houve um crescimento do investimento federal em infraestrutura de pesquisa, por meio de figuras como o ministro do Planejamento João Paulo dos Reis Velloso [1931-2019] e do presidente da Financiadora de Estudos e Projetos, a Finep, José Pelúcio Ferreira [1928-2002]. Isso também fez parte desse contexto?***

Você lembrou bem as figuras do Velloso e do Pelúcio, porque na Finep nasceu um projeto que é o Protap, o Programa de Treinamento em Administração de Pesquisa, com a ajuda da consultoria Arthur D. Little, e, pouco tempo depois, nós fomos contratados para executá-lo. Vamos lembrar que, na área econômica, se falava que exportar era a solução, porque o Brasil precisava de divisas e isso reforçava a necessidade da inovação como forma de incorporar valor às exportações brasileiras. Nesse quadro é que no estado de São Paulo brotou essa ideia da importância de uma modernização da estrutura

de ciência e tecnologia. Assim surgiu o Procet. Acho que havia esses dois movimentos, uma visão de planejamento de longo prazo, mas do outro lado a questão da exportação que demandava mais tecnologia e inovação.

***Como se interessou por temas relacionados ao clima e à bioeconomia?***

Isso surgiu quando eu assumi, em meados dos anos 1980, a presidência do Complexo Energético do Estado de São Paulo, composto pelas empresas Cesp, Eletropaulo, Paulista de Força e Luz e Comgás, no governo Franco Montoro [1983-1987]. José Goldemberg tornou-se reitor da USP e fui solicitado a sucedê-lo na presidência do complexo. Durante essa gestão aconteceu um período dramático de seca no Brasil. Tivemos que criar uma proposta de racionalização de energia para reduzir em torno de 15% o consumo. Nesse período, olhando para o que estava acontecendo, não houve como evitar esse mergulho na questão climática. Poucos anos depois, na direção do Instituto de Estudos Avançados da USP, fui convidado a participar do núcleo de apoio à preparação da Rio 92 pelo canadense Maurice Strong, que era o secretário da conferência. Passei a conviver com o pessoal do secretariado da Rio 92.



**Estamos aprendendo que não há uma, mas várias Amazônias, com demandas muito próprias de suas comunidades**

Tivemos que discutir o pós-Rio 92 e a partir de então eu acompanho tanto a implementação da Convenção do Clima como da Convenção da Biodiversidade. No momento, estou coordenando um projeto de bioeconomia na Amazônia, apoiado tanto pelo CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] como pela FAPESP.

***Qual é o desafio da bioeconomia para se firmar como algo que garanta a exploração sustentável da Amazônia?***

Vejo dois desafios: o das Amazônias e o das temporalidades. Há quase quatro anos, por meio de um projeto selecionado por um edital conjunto da FAPESP e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas [Fapeam], começamos a trabalhar com o professor Adalberto Val, que foi diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, o Inpa. Apresentamos uma proposta, juntamente com pesquisadores da USP, da Universidade Federal do Pará e do Instituto Peabiru, e começamos a estudar as cadeias do cacau, do pirarucu, do açaí e do mel. Estamos aprendendo, em primeiro lugar, que não há uma Amazônia. Há diferentes Amazônias, com demandas muito próprias de suas comunidades. O Índice de Desenvolvimento Humano [IDH] não serve para definir as expectativas dessas comunidades. No IDH, não existe a palavra segurança, e nós sabemos que hoje a região Norte é uma das áreas mais violentas do Brasil. Temos que descobrir o que são essas Amazônias pelos olhos de seus moradores. Por isso temos a figura da pesquisa comunitária ou do pesquisador comunitário. O nosso pesquisador, quando vai para lá, procura identificar pessoas que vão ajudá-lo a coletar dados respeitando a cultura daquela comunidade. Temos que reconhecer as especificidades das regiões e ver quais são as cadeias de valor que se ajustam a cada uma, sempre partindo das expectativas das comunidades locais, as comunidades ribeirinhas, os povos tradicionais. O que eles querem? Como eles pretendem viabilizar seus sonhos? O que é segurança para eles? E o bem-estar da comunidade local tem que ser conectado com a questão da conservação da natureza.

***E o que são as temporalidades?***

Nenhuma ação na Amazônia vai gerar resultados em dois, quatro ou cinco anos.

Precisamos ter uma perspectiva de longo prazo em relação às cadeias da bioeconomia. Elas devem ser estudadas em períodos de 15, 20, 30 anos. Faz parte da cultura do governo querer ver resultados de dois em dois anos. Também as empresas, por mais sustentáveis e preocupadas com o meio ambiente que elas sejam, não conseguem enxergar mais do que três anos pela frente, no máximo quatro anos – é isso que os acionistas esperam. O tempo da natureza é outro e, quando falamos em bioeconomia, estamos falando de uma atividade econômica associada à natureza. Uma castanheira leva pelo menos 12 anos para produzir. Queremos desenvolver comunidades como a de Tomé-Açu, que fica no Pará e é exportadora para o Japão de cacau transformado em chocolate. Veja que existe um rigor bastante sofisticado para se conseguir entrar no mercado japonês. Estamos falando de projetos de 20 anos que foram pouco a pouco evoluindo até se tornarem exportadores. Temos também o caso do açaí, que levou um longo período de tempo. Mas o açaí continua sendo um problema porque utiliza mão de obra infantil e as condições de segurança no trabalho são limitadas. Daí a importância de estudar a cultura do açaí do ponto de vista da dimensão humana.

***Outro projeto a que o senhor se dedicou, a partir de 2001, foi o do pioneirismo empresarial no Brasil. Por que levantar os perfis de empreendedores pioneiros?*** Em 1970, quando eu dava aula de Introdução à Administração, procurava exemplos de pessoas que eram referência na área da gestão de empresas e os sobrenomes que vinham eram de outros países: Taylor, Fayol, Pirelli, Rockefeller. Nós não tínhamos exemplos significativos, com exceção do barão de Mauá, e sempre quis preencher essa lacuna. A ideia germinou 30 anos depois. Durante meu período como reitor, não pensei em outra coisa senão na gestão. Quando meu mandato terminou, não tinha ideia do que fazer. Foi aí que ressurgiu a ideia de trazer para a sala de aula essas figuras que fizeram a diferença. O Projeto Pioneiros é uma tentativa de reunir primeiro aqueles empresários construtores de legados, essencialmente de São Paulo, que formam o primeiro dos três volumes da série de livros. O segundo volume abrange as regiões Sul e Centro-Sul e depois



**Não basta fazer a coisa certa, é preciso revelar para a nossa comunidade e para a sociedade que cumprimos com as nossas obrigações**

as regiões Norte e Nordeste. Isso levou quase seis anos de pesquisa. Descobrimos coisas absolutamente inovadoras. Uma delas foi o papel da Ermelinda de Souza Queiroz, esposa do Luiz de Queiroz, na criação da Esalq-USP. Ela vinha de uma família do Rio de Janeiro, com uma irmã morando em Paris, casou-se com o Luiz de Queiroz, que era um grande proprietário de terras e industrial. Ele morreu em 1898, aos 48 anos, e ela é que inaugurou a escola em 1901. A descoberta foi feita em um manuscrito mencionado em uma discreta nota de pé de página no livro de Joseph Love, *A locomotiva – São Paulo na federação brasileira*. O documento era uma autobiografia escrita à mão pelo professor de agricultura do Michigan Agricultural College, Eugène Davenport [1856-1941], que mais tarde chegaria a reitor da Universidade de Illinois. Ele passou um ano em Piracicaba e explicou então o papel que o casal desempenhou na concepção da escola. A professora Maria Cristina de Oliveira Bruno teve a ideia de transformar essa trilogia em uma exposição itinerante que começou no Rio, depois seguiu para

Fortaleza e Recife. A família do Samuel Benchimol [1923-2002], economista que era um estudioso da Amazônia e foi um dos pioneiros do projeto, pediu para que a exposição fosse até Manaus. Depois ficou três meses no Palácio dos Campos Elíseos, em São Paulo. Tudo isso está no Portal Pioneiros Empreendedores, que é a memória desse projeto. Estamos para inaugurar no segundo semestre de 2024 uma exposição sobre os pioneiros na entrada da biblioteca da FEA.

***O senhor disse que, no período em que foi reitor da USP, só pensou em gestão. E ocupou outras funções de gestor, na Cesp e na Secretaria de Economia e Planejamento do estado. De que forma a experiência o marcou?***

No caso da administração, nós temos uma vantagem: podemos aplicar em governança o que ensinamos e o que aprendemos. Mas algo que aprendi com os Pioneiros, e que foi muito útil nas várias responsabilidades que eu assumi, é que você constrói o próprio futuro, mas você precisa amar o seu destino. Quer dizer, é preciso ter clareza de para onde quer levar a instituição que você tem a responsabilidade de dirigir. Construir o futuro significa olhar para o contexto externo e identificar onde é possível fazer a diferença. E amar o destino significa que, quando as coisas não acontecem do jeito como planejamos, não adianta se rebelar. Precisamos repensar e assegurar que os objetivos sejam alcançados. Também aprendi que é sempre preciso ter ao nosso lado, especialmente nas instituições públicas, o nosso financiador, que é o contribuinte. Toda vez que tomamos uma decisão, é preciso ter em mente que o contribuinte poderia usar esses recursos para fazer outra coisa e assegurar que o uso do recurso seja o melhor possível, formando novas gerações, avançando no conhecimento e assegurando uma boa atividade de extensão à sociedade. A terceira e última tem a ver com o Projeto Métricas, é a questão da prestação de contas. Não basta fazer a coisa certa, é preciso revelar para a nossa comunidade e para a sociedade que estamos cumprindo com as nossas obrigações. Talvez tão importante quanto isso seja a prática dos valores que constam do Código de Ética da USP. É preciso conhecer bem a nossa instituição e saber expressar seus valores e sua missão. ■



CAPA

OS MISTÉRIOS DAS **ÁRVORES**



## No Amapá, a floresta atinge uma estatura ainda inexplicada e inesperada para uma zona neotropical

Maria Guimarães (TEXTO) e Léo Ramos Chaves (FOTOS), DO AMAPÁ | Alexandre Affonso (INFOGRÁFICOS)

**É** difícil andar mais de 15 minutos pela floresta amazônica amapaense, na região do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT), sem deparar com uma espécie de paredão avermelhado revestido de escamas que se estende para cima a perder de vista entre as copas das outras árvores, atingindo alturas entre 60 e 80 metros (m) – como se fosse um prédio de 18 andares. É o angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*), a mais imensa entre as grandes árvores que existem por lá. Há outras que se agigantam, mas raramente atingem estaturas acima de 60 m: piquiá (*Caryocar villosum*), maçaranduba (*Manilkara huberi*) e tauari (*Couratari guyanensis*), por exemplo.

É surpreendente porque até cerca de uma década atrás árvores com essa estatura não eram consideradas existentes nos trópicos. As mais altas conhecidas no mundo – chegando a 115 m – são as sequoias-vermelhas (*Sequoia sempervirens*) da Califórnia, nos Estados Unidos. A partir do entendimento que foi sendo construído sobre esses colossos vegetais documentados há tempos, surgiu um paradigma: só algumas regiões temperadas de clima mediterrâneo, onde não faz muito calor nem há uma estação seca muito marcada, poderiam abrigar árvores tão altas.

As californianas – como grandes árvores na Austrália e no Chile – vivem em condições muito especiais, perto do mar, onde as oscilações

de temperatura são menores e o frescor sobre a massa d'água ajuda a formar uma neblina crítica para evitar estresse hídrico na estação seca. “Essas árvores conseguem se hidratar pelas folhas e ramos, e não dependem tanto das raízes”, explica o biólogo Rafael Oliveira, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “Isso favorece o crescimento em altura.” A temperatura também é importante porque o calor induz a uma respiração mais alta, que leva à perda de carbono e impõe restrições ao crescimento.

“O que temos é um desconhecimento da existência das árvores gigantes nos neotrópicos por muito tempo, até que por volta dos anos 2000 elas foram encontradas em Bornéu, na Malásia, e há poucos anos na Amazônia”, conta. O enigma é que as condições amazônicas são muito diferentes daquelas registradas nas regiões temperadas. “O fato de sabermos que lá existem árvores gigantes traz um elemento novo para o quebra-cabeça.”

A reportagem de *Pesquisa FAPESP* acompanhou no final de outubro uma expedição ao Amapá, dirigida pelo biólogo Paulo Bittencourt, pesquisador na Universidade de Exeter, no Reino Unido. O objetivo do trabalho é estabelecer as bases de uma pesquisa de longo prazo, com monitoramento mensal em parcelas permanentes cobrindo uma área entre 30 e 50 hectares (ha). Também está nos planos instalar uma estação meteorológica básica para medir temperatura, umidade e pressão do ar, precipitação, direção e

O tronco de um angelim-vermelho parece um muro na floresta

# GIGANTES DA AMAZÔNIA





Navegar pelo rio Amapari requer a perícia dos proeiros (abaixo) para superar as corredeiras

velocidade do vento e luminosidade, assim como equipamentos que monitorem a umidade do solo e aspectos da fisiologia e do crescimento das árvores. “Só acompanhando ano após ano é possível saber se elas crescem depressa”, exemplifica o biólogo.

Ele integra um projeto liderado pela ecóloga britânica Lucy Rowland, que se dedica a entender as reações fisiológicas da floresta amazônica às mudanças climáticas. Além dos dois pesquisadores, a equipe teve o apoio técnico da bióloga Danielle Ramos, também da Universidade de Exeter, e recorreu ao conhecimento dos guias locais, do engenheiro florestal Christoph Jaster, diretor do PNMT há 20 anos, e de um drone que decolava das poucas clareiras para elevar-se acima do dossel e localizar as copas mais altas.

Como gestor, Jaster se preocupa em chamar a atenção pública para a floresta única de que se orgulha. “O Parque Nacional do Itatiaia tem o pico das Agulhas Negras, o Parque Nacional da Tijuca tem o Corcovado, o Parque Nacional do Iguaçu tem as cataratas – eu procurava um marco”, conta. Só por volta de 2016, no contexto de um monitoramento de biodiversidade que se iniciou em 2014, a botânica Rafaela Forzza, à época no Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), ressaltou a excepcionalidade da estatura das árvores do Tumucumaque. “Passei a andar sempre com o aparelho para medir as árvores e continuo procurando a mais alta”, diz ele, e revela o sonho: encontrar uma próxima aos 90 m.



“As imagens captadas pelo drone, que revelam copas muito destacadas no horizonte, poderão possibilitar achados importantes.”

“O que vemos em Tumucumaque é o dobro da estatura característica do resto da Amazônia, onde o dossel da floresta está a cerca de 20 m de altura e as árvores muito altas chegam a 40 m”, explica Bittencourt. Um dos objetivos da expedição foi verificar se as gigantes que ele e Oliveira avistaram em rápida viagem ao PNMT em 2019, quando instalaram equipamentos de monitoramento fisiológico em uma árvore, são exceção.

Não são. Perto da base do parque, a equipe encontrou várias delas em uma tarde de caminhada. Em certo ponto, 15 angelins-vermelhos muito próximos uns dos outros pareciam alcançar o céu depois de atravessar o dossel da floresta, que começa entre 30 e 40 m do chão. Em outro dia, a equipe explorou uma área 20 quilômetros (km) acima e ao longo do rio Amapari, por indicação de Jaster, e encontrou a mesma escala (ver infográfico na página 27). “Não faz sentido, elas são desproporcionais”, repetia Bittencourt, procurando enxergar através do teto formado pelas copas. Em quatro dias de trabalho, o grupo registrou mais de 80 árvores desproporcionais, a maioria (56) angelins-vermelhos.

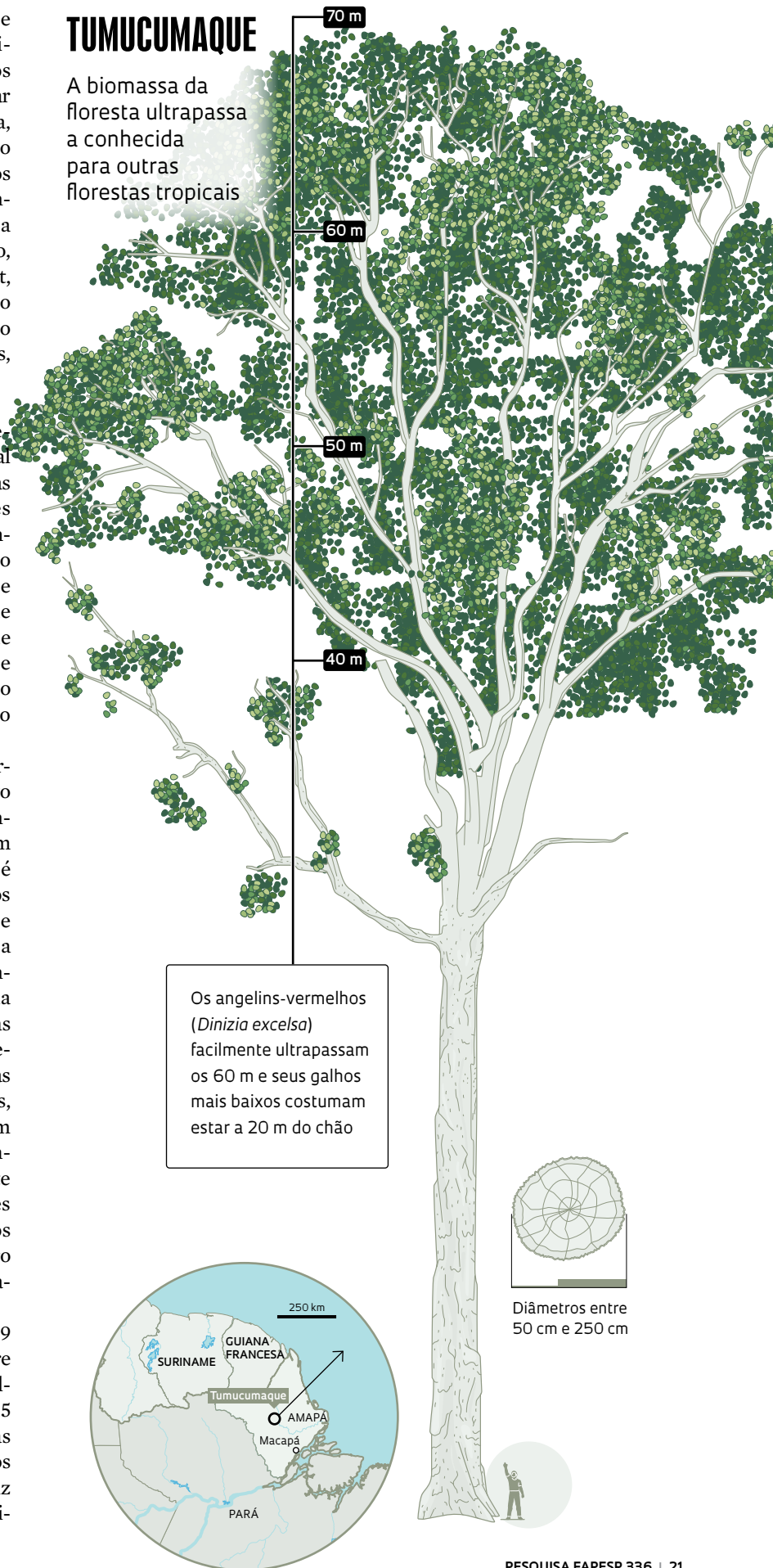
**M**ais marcante ainda é a discrepância de biomassa – o peso total das árvores – em relação a outras florestas. Enquanto as árvores estudadas pelo projeto AMAZONFACE, próximo a Manaus, não costumam passar dos 30 m de altura e 70 centímetros (cm) de diâmetro, as de Tumucumaque com frequência ultrapassam os 70 metros de altura e chegam a 2,5 m de diâmetro. Um galho caído dessas árvores é facilmente confundido com uma enorme árvore tombada.

Na Reserva Florestal Kabili-Sepilok, em Borneu – onde Bittencourt participa de outro projeto de pesquisa –, as árvores gigantes são equivalentes às do PNMT em estatura, mas não passam de 1,5 m de diâmetro. Sua madeira também é menos densa em relação às amazônicas. “Temos no Amapá, potencialmente, a maior densidade de biomassa dos trópicos”, estima Bittencourt a partir de dados ainda preliminares. Entre as condições por trás do gigantismo parece estar uma certa estabilidade climática, com temperaturas médias entre 23 graus Celsius (°C) e 26 °C e precipitação acima de 2.300 milímetros (mm). Áreas com menor incidência de ventos fortes e raios, que causam danos às árvores, também parecem ser mais propícias. “Nossa região, especialmente o vale do Jari, tem um relevo moderadamente elevado e as áreas com a ocorrência de árvores gigantes geralmente estão protegidas de ventos fortes por grandes colinas”, explica o engenheiro florestal Robson Borges de Lima, da Universidade do Estado do Amapá (Ueap).

Ele já participou de seis expedições desde 2019 ao longo do rio Jari, que delimita a fronteira entre o Amapá e o Pará, registrando as árvores mais altas. A recordista, um angelim-vermelho com 88,5 m, está no Pará. “Subimos o rio por cinco dias até o acampamento final, de onde percorremos 20 km para dentro da floresta”, conta. Lima faz parte de um projeto coordenado pelos engenei-

## TUMUCUMAQUE

A biomassa da floresta ultrapassa a conhecida para outras florestas tropicais





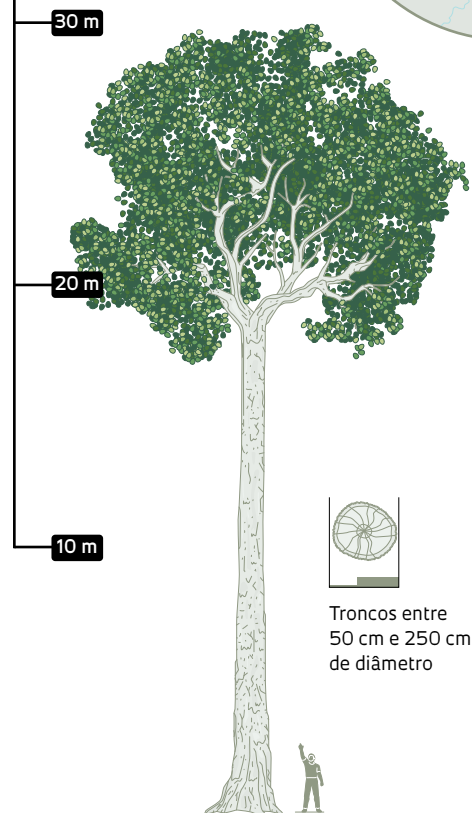
O diâmetro dos angelins-vermelhos precisa ser medido acima das saliências que contribuem para a sustentação



## AMAZONFACE

A floresta perto de Manaus é a mais estudada, por abrigar projetos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)

Nessa região central da Amazônia, os angelins-vermelhos não passam dos 40 m de altura



ros florestais Diego Armando Silva, do Instituto Federal do Amapá (Ifap), e Eric Gorgens, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Minas Gerais, com foco nos fatores ecológicos que favorecem a existência de árvores gigantes.

**O** grupo tinha identificado a árvore recordista, rodeada por outras sete companheiras mais altas que 80 m, por meio de sobrevoos de avião equipado com a tecnologia óptica Lidar (detecção de luz e medida de distância) em quase 900 áreas, cada uma com 375 ha, de acordo com artigo publicado em 2019 na revista científica *Frontiers in Ecology and the Environment*, de que Gorgens é o primeiro autor. Ela está a 360 km do oceano Atlântico, longe da influência marítima que possibilitaria sua existência segundo o paradigma das árvores de clima temperado. O trabalho é um desdobramento do mapa da biomassa arbórea da Amazônia que resultou de 901 sobrevoos de aviões equipados com Lidar, publicado em setembro na revista *Scientific Data* pelo agrônomo Jean Ometto, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em parceria com Gorgens e outros, e destinado a ser uma referência para pesquisadores (ver infográfico na página 24).

Em parceria com dezenas de pesquisadores de várias instituições brasileiras – e algumas estrangeiras –, Lima analisou dados de mais de 100 mil árvores jovens, com diâmetro maior que 10 cm, e adultas, mais largas que 70 cm, em 65 áreas da Amazônia. Conforme dados publicados em setembro na revista *Global Change Biology*, a porção oeste da floresta abriga uma diversidade maior de espécies de árvores, mas o escudo das

Guianas (formação geológica no norte da Amazônia, incluindo o Amapá) se destaca no que diz respeito à variedade de árvores grandes.

Colhidos em solo, os dados de Lidar podem contribuir para desvendar a arquitetura das árvores e perceber como elas reagem a alterações ambientais. “A técnica está revolucionando as possibilidades de medir o peso, a estrutura e o conteúdo de carbono das árvores”, afirma o engenheiro florestal brasileiro Matheus Nunes, da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos. Entender a arquitetura das árvores gigantes seria fundamental para ajudar a explicar seu tamanho, defende ele, que é coautor do artigo que identificou a recordista paraense. “Podemos medir a distância entre a base do tronco e as pontas dos galhos, estimando a distância que a água e os nutrientes percorrem; talvez as árvores mais altas precisem ter galhos relativamente curtos para reduzir essa distância”, especula.

Não é um palpite no vazio: outras experiências lhe dão base para formular hipóteses. Em artigo publicado em dezembro na revista *Nature Communications*, por exemplo, Nunes mostra o que acontece com a arquitetura das árvores em uma situação de desmatamento. Ele usou Lidar em solo nas parcelas permanentes do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), mantido há 40 anos, próximo a Manaus, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). “Comparei as árvores mais altas nas bordas dos trechos de floresta, que já estavam lá e sobreviveram à fragmentação, com semelhantes no interior das parcelas”, explica.

Nunes viu que, na borda, as árvores que sobreviveram se tornaram mais simétricas – desse modo, mais resistentes ao vento – e com caminhos menores a serem percorridos por dentro dos ramos. “São provavelmente mecanismos de aclimação que reduzem o risco de embolismo”, interpreta. Ele se refere à entrada de ar nos vasos condutores que seguem por dentro do tronco, causada por estresse hídrico e que impede o transporte de água, e imagina que algo parecido aconteça com as árvores que sobressaem acima do dossel da floresta.

Mesmo assim, cerca de 10% das árvores sobreviventes na borda têm uma estatura muito menor do que seria esperado para o diâmetro do tronco, indicando que talvez tenham sido quebradas por ação do vento. “Isso leva à redução de seu volume em um terço”, calcula. Embora algumas árvores cresçam mais, cerca de 3 toneladas de carbono por ha voltaram à atmosfera em consequência da redução nas árvores, um efeito equivalente ao causado por secas extremas. “É a primeira vez que se mostra a conexão entre fragmentação, arquitetura das árvores e estoque de carbono.”

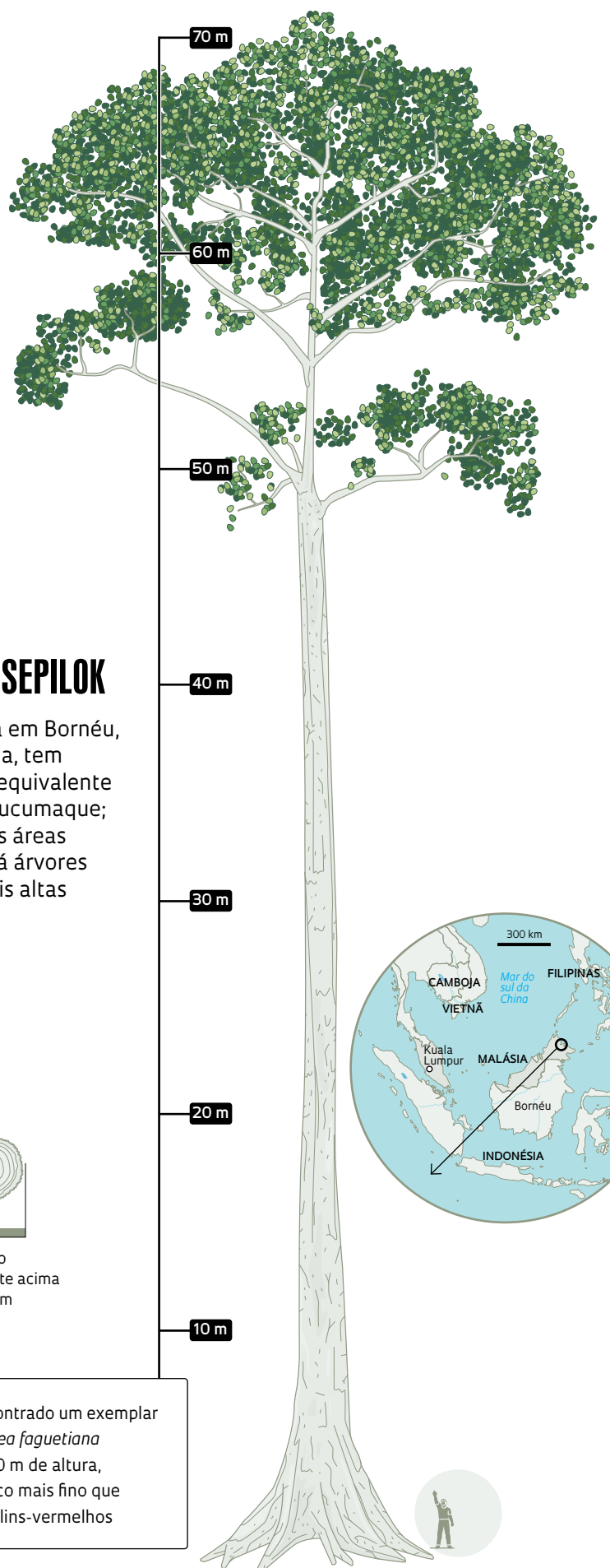
## KABILI-SEPILOK

A floresta em Bornéu, na Malásia, tem estatura equivalente à de Tumucumaque; em outras áreas do país há árvores ainda mais altas



Diâmetro raramente acima de 150 cm

Foi encontrado um exemplar de *Shorea faguetiana* com 100 m de altura, de tronco mais fino que os angelins-vermelhos

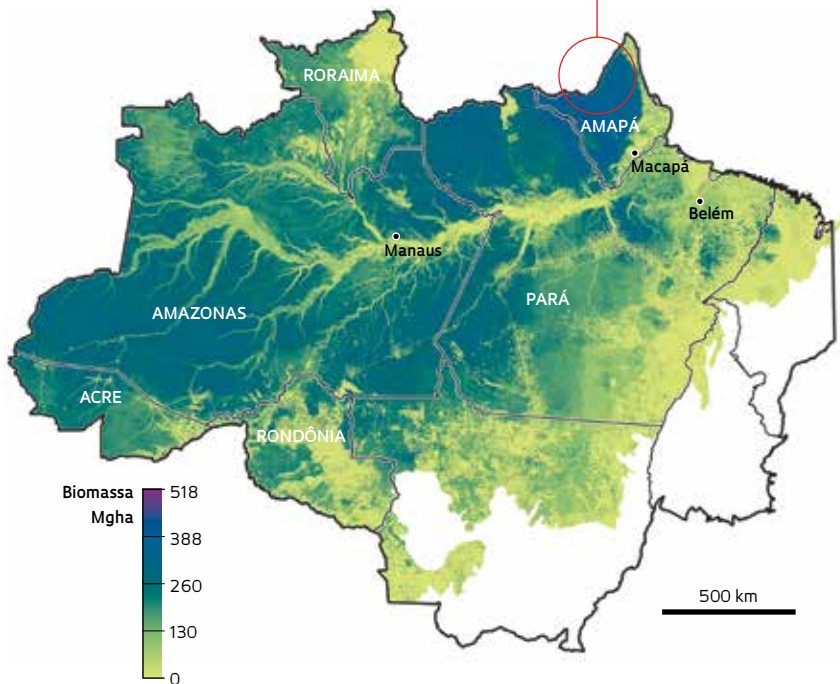




# CAMPEÃ DE BIOMASSA

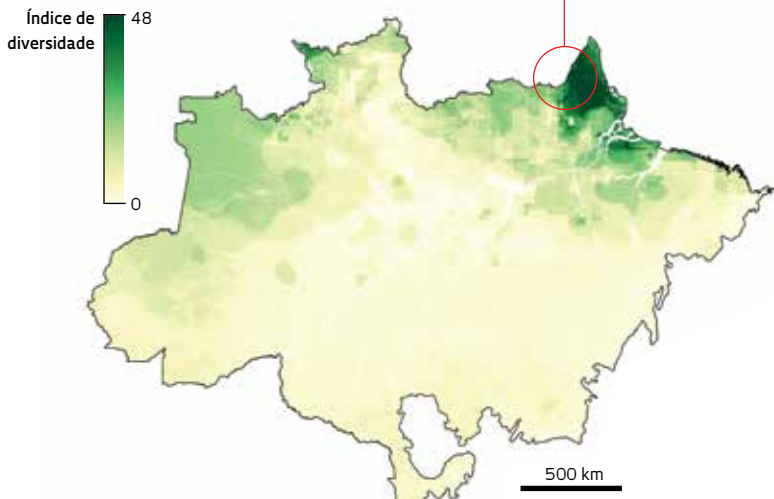
Levando em conta peso e biodiversidade, planalto das Guianas se destaca no gigantismo

Medições obtidas com a tecnologia óptica Lidar (detecção de luz e medida de distância) em toda a floresta amazônica mostram que o **escudo das Guianas** abriga a maior **biomassa** (e estoque de carbono, portanto), medida em toneladas por hectare



FONTE OMETTO, J. ET AL. SCIENTIFIC DATA. 2023

Dados de mais de 100 mil árvores indicam que a região do **Amapá** abriga a maior **diversidade de espécies** de árvores grandes



FONTE LIMA, A. R. B. ET AL. GLOBAL CHANGE BIOLOGY. 2023

Nunes recentemente foi contratado pelo grande projeto da agência espacial norte-americana (Nasa) e da Universidade de Maryland chamado Global Ecosystem Dynamics Investigation (Gedi), que visa mapear as florestas do mundo e sua dinâmica de carbono. O aparelho de Lidar, nesse caso, está mais longe: fica em órbita, a bordo da Estação Espacial Internacional. A missão do pesquisador é contribuir com perguntas ecológicas que possam ser respondidas pelas montanhas de dados constantemente gerados, e ele tem interesse em aplicar esse recurso para investigar as árvores gigantes.

**E**m 2015, Nunes fazia trabalho de campo em Bornéu durante o doutorado quando seu orientador, o ecólogo David Coomes, da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, avisou que tinha identificado, usando Lidar, algumas árvores maiores do que o esperado, com cerca de 90 m. O brasileiro estava perto e foi conferir com um aparelho que mede distâncias com um feixe de laser, confirmando a medida surpreendente. “Eu não trabalhava com estatura de árvores”, relembra ele, que guardou da experiência o desejo de se envolver em pesquisa com gigantes desse tipo.

Bittencourt, o líder da expedição ao PNMT, atualmente também pesquisa as árvores gigantes de Bornéu como parte do projeto coordenado por Rowland. Ele tem visto, conforme artigo publicado em 2022 na revista *New Phytologist*, que características hidráulicas ajudam a explicar a distribuição e o funcionamento das espécies. Em áreas com solos arenosos e incapazes de reter umidade, as plantas exibem estratégias de conservação de recursos e são mais baixas, com vasos estreitos e curtos que conferem uma menor eficiência hidráulica. Seu xilema, por onde corre a água com nutrientes, é resistente à entrada de ar, ou embolismo. Para que as árvores da família dos dipterocarpos, como *Shorea faguettiana*, passem dos 70 m de altura, elas precisam de um sistema hidráulico robusto. Analisando o gradiente topográfico da Reserva Florestal Kabili-Sepilok, seu grupo viu que as árvores mais altas existem apenas onde não há restrição de água no solo e os nutrientes são abundantes.

As que crescem nas áreas mais favoráveis, no entanto, são mais suscetíveis a mudanças no padrão de umidade do solo, conforme proposto por Oliveira e Bittencourt em artigo de 2021 na revista *New Phytologist*. Essa ideia foi corroborada por outro artigo do grupo de Rowland, publicado em 2022 na revista *Functional Ecology*, indicando também que florestas sobre solos mais férteis são menos resistentes. Em solos pobres, a fotossíntese e a respiração se tornam limitadas, como estratégia de eficiência no uso de nutrientes. Em solos mais ricos, o sistema hidráulico é mais resiliente



Coleta de dados: escaldador usando anel de saco de farinha; Bittencourt e Oliveira medindo árvores; e drone para buscar as copas mais altas



e menos resistente. “É como se cada tipo de árvore tivesse um engenheiro diferente”, compara Bittencourt, sobre como o sistema de transporte de água e de fotossíntese varia, adaptando-se às condições. “Cada uma resolveu o problema de forma específica.” Ele conta que algumas são mais vulneráveis e têm vasos que não resistem à entrada de ar em situações de seca; outras, não. Ainda não se sabe como elas fazem isso. A questão agora é descobrir se na Amazônia, onde há uma marcada sazonalidade entre a estação mais seca e a mais úmida, as estratégias e a variedade de recursos são semelhantes.

“A Amazônia é muito diferente do Sudeste Asiático”, pondera Bittencourt. “O principal fator é o solo, muito mais antigo e pobre, o que leva as árvores a evoluírem para estratégias de vida diversas das plantas da Malásia.” Em Tumucumaque, no Amapá, não há um gradiente de

tipos de substrato que possam ser comparados, mas ele espera encontrar, em comparação com o resto da Amazônia, um sistema de transporte de água diferente, um crescimento mais rápido e alta longevidade. “Para uma árvore ficar gigante, ela tem que crescer bastante e por muito tempo.”

Ele também quer investigar como a estrutura da árvore varia do chão ao topo, gradiente ao longo do qual enfrenta desafios físicos e fisiológicos bem distintos. “Entre um galho e outro pode haver mais de 30 m”, argumenta. Uma possibilidade para lidar com essas diferenças são estruturas anatômicas conhecidas como membranas de pontuações, que afetam a passagem de água e ar entre vasos. Suas propriedades determinam a capacidade de uma planta de resistir ao embolismo, ainda não se sabe bem como. O problema é enxergá-las, uma vez que seu tamanho se altera quando se corta uma amostra do tronco – sem falar na dificuldade de podar ramos a 80 metros do chão. Outro mistério é como as copas que se sobressaem resistem ao vento, muitas vezes letal a partir de determinadas estaturas.

“As sequeioias têm um mecanismo de válvulas reguladoras, que impedem a propagação de embolismos.” Bittencourt gosta de fazer uma analogia com o ato de usar um canudo para tomar uma bebida. Se entra ar, a boca recebe no máximo pequenos esguichos. “Imagine um canudo de





90 m de comprimento”, compara ele. E exagera: “A força necessária para fazer essa coluna d’água chegar às folhas das árvores é praticamente uma impossibilidade física”.

Impossível, claro, não é. Algumas árvores encontraram a solução e se esticam acima das vizinhas, graças a estruturas anatômicas microscópicas que fazem com que a água seja como uma corda puxada pela pressão negativa em relação à atmosférica. “Cada uma delas pode transportar até cerca de 500 litros de água por dia do solo à atmosfera”, ressalta Bittencourt. A questão é descobrir como funciona, para ajudar a entender os desafios que as florestas enfrentam diante das mudanças no clima. Em outros pontos da Amazônia, experimentos feitos no passado criaram uma situação artificial de seca e mostraram que as árvores maiores são as primeiras a sucumbir.

**A**s árvores gigantes amazônicas absorvem muito carbono: estima-se que cada uma delas retire 150 toneladas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera ao longo da vida. Na Floresta Nacional de Carajás, no Pará, troncos com mais de 1 m de diâmetro correspondem a menos de 1% das árvores, mas neles está um terço do estoque de carbono da área, segundo livro de 2023 organizado pela ecóloga Tereza Cristina Giannini, do Instituto Tecnológico Vale. A recordista naquela área é o cinzeiro (*Erisma uncinatum*), que atinge 30 m de altura com cerca de 2 m de diâmetro do tronco. Bittencourt completa que, no contexto tropical, as árvores com diâmetro maior do que 60 cm não passam de 4% das florestas, mas detêm quase metade do carbono armazenado acima da superfície do solo nessas regiões.

Uma mortandade poderia, portanto, causar consequências na atmosfera e dificultar muito os objetivos de contenção do aquecimento global. Por isso, e também porque ali estão estratégias



vegetais ainda por serem entendidas, os pesquisadores ressaltam a importância de proteger o escudo das Guianas. Estar em uma região remota, longe da fronteira agrícola, é uma vantagem. Reservas como o PNMT, que além de proteger a floresta e acolher pesquisa científica também fornece instrução e atividade econômica a habitantes da região, são fundamentais.

Os resultados desses projetos de pesquisa vêm deixando claro que não há uma reação uniforme da floresta aos fatores ambientais, especialmente diante do aumento da temperatura e da redução de umidade já sentidos. A parte mais estudada da Amazônia é bastante resistente à seca, de acordo com artigo da ecóloga Julia Valentim Tavares, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Universidade de Uppsala, na Suécia, publicado em abril na revista *Nature* – de que Oliveira e Bittencourt são coautores. Trata-se da região centro-leste, perto do rio Tapajós, onde a influência de eventos como El Niño pode ter levado à evolução de estratégias fisiológicas ligadas à resiliência hidráulica. O trabalho alerta para o risco de subestimar os efeitos da mudança climática ao achar que o que vale para a região do Tapajós vale para a Amazônia inteira. ■

*Dinizia excelsa* bebê e gigante: exemplares de tamanho intermediário não foram encontrados

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

Confira galeria com mais imagens da expedição





# ROTEIRO DE VIAGEM

Isolado de áreas urbanas, o Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (PNMT) preserva uma floresta inalterada

## 1 DIA 1, 27/10

### Chegamos a Macapá

A capital do Amapá fica na linha do Equador e à margem do Amazonas



## 2 DIA 2

### Saímos de Macapá

A base do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para o PNMT fica em Serra do Navio, município com cerca de 5 mil habitantes. Último ponto com sinal de celular



210 km de carro, cerca de 3 horas



## 3 DIA 3

### Saímos de Serra do Navio

Com o nível do rio Amapari baixo devido à seca, apenas os pilotos e a cozinheira saíram em dois barcos (voadeiras) com a carga, é preciso ser leve e navegar com muito cuidado

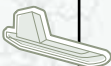


Os demais integrantes da expedição fizeram o trecho de carro para embarcar nesse último ponto possível



### Saímos de Sete Ilhas

Embarcamos nas voadeiras – um grupo de 13 pessoas – com a carga, que incluía alimentos e um fogão. Em uma das corredeiras, um dos barcos entalou e precisou ser empurrado pelos passageiros



Chegamos à base Jupará já caída a noite. Foi um alívio instalar as redes onde todos dormiríamos

Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque

AMAPÁ

Base Jupará  
Sete Ilhas  
Serra do Navio

40-50 minutos subindo o Amapari de barco, 30 minutos de caminhada mata adentro

6 horas de barco

1h30 hora de carro

3-4 horas de barco

20 km pelo Amapari acima, cerca de 1h30

100 km

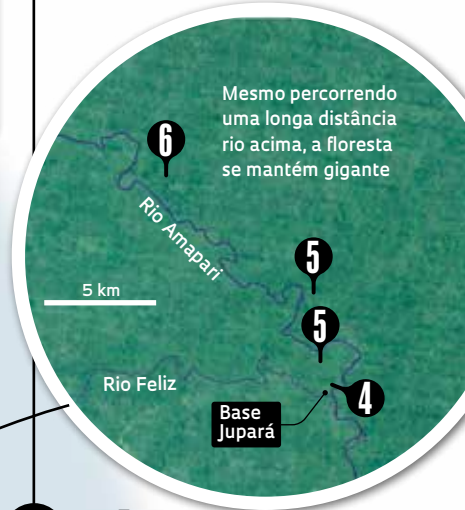


## 4

## DIA 4

### Parcela 1

Na área junto à base, a equipe marcou oito angelins-vermelhos gigantes, além de algumas outras espécies. Um protótipo de monitoramento fisiológico instalado em 2019 em um angelim de 60 m de altura ainda estava lá, mas a maior parte dos dados corrompida



Mesmo percorrendo uma longa distância rio acima, a floresta se mantém gigante

## 5

## DIA 5

### Parcela 2

Seguindo a mesma trilha do dia anterior, os pesquisadores mediram e marcaram a localização de nove angelins-vermelhos



### Parcela 3

A grande surpresa foi encontrar 17 angelins-vermelhos em um raio de 150 m, até mesmo em terreno inclinado

## 6

## DIA 6

### Em busca da recordista

O objetivo de Bittencourt era procurar a árvore mais alta já avistada por Jaster; a medição feita com o drone indicou 80 m. A estatura da floresta nesse ponto mais distante deixou evidente que o gigantismo nos arredores da base não é exceção, mas a norma da região







Criança coleta água em reservatório comunitário na rodovia Transacraana, no Acre: pesquisas com impacto no desenvolvimento da região

COOPERAÇÃO

# A VIDA ABAIXO DO DOSSEL DA FLORESTA

Iniciativa Amazônia+10 reúne pesquisadores de 25 estados e do exterior para ampliar a compreensão sobre a diversidade social e biológica da região

Fabício Marques

**P**esquisadores de vários estados brasileiros e de países europeus vão embrenhar-se na Amazônia nos próximos três anos para coletar dados sobre vegetação e clima, amostras de material biológico e mineral e peças da cultura nativa e popular da região amazônica, em um esforço concentrado para multiplicar o conhecimento sobre a diversidade biológica e social presente na maior floresta tropical do planeta. Uma chamada de propostas que ficará aberta até 29 de abril vai investir cerca de R\$ 96 milhões no financiamento da organização e dos custos logísticos de expedições científicas em áreas da Amazônia pouco conhecidas e exploradas por pesquisadores.

O edital é o segundo lançado pela Iniciativa Amazônia+10, inicialmente uma articulação entre as fundações de amparo à pesquisa (FAP) dos nove estados da Amazônia e a FAPESP (daí o nome +10), que foi ampliada e hoje reúne agências



de fomento de 25 estados brasileiros. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a principal agência federal de apoio à pesquisa, vai investir R\$ 30 milhões na chamada e instituições de fomento de países como Reino Unido, Alemanha e Suíça participarão com R\$ 37 milhões, cabendo a 19 FAP financiar R\$ 29,2 milhões. As expedições deverão ter equipes multidisciplinares coordenadas por pesquisadores de ao menos dois estados da Amazônia. Será obrigatória a participação de um representante dos detentores do conhecimento tradicional a ser estudado pelas missões, como indígenas e quilombolas.

A Amazônia+10 surgiu em 2021, anunciada em Glasgow, na Escócia, na 26ª Conferência do Clima das Nações Unidas, na esteira da disposição do governo do estado de São Paulo de aplicar recursos no apoio a projetos de pesquisa na Amazônia em um momento que instituições da região se ressentiam de falta de financiamento para projetos e bolsas. A então secretária de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, Patrícia Ellen, que à época coordenava o Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (Consecti), consultou a FAPESP sobre a oportunidade de organizar esse esforço. A Fundação, que nas últimas décadas investiu mais de R\$ 500 milhões em projetos relacionados à Amazônia, capitaneados por pesquisadores paulistas, sugeriu que fosse estimulada a criação de redes de pesquisa com instituições de vários estados da Amazônia.

Em dezembro de 2021, a FAPESP, em entendimento com o Consecti, formulou e apresentou a proposta de criação da Amazônia+10 em uma

reunião do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap) realizada em Foz de Iguaçu. A proposta foi recebida com entusiasmo e aprovada por todos. A FAPESP já tinha sido a proponente de acordos bilaterais de apoio à pesquisa no âmbito do Confap, mas foi a primeira iniciativa de apoio coordenado de pesquisa envolvendo várias FAP.

Chegou-se a um modelo, consolidado na primeira chamada de propostas, baseado no apoio a projetos colaborativos com pesquisadores de ao menos três estados, um deles necessariamente da Amazônia, e dividido em três grandes áreas de interesse: o estudo do território da Amazônia e das pessoas que vivem na floresta e nas cidades da região e o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis. “O modelo foi bem recebido e acabamos tendo a adesão de 20 FAP já no primeiro edital, cada uma financiando os pesquisadores de seu estado”, explica Odir Dellagostin, presidente do Confap, que coordena a iniciativa juntamente com o Consecti. Ele destaca que foi a primeira vez que tantas fundações estaduais atuaram juntas. “As FAP têm bastante experiência com cooperação bilateral, inclusive com instituições internacionais, mas não com vários estados ao mesmo tempo”, observa. O CNPq teve participação no primeiro edital suplementando o investimento de alguns estados que não dispunham de recursos suficientes para financiar todos os projetos aprovados, a exemplo do Acre, do Amapá e do Pará.

Rafael Andery, secretário-executivo da Iniciativa Amazônia+10, conta que uma das inspirações para o arranjo previsto no primeiro edital foram as chamadas do Belmont Forum, um grupo formado por 27 instituições de fomento de diversos países, entre as quais a FAPESP, que financiam projetos de pesquisa em rede sobre mudanças ambientais. Uma preocupação era garantir que os projetos tratassem de temas com impacto na sociedade dos estados da Amazônia. “Uma condição que estabelecemos foi que os projetos buscassem ter impacto no desenvolvimento da região”, explica Marcel Botelho, diretor da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa), ligada ao governo do Pará, que integra o comitê executivo da iniciativa juntamente com o diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo da FAPESP, Carlos Américo Pacheco, e a diretora-presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa da Amazônia (Fapeam), Márcia Perales.

“Consideramos essencial olhar abaixo do dossel da floresta, que é onde vivem os amazônidas”, diz Botelho, contrapondo-se a pesquisas baseadas em imagens de satélites que veem a Amazônia



Venda de pescados em feira de Parintins, no Amazonas: conhecimento sobre os recursos naturais pode gerar riqueza



acima da copa das árvores. As expedições científicas também se preocuparão com o impacto econômico dos resultados da pesquisa. “Hoje, o que se conhece na Amazônia é o que está à beira dos rios e das estradas. Conhecemos, quando muito, 300 espécies de peixes da Amazônia, mas isso deve ser apenas 10% das que existem. Ampliar esse conhecimento pode ajudar a gerar riqueza para a região.”

**A** primeira chamada ficou aberta entre julho e agosto de 2022 e surpreendeu pelo número de projetos submetidos: 152 ao todo. Trinta e nove projetos foram selecionados, com investimentos de quase R\$ 42 milhões, em temas como biodiversidade, mudanças climáticas, bioeconomia, uso da terra e melhoria das condições de vida da região amazônica. Desse total, a FAPESP investiu R\$ 14,6 milhões em 20 projetos que têm a participação de pesquisadores do estado de São Paulo. As fundações do Amazonas e do Pará destinaram, respectivamente, R\$ 7,1 milhões e R\$ 5,3 milhões ao edital, seguidas pela agência do Rio de Janeiro (Faperj), com R\$ 5,2 milhões. “A chamada tinha três objetivos que foram cumpridos com sucesso”, diz Andery. “Conseguimos injetar recursos de forma emergencial no sistema de ciência e tecnologia da Amazônia em um momento de escassez aguda, mapeamos as redes de pesquisa que existiam e, apesar dos prazos muito curtos para apresentar propostas, também estimulamos a formação de algumas redes novas.”

O biólogo Carlos Alfredo Joly, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que coordena



Cheia do rio Negro em zona rural de Manaus: tradicionalmente, a coleta de dados sobre a Amazônia tem se concentrado em margens de estrada e cursos d'água

Plantio de açaí no interior do Pará: diferentes frutos da floresta podem impulsionar a bioeconomia

nou a análise científica dos projetos da iniciativa financiados pela FAPESP, conta que grupos já atuantes na região foram contemplados no primeiro edital. “Como houve pouco tempo para apresentação das propostas, equipes com experiência em pesquisa da Amazônia tiveram mais facilidade de participar”, explica. Alguns projetos, observa Joly, descendem de um outro grande esforço de pesquisa na região: o Programa de Grande Escala da Biosfera-atmosfera na Amazônia, o LBA, criado em 1998.

Um exemplo é um projeto sobre as consequências ambientais do crescimento da aquicultura na região, em comparação com a pegada de carbono de produção de outros tipos de animais. O coordenador do projeto em São Paulo é o agrônomo Jean Ometto, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), que participou do LBA. Há também um punhado de projetos no campo da saúde pública e da virologia. Um deles tem pesquisadores de nove estados e busca mapear a diversidade de protozoários, vírus e bactérias e analisar o risco que a degradação ambiental e a mudança no padrão de uso da terra podem ter nos ciclos de reprodução desses patógenos. Outro busca formar uma rede de pesquisadores para avaliar como o desmatamento em torno da rodovia BR-319, no Amazonas, e a mineração na região de Carajás, no estado do Pará, podem influir na disseminação de vírus emergentes.

O estudo do impacto das mudanças climáticas está presente em projetos como o que estuda a possibilidade de usar a herpetofauna (tartarugas e outros répteis e anfíbios) da Amazônia como referência sobre as respostas da biodiversidade às alterações da temperatura. Oito projetos têm







3

como foco o estudo das cadeias de valor de produtos gerados pela floresta, entre peixes como o pirarucu e frutos como o açaí e a castanha-do-brasil. “Nenhum desses produtos, tomados isoladamente, parece ter força para impulsionar a bioeconomia na Amazônia, mas quando se vê que há um conjunto de oito iniciativas com objetivo convergente, aumentam as chances de que surjam grandes contribuições”, afirma Joly, que ressalta a necessidade de investir no treinamento dos grupos de pesquisa para garantir a padronização e a organização adequada dos dados coletados.

**C**om a retomada dos investimentos em ciência e tecnologia no país em 2023, a Iniciativa Amazônia+10 conseguiu atrair novas fontes de recursos e ampliou sua governança. O UK Research and Innovation (Ukri), principal agência de fomento à pesquisa do Reino Unido, disponibilizou para a chamada das expedições científicas £ 4 milhões (aproximadamente R\$ 24 milhões). “É uma nova oportunidade para os pesquisadores britânicos trabalharem em parceria com os seus pares no país, de pesquisar áreas que não são muito conhecidas na Amazônia e de trabalhar em equidade com as comunidades tradicionais e povos indígenas”, disse à Agência FAPESP Rossa Commane, diretor da Rede de Ciência e Inovação para a América Latina da Embaixada Britânica no Brasil. Um edital para financiar workshops de pesquisadores brasileiros e do Reino Unido em temas da Iniciativa Amazônia+10, financiado por um fundo do governo do Reino Unido,

Tartaruga na Ilha do Bananal, em Tocantins: estudos sobre a influência das mudanças climáticas na biodiversidade

esteve aberto entre novembro de 2023 e janeiro de 2024 – e deve divulgar seus resultados em breve. Instituições como a Fundação Nacional de Ciência da Suíça e o Centro Universitário da Baviera para América Latina também investiram no novo edital.

O CNPq ganhou, igualmente, protagonismo. “Temos tradição em pesquisas sobre a Amazônia e nossa abrangência nacional pode ser útil para impulsionar a iniciativa”, diz o físico Ricardo Galvão, presidente do CNPq. “Além disso, somos os responsáveis por autorizar a participação de cientistas do exterior em pesquisas no Brasil, que será necessária nas expedições.”

Outros editais devem ser lançados ainda neste ano. Um deles envolve um programa de mobilidade para estimular a fixação de doutores em instituições de pesquisa da região amazônica. “Não adianta financiar estudos sobre Amazônia sem formar recursos humanos que permaneçam na região e sigam ampliando o conhecimento sobre a diversidade social e biológica da floresta”, diz Carlos Joly. “Programas anteriores, como o LBA, não tinham essa preocupação e os pesquisadores acabaram voltando para seus estados ao final de seus projetos.” Outra ideia é investir na ampliação da infraestrutura científica da região. “Se queremos fixar pesquisadores, precisamos garantir a eles laboratórios onde possam trabalhar”, diz Odir Dellagostin. A iniciativa também deve gerar spin-offs. “Já temos grupos de trabalho analisando a possibilidade de criar um programa semelhante sobre a Caatinga, um bioma com potencial para gerar redes entre pesquisadores do Nordeste e colegas de outros estados”, afirma o presidente do Confap. ■



ACESSO ABERTO

# CONSTRUÇÃO COLETIVA



## Consórcio internacional de agências propõe mudar radicalmente a comunicação científica a fim de reduzir desigualdades e dar mais liberdade aos autores

Fabrcio Marques | ILUSTRAÇÕES Julia Jabur

Imagine um mundo ideal em que resultados de pesquisa são divulgados de forma aberta e gratuita, sua relevância é discutida e avaliada de forma cooperativa por cientistas da mesma área e, ao final, o responsável pelo estudo escolhe o momento oportuno e a revista que julgue mais adequada para publicá-lo, sem precisar levar em conta idiossincrasias e prazos impostos por periódicos. Esse modelo, algo utópico, em que a difusão do conhecimento se baseia no trabalho coletivo de pesquisadores, está sendo proposto pelo consórcio cOAlition S, a mesma rede de agências de fomento e organizações filantrópicas de apoio à ciência que há cinco anos criou o Plano S, uma iniciativa liderada por organizações financiadoras de pesquisa que foi responsável por ampliar a quantidade de publicações científicas acessíveis a leitores sem a cobrança de taxas ou assinaturas.

“Nossa visão é de um sistema de comunicação acadêmica baseado na comunidade e adequado para a ciência aberta no século XXI. Esse sistema permite que os pesquisadores compartilhem o conjunto completo de seus resultados de pesquisa utilizando novos mecanismos de controle de qualidade e padrões de avaliação”, informa a proposta, intitulada “Rumo à publicação responsável”, que está aberta para sugestões até abril. O modelo combina uma série de ideias que já existem de forma isolada, como os repositórios de *preprints*, nos quais autores de diversos campos do conhecimento passaram a apresentar resultados de pesquisa ainda não revisados para análise de seus colegas, e de iniciativas de curadoria como a Peer Community In, organização sem fins lucrativos que oferece um processo editorial aberto, criando comunidades de pesquisadores que revisam e recomendam *preprints* em suas áreas. Outra plataforma que permite a revisão por pares aberta é a Open Research Europe, financiada pela União Europeia. Em iniciativas dessa natureza, as avaliações e ponderações feitas pelos pares são acessíveis

aos leitores, os quais, na visão do cOAlition S, passariam a avaliar um manuscrito pela sua relevância e não pelo prestígio do periódico em que foi publicado. Os custos seriam compartilhados pelas mesmas instâncias que hoje patrocinam a publicação de artigos: universidades, governos, bibliotecas e agências de fomento. O papel dos editores de revistas científicas seria menos o de se preocupar com a qualidade de manuscritos, que já foi escrutinada previamente, e mais o de prover serviços de edição e composição dos manuscritos selecionados.

A proposta busca resgatar o espírito original do Plano S, que, em sua primeira versão, preconizava um modelo de comunicação científica mais aberto e descentralizado do que se tem hoje. A ideia inicial era de que apenas revistas integralmente de acesso aberto, aquelas que franqueiam seus artigos sem cobrar do público leitor, poderiam ser adotadas por autores financiados pelas agências signatárias – e se cogitou até mesmo patrocinar a criação de novos periódicos com essa abordagem. Mas o consórcio, hoje composto por 17 agências de financiamento à pesquisa de países europeus, além de nações como Canadá e Austrália, e instituições filantrópicas de apoio à ciência, como a Fundação Bill & Melinda Gates e o Wellcome Trust do Reino Unido, encontrou uma forte resistência de editoras, sociedades científicas, pesquisadores e também de governos nacionais. Estados Unidos e China, embora adotem políticas públicas de acesso aberto, não aderiram à coalizão, assim como nações da própria Europa, a exemplo de Alemanha e Suécia.

O modelo foi flexibilizado para ganhar aceitação. Entre os recuos, adiou-se sua implementação de 2020 para 2021 e se permitiu que autores patrocinados pelas agências do consórcio pudessem temporariamente publicar em periódicos híbridos, que seguem cobrando assinaturas mas aceitam liberar a divulgação de um artigo em acesso aberto em seus sites caso os autores do manuscrito paguem por isso. Uma crítica frequente a esse modelo é que ele é o pior dos mundos para



países de renda média ou baixa, obrigados a pagar tanto para liberar o acesso a artigos específicos quanto para ter acesso via assinatura ao conteúdo completo dos periódicos híbridos – esses, por sua vez, alegam que essa é uma fase intermediária, mas não têm pressa em abreviá-la.

Só depois de obterem a garantia de que sua fonte habitual de financiamento – a cobrança de assinaturas – seria substituída por outra – as chamadas taxas de processamento de artigos (APC) –, mesmo as editoras mais refratárias toparam celebrar “acordos transformativos”. Por meio deles, os recursos que eram utilizados por uma instituição com o pagamento de assinaturas são transferidos para o pagamento de taxas de publicação de artigos de seus pesquisadores em revistas que se comprometem a ampliar progressivamente suas atividades em acesso aberto.

**D**essa forma, o Plano S conseguiu avançar, mas gerou um efeito colateral perturbador: a consolidação de um esquema no qual periódicos passaram a exigir taxas às vezes exorbitantes dos autores dos artigos científicos a fim de disseminá-los em acesso aberto. O modelo que se tornou prevalente é o do chamado acesso aberto dourado, por meio do qual os artigos são disponibilizados gratuitamente na internet tão logo publicado, desde que o autor pague APC. Segundo um relatório da cOAlition S, dos 168 mil artigos científicos publicados em 2022 que foram financiados pelas instituições integrantes do consórcio, quase 133 mil eram de acesso aberto. Desses, aproximadamente 64 mil saíram em periódicos com acesso ouro, que cobram APC dos autores, enquanto 42 mil foram publicados em revistas híbridas. Só 23,5 mil estavam disponíveis no modelo verde, um tipo de acesso aberto baseado em autoarquivamento, em que os artigos permanecem fechados para assinantes nos sites das revistas, mas se permite que os autores postem on-line uma versão do artigo em suas páginas pessoais ou em repositórios públicos institucionais. Outros 3,4 mil artigos seguem o modelo bronze, em que os *papers* são disponibilizados em acesso aberto a critério da editora e sem licença de reuso. Nem a via verde nem a bronze são alternativas aceitas pelo cOAlition S.

Os valores de APC podem variar muito – não é incomum que uma revista de prestígio cobre entre US\$ 3 mil e US\$ 6 mil para publicar um artigo –, embora existam casos extremos. Há periódicos da coleção *Nature* em que o custo supera os US\$ 11 mil. O crescimento desse esquema de financiamento gerou problemas graves para países de renda baixa e média, que não têm fôlego

para negociar acordos vantajosos com editoras, nem dinheiro para pagar taxas muito caras. A FAPESP, por exemplo, patrocina a publicação de artigos de pesquisadores beneficiados com bolsas e projetos de pesquisa, mas estabeleceu um limite máximo de R\$ 12 mil por artigo, o equivalente a US\$ 2,4 mil. Valores superiores a este podem ser concedidos apenas em caráter excepcional e desde que bem justificados.

A distorção é admitida pelos líderes do consórcio. “Seria um fracasso da nossa parte se simplesmente substituíssemos um modelo em que as pessoas não podem ler um artigo porque isso tem um custo por outro em que autores não consigam publicar porque não podem pagar”, disse à revista *Nature* Robert Kiley, chefe de estratégia do cOAlition S. Acusado de agravar desigualdades, o consórcio lançou uma proposta para introduzir faixas variáveis de APC de acordo com a renda dos países dos autores. A ideia é instituir quatro faixas para países com diferentes níveis de renda.

A bioquímica Alicia Kowaltowski, pesquisadora do Instituto de Química da USP, uma estudiosa do

## EDITORES RENUNCIAM EM PROTESTO CONTRA TAXAS DE PUBLICAÇÃO ELEVADAS

A cobrança de taxas de processamento de artigos (APC) consideradas exageradas vem criando conflitos entre empresas de comunicação científica e profissionais que atuam como editores e revisores de suas revistas. O site Retraction Watch, que reúne notícias e dados sobre artigos retratados, recentemente passou a compilar uma lista de periódicos que perderam um ou mais membros de seu corpo editorial por conta de desavenças. Dos 26 casos registrados desde 2015, sete foram motivados por divergência em relação à cobrança de taxas de processamento de artigos. Em julho de 2023, mais de 40 membros do corpo editorial da revista *Critical Public Health* renunciaram alegando sobrecarga de trabalho e discordância com a APC cobrada pela editora Taylor & Francis, que é de £ 2.700 por artigo, o equivalente a R\$ 16,9 mil. “O custo é impossível para países menos favorecidos”, informou a carta de renúncia. Outro caso rumoroso ocorreu em agosto de 2023, quando dois terços dos editores associados do *Journal of Biogeography* renunciaram em meio a uma briga com a editora Wiley. Eles consideraram exorbitante a cobrança de taxas de US\$ 4,8 mil (R\$ 23,7 mil) para publicar um artigo em acesso aberto. Em abril, 42 editores de duas revistas científicas na área de neurociências renunciaram em protesto contra as taxas cobradas pela editora Elsevier para publicação de *papers* em acesso aberto. Enquanto a APC da revista *NeuroImage: Reports* era de US\$ 1.800 (R\$ 8,9 mil), a da *NeuroImage* alcançava US\$ 3.450 (R\$ 17 mil).



acesso aberto, analisou a proposta e ficou preocupada. Ocorre que os países foram agrupados segundo um índice de paridade de preços aferido pelo Banco Mundial e os pesquisadores do Brasil seriam penalizados, pagando 10% a mais do que o valor atual de APC para ajudar a financiar nações mais pobres, que teriam descontos. “Argentina, Belize, Brasil e Costa Rica, que são economias de rendimento médio-alto com baixos investimentos em ciência e tecnologia, estão no mesmo grupo de economias de alto rendimento com investimentos científicos muito mais substanciais, como Itália, Portugal, Coreia do Sul e Espanha”, diz Kowaltowski, que escreveu um texto acerca da distorção na revista *Times Higher Education* em parceria com o físico Paulo Nussenzveig, da USP, e a cientista da computação Claudia Bauzer Medeiros, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O trio de pesquisadores propõe que, em vez de descontos distorcidos, o consórcio adote critérios baseados em índices econômicos e de investimento científico mais realistas e impulsione de modo efetivo a comunicação por *preprints*.

Os *preprints* têm chance de ganhar mais espaço, pois são cada vez mais populares entre os pesquisadores e foram bem aceitos pelas editoras de revistas. Há outras ideias em debate. O linguista holandês Johan Rooryck, diretor-executivo do cOAlition S, expressou simpatia por um modelo disseminado no Brasil, o acesso aberto diamante ou platina. Ele envolve revistas integralmente de acesso aberto que não cobram APC dos autores e dependem de recursos de instituições e trabalho voluntário. Trata-se do conceito que inspirou a

criação, em 1997, da biblioteca SciELO, plataforma que fornece infraestrutura para 300 periódicos do Brasil de acesso aberto e que tem sido financiada de modo quase exclusivo pela FAPESP.

**A**bel Packer, coordenador da SciELO, considera que há bastante espaço para ampliar o modelo diamante. Não prevê, entretanto, mudanças radicais. “O cOAlition S tem feito ações em ziguezague: queriam acesso aberto irrestrito, depois passaram a apostar em APC e agora falam em *preprints* e revistas diamante. Essa mudança, que é bem-vinda, requer uma discussão cuidadosa com a comunidade de pesquisa e implantação progressiva”, afirma. Ele observa que apenas algumas centenas de revistas no mundo adotam o modelo diamante e não haveria capacidade de produção de artigos de uma hora para outra. A cobrança de APC se tornou tão prevalente que até mesmo algumas revistas de acesso aberto da SciELO passaram a adotá-la recentemente. “Houve escassez de financiamento à ciência no Brasil nos últimos anos que também atingiu as revistas acadêmicas e alguns dos nossos periódicos sem fins lucrativos começaram a cobrar taxas de autores para financiar parte de seus custos.”

A proposta do cOAlition S está em consulta pública e não se tem ideia do que irá prevalecer em sua versão final. As editoras devem se opor à perda de protagonismo prevista, assim como resistiram ao primeiro desenho do Plano S. Um porta-voz da editora Wiley consultado pela revista *Nature* disse que o documento apresentado pelo consórcio tem “uma perspectiva interessante” e concorda que os pesquisadores devem ser capazes de escolher as revistas mais apropriadas para publicar seu trabalho, mas ressaltou: “Os editores têm um papel crucial a desempenhar na melhoria global do ecossistema de pesquisa”. O avanço vai depender do grau de consenso e adesão a modelos que estão em discussão.

Um aspecto que pode ser decisivo é o caminho a ser trilhado nos Estados Unidos. O presidente Joe Biden instruiu todas as agências de fomento à pesquisa do país a exigirem acesso aberto a pesquisas financiadas pelo governo federal após sua publicação a partir de 2026, mas ainda não definiu qual modelo vai vigorar. A revista *Science*, que é mantida pela Associação Americana para o Avanço da Ciência, anunciou que não irá se tornar uma publicação de acesso aberto pela via dourada, mas permitirá que os autores arquivem uma cópia de seus artigos em repositórios públicos, tornando-os disponíveis para quem quiser ler. “É um caminho que pode ser promissor, porque é ao mesmo tempo inclusivo e não altera a estrutura das revistas”, considera Alicia Kowaltowski. ■



# BOAS PRÁTICAS



## Luz nas sombras do passado racista

Revista científica bicentenária publica ensaio que resgata suas conexões com a escravidão e cumplicidade com ideias preconceituosas

O *New England Journal of Medicine (NEJM)*, influente revista médica norte-americana que circula há 212 anos, publicou um ensaio em dezembro de 2023 reconhecendo que, em seus primórdios, teve conexão com figuras ligadas à escravidão nos Estados Unidos e contribuiu para difundir ideias racistas. O estudo, assinado por quatro pesquisadores da Universidade Harvard, destacou que as famílias de fundadores da publicação enriqueceram explorando o trabalho cativo e que o periódico divulgou até o início do século XX artigos que utilizavam linguagem preconceituosa e desumanizante, hoje considerada intolerável, ao se referir aos afro-americanos. “É essencial que essa cumplicidade seja reconhecida. O envolvimento da revista com a escravidão ilustra como as teorias, práticas e instituições médicas influenciaram e foram influenciadas por injustiças sociais e políticas”, escreveram os autores.

O vínculo histórico da publicação com a escravidão é bem documentado. O periódico, que começou a circular em 1812, foi criado por um grupo de médicos da cidade de Boston, entre os quais John Collins Warren, James Jackson e Walter Channing, cujas famílias enriqueceram com negócios baseados



na exploração de mão de obra escravizada, como a venda e o transporte de mercadorias produzidas por cativos. O ensaio destaca que os fundadores não participaram dessas atividades comerciais nem foram proprietários de pessoas escravizadas, mas se beneficiaram indiretamente ao herdarem a riqueza de seus pais e sogros.

A parte mais constrangedora do ensaio é a reservada à disseminação de ideias racistas nas páginas da revista, ainda que os autores tenham evitado reproduzir os textos mais grotescos que encontraram, a fim de não reforçar preconceitos. Um exemplo: em 1843, o *NEJM* reimprimiu um artigo que havia sido publicado anteriormente no *American Journal of Medical Sciences* pelo cirurgião Josiah Nott (1804-1873), em que afirmava que “as raças anglo-saxônica e negra são, de acordo com a aceitação comum dos termos, espécies distintas”. A diferença entre as mulheres “caucasianas” e “africanas”, nas palavras de Nott, é como aquela entre “o cisne e o ganso, o cavalo e o burro”. No mesmo ano, o periódico publicou críticas favoráveis à craniometria, que associava a anatomia do crânio à capacidade intelectual e foi usada para municiar políticas racistas. O periódico reproduziu um texto publicado no *Buffalo Medical Journal*, segundo o qual seria “impossível que 83 centímetros cúbicos de matéria cerebral alimentados com sangue negro competissem com 92 centímetros cúbicos de cérebro teutônico educado”.

Artigos frequentemente normalizavam um tratamento desumano dispensado aos afro-americanos. Em 1857, um cirurgião referiu-se a um negro com uma doença nos testículos como “indefeso para si mesmo e inútil para seus proprietários”. Ao mesmo tempo que tratava com naturalidade referências à supremacia branca, a revista às vezes demonstrava algum respeito aos negros, a exemplo de uma menção a uma petição solicitando que um escravizado conhecido por dar assistência a doentes não fosse alcançado por uma lei que proibia cativos de praticar a medicina.

Curiosamente, o *mea culpa* do periódico sobre seu passado racista foi desencadeado de forma quase ocasional. Em 2022, o historiador da ciência David S. Jones, professor de cultura da medicina da Universidade Harvard, participava de um seminário sobre o passado escravista de Harvard quando ouviu um relato do pesquisador Ibram Kendi, da Universidade de Boston, a respeito de um artigo publicado no *NEJM* em 1842. O trabalho citado defendia a tese de que a escravidão fora benéfica para a saúde mental dos afro-americanos. Seu autor, o médico Edward Jarvis, analisou dados do censo de 1840 para afirmar que a prevalência de pessoas “idiotas ou insanas” era 10 vezes mais comum entre negros libertos do que entre escravizados. Ele disse textualmente que “a escravidão tem uma influência maravilhosa no desenvolvimento das faculdades mo-

rais e dos poderes intelectuais”. Logo se descobriu que os dados não eram confiáveis, pois algumas cidades informaram aos recenseadores a existência de casos de doença psiquiátrica entre negros em uma proporção superior à população local de afro-descendentes. O artigo foi retratado poucos meses após a publicação a pedido do próprio autor, mas ainda assim a associação entre escravidão e saúde mental sobreviveu em discursos racistas.

Jones ficou escandalizado com o relato e, segundo contou ao serviço de notícias de saúde *StatNews*, ainda durante o seminário enviou um e-mail aos editores do *NEJM* indagando se eles topariam reavaliar a relação da revista com a escravidão. Para sua surpresa, o questionamento foi muito bem recebido e o periódico se dispôs a franquear o acesso de pesquisadores independentes a arquivos que remontam a mais de dois séculos de atividades, a fim de que analisassem como as decisões editoriais eram tomadas e o impacto que tiveram na cultura médica do país. Novos ensaios coordenados por Jones serão publicados em 2024, sobre tópicos igualmente sensíveis, a exemplo de como os editores trataram os indígenas americanos, o movimento eugenista, a medicina da era nazista, o preconceito de gênero e temas ligados a direitos civis.

O acerto de contas da revista com seu passado segue iniciativas semelhantes levadas a cabo em várias universidades norte-americanas. Em 2003, a então reitora da Universidade Brown, Ruth Simmons, bisneta de escravizados que foi a primeira dirigente negra da instituição, nomeou um comitê para avaliar o passado escravista da universidade e propor ações de reparação – um memorial reconhecendo essa herança foi inaugurado no *campus* principal em 2014. Recentemente, a Universidade Virginia Commonwealth inaugurou um espaço em memória de 50 negros cujos restos mortais foram encontrados em 1994 em um poço abandonado, depois de serem descartados por médicos da instituição em 1800.

Tais iniciativas também têm os olhos voltados para o presente. Em um editorial publicado em dezembro, os editores do *NEJM* explicaram que os ensaios sobre o passado vergonhoso da publicação buscam refletir sobre os efeitos duradouros do preconceito. “É evidente que, embora os problemas discutidos tenham raízes na história, muitos dos nossos preconceitos arraigados permanecem”, escreveram.

Evelynn Hammonds, professora de história da ciência de Harvard e uma das autoras do ensaio, explicou ao *StatNews* que as crenças preconceituosas continuam a alimentar as disparidades de saúde enfrentadas pelos negros americanos. “A história é importante”, afirmou ela. “Nem todo mundo recebe os mesmos cuidados de saúde na América. Como conseguimos criar um sistema como esse? Ele não surgiu do nada.” ■

Fabício Marques



## Estudo analisa rigor em punições de casos de má conduta nos Estados Unidos

A severidade das punições aplicadas a acusados de má conduta pelo Escritório de Integridade Científica (ORI), que supervisiona pesquisas financiadas com recursos federais nos Estados Unidos, foi avaliada por um time de pesquisadores que se debruçou sobre 343 processos julgados pelo órgão entre 1993 e 2023. As conclusões do grupo, publicadas em um artigo na revista *Accountability in Research – Ethics, Integrity and Policy*, mostram que o escritório seguiu estritamente as diretrizes do governo ao impor sanções a pesquisadores que cometeram desvios éticos. Nenhum viés relacionado ao gênero, à raça ou à posição acadêmica e administrativa dos punidos foi detectado no conjunto de dados analisados.

O tipo de punição mais comum, que representou 65% dos casos, foi a suspensão de financiamento ou a exigência de supervisão de pesquisas realizadas pelos acusados por três anos. “Supostamente,

esse é o período-padrão de tempo, que pode impor dificuldades ao trabalho de um pesquisador, sem significar o fim de sua carreira”, disse ao site Retraction Watch um dos autores do estudo, o professor da Escola de Medicina da Universidade de Washington Ferric Fang.

Mas já houve ao menos um caso em que o pesquisador foi proibido de receber recursos federais pelo resto da vida – em 2019, a médica Erin Potts-Kant, da Universidade Duke, foi banida por falsificar dados em artigos científicos e em relatórios relacionados a projetos que somaram US\$ 200 milhões em verbas federais (ver Pesquisa FAPESP nº 279). As sanções superiores a três anos foram aplicadas de modo mais frequente em processos nos quais se exigiu que os pesquisadores retratassem ou corrigissem trabalhos falhos ou quando houve agravantes, como tentativas dos acusados de interferir nas investigações. Já os acusados que admitiram culpa ou comete-

ram deslizes considerados menos graves, como plágio, foram menos afetados por suspensões de financiamento, mas tais circunstâncias não os ajudaram a atenuar outros tipos de sanções administrativas, como terem seu trabalho monitorado por certos períodos.

Apesar da recomendação para que dezenas de estudos fossem retratados, 32 deles não foram cancelados até hoje e seguem válidos. “Isso reflete o fato de que apenas as revistas podem retratar os artigos que publicam e, infelizmente, nem todas parecem levar essa responsabilidade a sério”, explicou Fang. David Resnik, especialista em bioética do Instituto Nacional de Ciências da Saúde Ambiental dos Estados, destacou que, como a literatura não foi devidamente corrigida, cientistas podem estar confiando em pesquisas fraudulentas. “Estamos falando de pessoas flagradas cometendo má conduta, punidas por suas instituições e pela ORI e solicitadas a corrigir ou retratar seus estudos.”

## Um mapeamento das retratações de estudos científicos entre os países dos Brics

Uma dupla de pesquisadores de uma universidade indiana, o Instituto de Ciência e Tecnologia SRM, identificou e analisou 11.764 artigos retratados entre 1989 e 2021 assinados por pesquisadores de países do bloco econômico dos Brics: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. A avaliação, publicada na revista *Scientometrics*, baseou-se em dados da plataforma Scopus e mostra que o Brasil foi o país que menos contribuiu para a lista. Apenas 38 trabalhos científicos retratados, publicados em periódicos ou apresentados em conferências, eram de autoria de brasileiros. Os anos de 2018 e 2020 registraram a maior quantidade de retratações na série histórica brasileira, cada qual com sete artigos. O número é ligeiramente inferior ao obtido pela África do Sul (40 estudos cancelados) e pela Rússia (45), embora esses países tenham produção científica menor do que a brasileira.

A liderança no ranking de retratações é da China, com 11.122 trabalhos cancelados entre 1989 e 2021, seguida pela Índia, com 519 no total. O pior período chinês foi entre 2010 e 2011, com pouco mais de 4 mil estudos cancelados por ano, mas quase a totalidade deles estava em anais de conferências do Instituto dos Engenheiros Eletrônicos e Eletricistas (IEEE) atingidas por uma violação em grande escala no processo de revisão por pares. Em anos mais recentes, a tendência nas retratações de artigos de autores chineses foi de crescimento: em 2021, 620 estudos foram cancelados, ante 166 em 2018.

### CONTEÚDO EXTRA

Conhece a nossa newsletter de integridade científica?



Entre no QR Code para assinar nossas newsletters



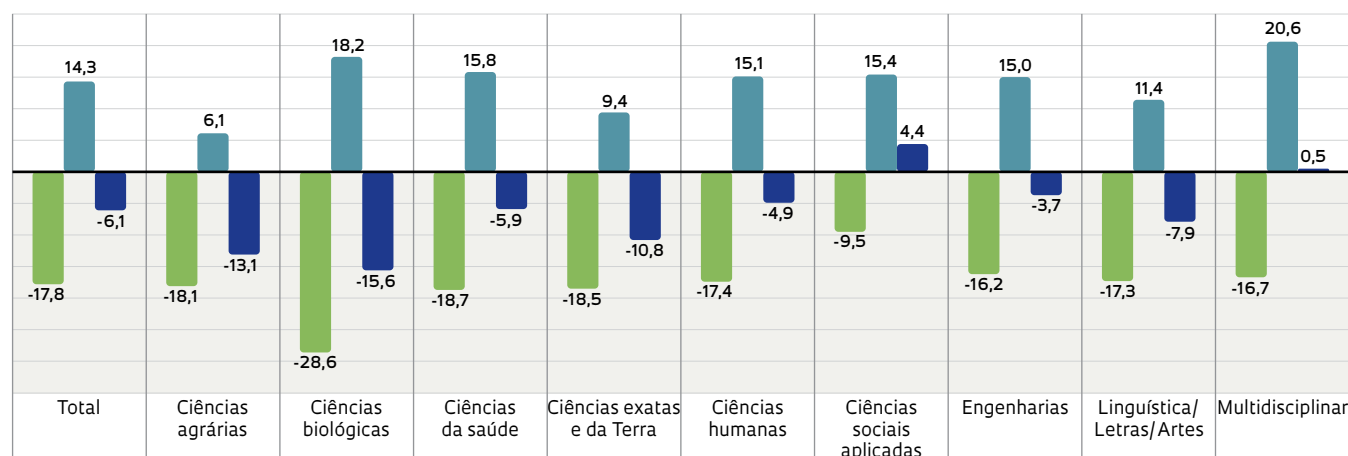
- ▶ Após queda no número de títulos de doutorado concedidos entre 2019 e 2020, de 24.422 para 20.066 (-17,8%), esse número voltou a subir: ligeiramente em 2021 e com maior intensidade em 2022, quando atingiu 22.296 títulos concedidos
- ▶ Além de esse valor ainda estar 6,1% abaixo do registrado em 2019 (antes da pandemia), notam-se comportamentos distintos, no período, segundo as grandes áreas do conhecimento

### TÍTULOS DE DOUTORADO CONCEDIDOS – POR GRANDES ÁREAS DO CONHECIMENTO

Área	2019	2020	2021	2022
Ciências agrárias	2.859	2.341	2.358	2.484
Ciências biológicas	2.151	1.535	1.621	1.815
Ciências da saúde	4.352	3.537	3.737	4.095
Ciências exatas e da Terra	2.152	1.754	1.771	1.919
Ciências humanas	4.120	3.402	3.535	3.917
Ciências sociais aplicadas	2.464	2.229	2.321	2.573
Engenharias	2.254	1.888	1.920	2.171
Linguística/Letras/Artes	1.639	1.355	1.340	1.509
Multidisciplinar	2.431	2.025	2.068	2.443
<b>Total</b>	<b>24.422</b>	<b>20.066</b>	<b>20.671</b>	<b>22.926</b>

### VARIAÇÃO POR PERÍODO

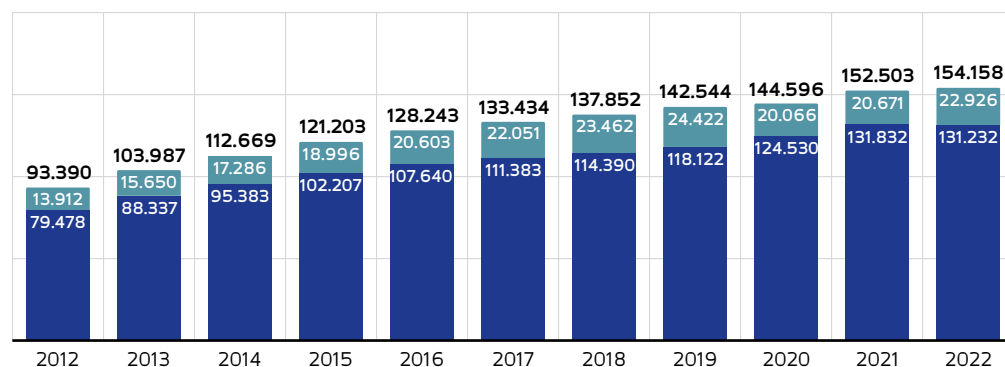
■ 2020/2019 ■ 2022/2020 ■ 2022/2019



- ▶ A área de Ciências sociais aplicadas já superou o valor de 2019 em cerca de 4,4% (ver o gráfico acima) e, em menor medida, a Multidisciplinar
- ▶ As demais áreas ainda não atingiram o patamar de 2019, especialmente Ciências biológicas, Ciências agrárias e Ciências exatas e da Terra. Também não atingiram aquele patamar as áreas de Linguística, Letras e Artes, Ciências da saúde, Ciências humanas e Engenharias

### DOUTORADO – MATRÍCULAS E TÍTULOS CONCEDIDOS – 2012-2022

■ Titulados ■ Matriculados



- ▶ O gráfico de titulados e matriculados no doutorado mostra que ainda não há indicação de aumento significativo de desistências, pois a soma desses dois indicadores, que representam o total de estudantes matriculados no final do ano de referência mais aqueles que se titularam no ano, não apresentou queda após 2019



# A NUTRIÇÃO NA PRIMEIRA INFÂNCIA

Índices de anemia e deficiência de micronutrientes diminuíram no Brasil de 2006 a 2019, mas excesso de peso cresceu

Ricardo Zorzetto

**I**magens de crianças yanomamis desnutridas voltaram a circular no noticiário em janeiro, um ano após o governo federal ter declarado emergência em saúde pública no território ocupado por essa etnia no extremo norte do Brasil e depois de 307 delas terem se recuperado. As cenas chocam por retratarem um problema de saúde grave que persiste entre as populações indígenas décadas após ter sido eliminado no resto do país, onde começa a se consolidar, já na infância, o excesso de peso.

Um aumento expressivo na proporção de crianças brasileiras com peso superior ao recomendado para a idade e a altura foi registrado em um estudo publicado em outubro de 2023 em um suplemento dos *Cadernos de Saúde Pública*. No trabalho, a equipe dos nutricionistas Gilberto Kac, da Universidade Federal do Rio de Janeiro

(UFRJ), e Inês Rugani Castro, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), comparou a situação nutricional de milhares de meninos e meninas menores de 5 anos, avaliada em dois levantamentos. O primeiro foi a Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher (PNDS), realizada em 2006 com 4.817 crianças de todas as regiões; o segundo trata-se do Estudo Nacional de Alimentação e Nutrição Infantil (Enani), conduzido em 2019 com 14.558 participantes da mesma faixa etária. Nesses 13 anos, a proporção com excesso de peso cresceu de 6% para 10,1%.

A diferença de pouco mais de quatro pontos percentuais pode parecer pequena, mas serve de alerta para efeitos futuros potencialmente graves. O excesso de peso na infância tende a se manter até a idade adulta e é fator de risco para doenças cardiovasculares e metabólicas, como diabetes e colesterol elevado.

Criança se alimenta com sanduíche industrializado

Em termos populacionais, a proporção de crianças com peso superior ao desejável nessa faixa etária não deveria superar os 2,5%, que, segundo especialistas, é o valor esperado para o excesso de peso determinado por causas genéticas. O aumento na frequência de crianças com excesso de peso, no entanto, é um fenômeno global e, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), passou de 4,9% em 2000 para 5,6% em 2019.

“O valor medido pelo Enani-2019 deveria fazer soar o alarme das autoridades públicas brasileiras. Se nada for feito para modificar esse padrão de ganho de peso, uma proporção bem mais elevada dessas crianças deve apresentar sobrepeso ou se tornar obesa na idade adulta”, afirma o pediatra Antônio Augusto Moura da Silva, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), que analisou o estudo a pedido de *Pesquisa FAPESP*.

Silva é colaborador de uma pesquisa que, de tempos em tempos, reavalia a saúde de crianças nascidas em Ribeirão Preto (SP) e em São Luís (MA). “Entre os nascidos em 1978 em Ribeirão, 15% tinham excesso de peso aos 10 anos. Aos 40 anos, 74% estavam com sobrepeso ou obesidade. Em São Luís, estamos começando a ver esse efeito nas camadas mais ricas da sociedade”, conta.

Outros estudos de caráter regional, representativos da população do Sul e do Sudeste, aquelas em que o Enani encontrou uma proporção mais elevada de crianças com excesso de peso, observam o mesmo efeito.

Em Pelotas, no Rio Grande do Sul, a equipe coordenada pelo epidemiologista César Victora e pelo pediatra Fernando Barros, ambos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), reavalia a cada 11 anos a saúde das pessoas que nasceram no município em 1982, 1993, 2004 e 2015. “Aos 18 anos, 20% das pessoas nascidas em 1982 tinham sobrepeso ou eram obesas. Aos 22 anos, quase 30%, e aos 40 anos, 74%”, conta o também epidemiologista Bernardo Horta, da equipe de Pelotas.

Em um estudo publicado em 2019 no *International Journal of Epidemiology*, os pesquisadores gaúchos verificaram que a frequência de excesso de peso no primeiro ano de vida quase dobrou em quatro gerações. Era de 6,5% entre as crianças nascidas em 1982 e subiu para 12,2% entre as de 2015.

Esse efeito registrado entre gerações parece se manter ao longo do tempo. “Quando as pessoas nascidas em 1982 completaram 33 anos, 54% tinham sobrepeso ou obesidade. Entre as nascidas em 1993, a proporção chegou a 63%”, conta Horta. “Estamos testemunhando uma explosão do excesso de peso no país.”

As causas da epidemia de excesso de peso entre adultos e crianças são complexas e semelhantes. Além de fatores genéticos, elas envolvem hábitos de vida sedentários, níveis elevados de estresse, sono pouco reparador e dieta com quantidades im-

portantes de alimentos industrializados altamente calóricos – os ultraprocessados, ricos em açúcares, sal e gorduras e muito palatáveis. Um fator preocupante é que esses alimentos integram a alimentação infantil desde os primeiros meses de vida.

**A** fim de conhecer a composição da dieta em uma das fases mais iniciais da infância, a nutricionista Elisa de Aquino Lacerda, da UFRJ, analisou os dados de 4.354 crianças que tinham de 6 meses a 2 anos quando as mães ou os cuidadores foram entrevistados para o Enani-2019. Nesse estágio, a criança deve começar a receber outros alimentos além do leite materno.

Lacerda constatou que, com base na alimentação do dia anterior, 63% das crianças apresentavam uma dieta minimamente diversificada, com o consumo de alimentos de pelo menos cinco destes oito grupos: leite materno; laticínios; grãos, raízes e tubérculos; leguminosas, castanhas e sementes; carnes; ovos; frutas e hortaliças; e frutas e hortaliças ricas em vitamina A.

De acordo com o trabalho, publicado no suplemento dos *Cadernos de Saúde Pública*, a proporção de crianças com dieta diversificada foi maior (69,4%) no Sudeste e menor (54,8%) no Norte (ver gráfico na página 42). Essa frequência também foi mais elevada (76,5%) entre aquelas com mães ou cuidadores com mais de 12 anos de formação escolar e menor (50,6%) entre aquelas cuja mãe ou cuidador havia frequentado a escola por menos de sete anos.

O mais surpreendente, porém, foi o consumo de ultraprocessados, comum em todo o país. Em média, 80,5% das crianças nesse grupo etário já se alimentavam com esse tipo de produto, em

Mulheres e crianças na Terra Indígena Yanomami, em Roraima

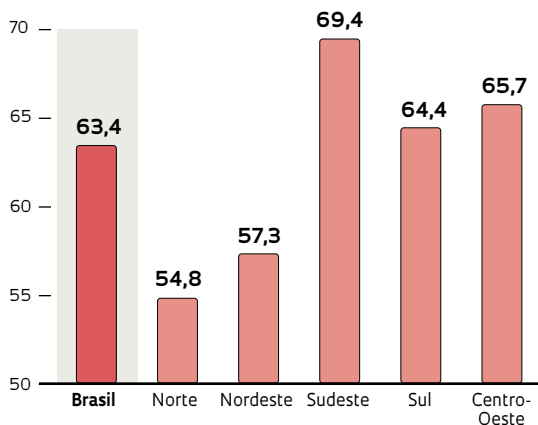




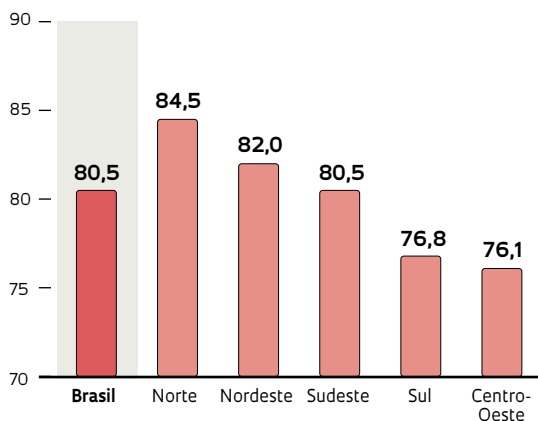
# DIETA MENOS DIVERSA QUE O DESEJÁVEL

Características da alimentação entre os 6 meses e os 2 anos de idade em 2019

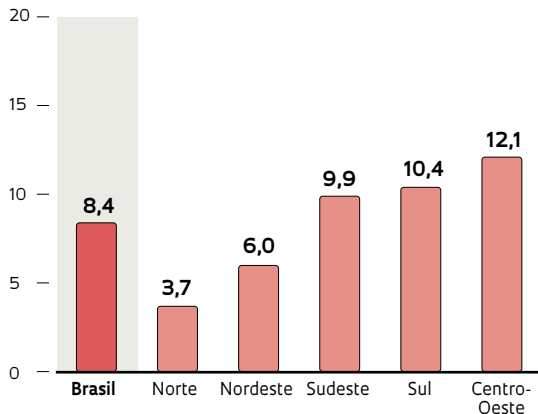
## Proporção que consumia ao menos 5 de 8 grupos de alimentos (em %)



## Proporção que ingeria alimentos ultraprocessados (em %)



## Proporção que se nutria de ao menos 5 de 8 grupos de alimentos e não consumia ultraprocessados (em %)



FONTE LACERDA, E. M. A. ET AL. CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA, 2023

geral, biscoitos doces e salgados, farinhas para papinhas, além de iogurtes industrializados e bebidas adoçadas. Novamente, a proporção foi mais elevada (84,5%) na região Norte e, dessa vez, mais baixa (76,1%) na Centro-Oeste (ver gráfico nesta página). Apenas 8,4% das crianças apresentavam uma dieta minimamente diversificada e que não incluía ultraprocessados.

Nem só dados preocupantes emergiram da comparação entre os levantamentos de 2006 e 2019. Nesse período, a situação nutricional das crianças melhorou muito.

Um problema cuja frequência diminuiu de modo importante foi a anemia. Causada por carência de micronutrientes ou pela ocorrência de infecções e parasitoses frequentes, ela afeta 40% dos menores de 5 anos no mundo, segundo estimativas da OMS. Crianças com anemia podem sentir cansaço e apresentar baixo rendimento em atividades físicas e intelectuais. Há 40 ou 50 anos, cerca de 60% das crianças brasileiras menores de 5 anos eram anêmicas. Essa proporção, que já havia baixado para 20,5% em 2006, caiu para 10% em 2019.

Outra questão de saúde pública amenizada foi a deficiência de vitamina A. Adquirido pela ingestão de alimentos de origem animal e frutas e hortaliças de cor amarela ou laranja (ricos em betacaroteno), esse nutriente é importante para a multiplicação das células e o funcionamento dos sistemas nervoso e imunológico. A deficiência de vitamina A afetava 17,2% dos menores de 5 anos no Brasil em 2006 e 6% em 2019.

“O país conquistou vitórias importantes nesse período. Normalmente a melhora nesses indicadores demora bem mais tempo”, afirma Moura da Silva, da UFMA. De modo geral, avalia Inês Rugani Castro, da Uerj, o perfil nutricional das crianças brasileiras encontra-se em um nível intermediário. “Estamos melhores do que os países pobres e, em alguns aspectos, piores do que os ricos”, relata.

Esses avanços, segundo os pesquisadores, são fruto da estabilização da moeda e do controle da hiperinflação nos anos 1990 e da implementação continuada de políticas públicas que permitiram aumentar a renda das famílias, melhorar o nível educacional dos pais e ampliar o acesso ao Sistema Único de Saúde (SUS). Vários indicadores socioeconômicos que influenciam a saúde das crianças progrediram entre 2006 e 2019. A proporção de famílias com mães ou cuidadores com mais de 11 anos de formação escolar subiu de 32% para 56%, acesso a água tratada de 79% para 93% e coleta de esgoto de 46% para 75%.

A evolução de um indicador, no entanto, intrigou os pesquisadores: o da baixa estatura. Facil-

mente aferível, a baixa estatura costuma resultar de carência nutricional, infecções repetidas ou falta de estimulação psicossocial vividas por longos períodos. Na saúde pública, é interpretada como um indicador cumulativo de desnutrição. Ela afetava 37,1% dos menores de 5 anos no Brasil em 1974 e seus níveis baixaram nas três décadas seguintes, alcançado a marca de 7,1% em 2007, como registrou o epidemiologista Carlos Augusto Monteiro, da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), no *Bulletin of the World Health Organization* em 2010.

De lá para cá, seu nível estacionou em 7%. “O percentual estava relativamente baixo em 2006, mas esperávamos que fosse melhorar. Não melhorou”, conta Castro.

Uma possível explicação é o fato de o levantamento de 2019 ter avaliado crianças que nasceram antes e depois do início da crise econômica e da redução de cobertura de programas de assistência social e de saúde observados a partir de 2016. A proporção de crianças com baixa estatura foi menor entre as que nasceram antes da crise (mais velhas) do que entre as que nasceram depois (mais novas). Em cenários de estabilidade, espera-se que a baixa estatura seja mais frequente entre as crianças mais velhas porque elas teriam passado por mais episódios de insegurança alimentar e infecção do que as mais novas. A comparação entre os dois levantamentos também mostrou que as mais velhas do Enani estavam melhores que as mais velhas da PNDS, sinal de melhoria de 2006 para 2019, e que as mais novas do Enani estavam piores que as mais novas da PNDS, sugestivo de que o avanço do período não se sustentou. “Para a taxa do indicador melhorar, o ciclo virtuoso iniciado nos anos 2000 não poderia ter sido interrompido”, explica a nutricionista da Uerj.

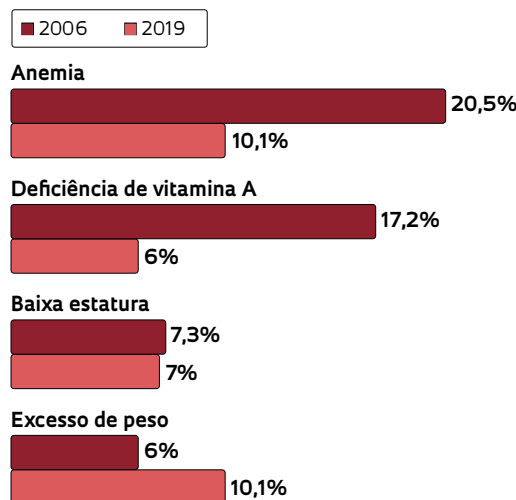
Uma região do país se desgarra das demais em alguns quesitos: o Norte. Com 17,3 milhões de habitantes (8,5% da população brasileira) e uma área equivalente a quase metade do território nacional, a região Norte é uma das mais pobres, com população de menor escolaridade e mais difícil acesso ao sistema público de saúde. Lá, a frequência de baixa estatura e de anemia ficaram, respectivamente, em 8,4% e 17%.

“O Enani representa um grande avanço de qualidade em relação aos levantamentos anteriores. Mas seu desenho não permite caracterizar as diferenças entre as populações de ambiente urbano e rural ou que habitam áreas remotas, como ribeirinhos, quilombolas e indígenas”, conta a nutricionista Marly Cardoso, da FSP-USP.

Ela coordena um estudo que acompanha a saúde de pouco mais de 1 mil crianças nascidas em 2015 em Cruzeiro do Sul, cidade de 90 mil habitantes no interior do Acre, próximo à divisa com o Peru. Lá, Cardoso e seus colaboradores têm

## EVOLUÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL

Dois indicadores melhoraram e um piorou de 2006 a 2019



FONTE: DE CASTRO, I. R. R. ET AL. CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA. 2023

observado algumas condições mais graves e outras diferentes do que a registrada no resto do país. Em Cruzeiro do Sul, 39% das mães estavam anêmicas no parto e 42% das crianças tinham anemia ao fim do primeiro ano de vida. A taxa caiu à medida que as crianças cresceram e era de 5,2% aos 5 anos, segundo os dados apresentados em novembro em um suplemento da *Revista de Saúde Pública*. Já a proporção de crianças com baixa estatura aos 5 anos (2,3%) era bem inferior à média nacional, enquanto a daquelas com excesso de peso era superior (12,7%).

O que em geral não vai bem no país pode estar ainda pior entre as populações indígenas. Em 2008 e 2009, Bernardo Horta, da UFPEL, e colaboradores realizaram o primeiro – e único – levantamento nacional sobre saúde e nutrição indígena. Eles analisaram as condições sanitárias de cerca de 12 mil pessoas em 113 comunidades de todo o país e apresentaram os resultados em 2013 na revista *BMC Public Health*. Entre as crianças de até 5 anos, 51,2% tinham anemia e 25,7% baixa estatura – essas proporções eram, respectivamente, 66,4% e 40,8% entre os indígenas da região Norte.

“Para melhorar o quadro nacional, em especial da região Norte e das comunidades mais afastadas”, afirma Cardoso, “é necessário que se tome a decisão política de implementar e ampliar a cobertura de programas para promoção da saúde, infraestrutura sanitária e aumento de renda, mas com compromisso de continuidade dessas ações”. ■

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



**A**s doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no Brasil. Após uma breve perda da dianteira em 2021 para a Covid-19, que naquele ano causou 411 mil óbitos, as enfermidades do coração e do sistema circulatório retomaram a liderança. De acordo com os dados do relatório “Carga global de doenças e fatores de risco cardiovasculares” mais recente, publicado em dezembro de 2023 no *Journal of the American College of Cardiology*, um conjunto de 18 doenças cardiovasculares tirou a vida de aproximadamente 400 mil brasileiros em 2022, quase o equivalente ao total de mortos no pior ano da pandemia do novo coronavírus.

O relatório é parte de um estudo mais amplo chamado *Carga global de doenças*, ou *Global burden of diseases (GBD)*, que envolve a participação de mais de 10 mil pesquisadores, brasileiros inclusive, e registra desde 1990 a evolução de 371 causas de morte e 88 fatores de risco relacionados a elas no mundo. Na edição de 2023 do documento sobre doenças cardiovasculares, os dados do Brasil são apresentados somados aos do Paraguai, que à época tinha 6,1 milhões de habitantes, o correspondente a cerca de 3% da população brasileira.

Nos dois países, os únicos integrantes da sub-região denominada América Latina Tropical no *GBD*, as doenças cardiovasculares mataram 408 mil pessoas em 2022, um aumento de 48,4% em relação às 275 mil mortes de 1990 – no período, a população dos dois países cresceu 35,6%. No mundo todo, as mortes por doenças cardiovasculares aumentaram um pouco menos, 39,4%, passando de 12,4 milhões em 1990 para 19,8 milhões em 2022, período em que a população mundial cresceu 51%. No site do *GBD* é possível ver os números isolados de cada país até 2019.

Dois problemas responderam, sozinhos, pela grande maioria (76%) dos óbitos em 2022 na América Latina Tropical: o infarto do miocárdio e as diferentes formas de acidente vascular cerebral

(AVC). Foram 170,5 mil óbitos pelo problema cardíaco e 138,4 mil por AVC. “Os números absolutos de morte crescem porque a população está aumentando e as pessoas estão vivendo mais”, explica o médico e epidemiologista Paulo Lotufo, da Universidade de São Paulo (USP), um dos colaboradores do *GBD*.

Apesar da elevação no total de casos, devido ao crescimento e ao envelhecimento da população, em boa parte do mundo a situação vem melhorando e o número relativo de mortes por doenças cardiovasculares ajustados por idade, recurso estatístico que permite comparar dados de populações com estruturas etárias diferentes, encontra-se em queda nessas três décadas. No Brasil, a redução foi de 55,6%: baixou de 356 mortes por 100 mil pessoas em 1990 para 158 por 100 mil em 2022. No restante do planeta, a redução foi de 35%. Caiu de 358 óbitos por 100 mil em 1990 para 233 por 100 mil em 2022.

“Até os anos 2000, infarto e AVC competiam como principal causa de morte nos estados brasileiros. O diagnóstico e o controle da hipertensão arterial fizeram a taxa de mortalidade por AVC cair mais do que a taxa de mortes por infarto”, conta a cardiologista Luisa Brant, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), também colaboradora do *GBD*. A proporção de mortes por AVC em cada grupo de 100 mil passou de 138 em 1990 para 58 em 2019, queda de 58%. A de infarto baixou 52,5%, de 158 para 75, no mesmo período.

Embora a hipertensão seja o principal fator de risco para os dois problemas, distúrbios metabólicos como o diabetes não controlado e os níveis de colesterol elevados, frequentes na população brasileira, favorecem a ocorrência do infarto, ainda hoje a principal causa de morte em todos os estados brasileiros, explica a pesquisadora.

A melhora registrada ao longo desses 30 anos, no entanto, foi desigual. “Nos

# AS DOENÇAS QUE MAIS MATAM NO BRASIL

Cerca de 400 mil pessoas morreram em 2022 no país vítimas de problemas cardiovasculares

Felipe Floresti

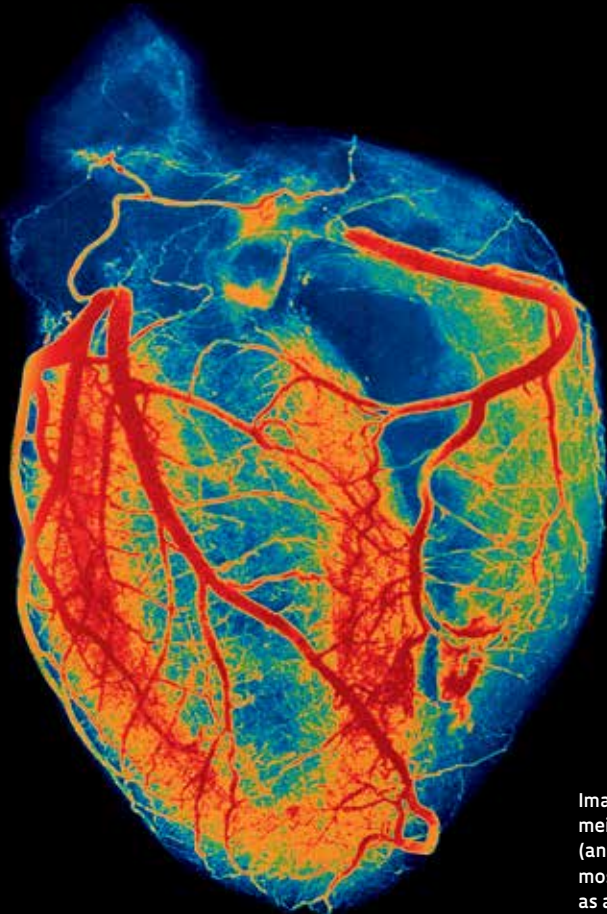
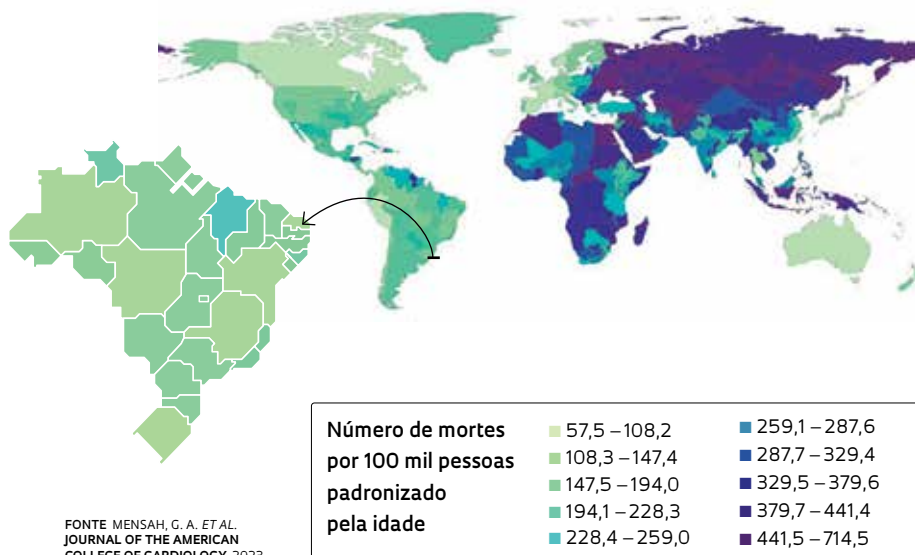


Imagem obtida por meio de raios X (angiograma) mostra em detalhes as artérias de um coração saudável

## Um mundo de extremos

A taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares em 2022 foi mais baixa nos países ricos do Sudeste Asiático e mais elevada nos da Europa Oriental; o Brasil (*destaque*) registrou valores intermediários



FORTE MENSAH, G. A. ET AL. JOURNAL OF THE AMERICAN COLLEGE OF CARDIOLOGY. 2023

anos 2000, a mortalidade era maior nos municípios maiores e mais ricos, que concentraram as políticas de enfrentamento dos fatores de risco e a ampliação do acesso ao atendimento de emergência”, conta Brant. “Conforme as cidades crescem, as pessoas passam a adotar um estilo de vida mais sedentário e o consumo de alimentos de menor qualidade. Estamos vendo uma migração dos casos dos estados do Sudeste e das grandes capitais para o Norte e o Nordeste e as cidades mais afastadas, com menos acesso aos serviços de saúde”, conclui.

Apesar de a frequência de doenças cardiovasculares ser maior na população idosa, especialistas afirmam que elas não são uma característica natural do envelhecimento. Em vez disso, elas seriam consequência de danos provocados por hábitos pouco saudáveis que se acumulam ao longo dos anos. Fumar, consumir bebidas alcoólicas, dormir mal, ser sedentário, ter excesso de peso, além de não controlar o diabetes e a hipertensão, estão entre os principais fatores de risco para o desenvolvimento dos problemas cardiovasculares.

“Um indivíduo que passa um ano com pressão alta vai ter um determinado risco de sofrer um infarto. Se ele não se cuidar de forma adequada, após 20 anos, o risco torna-se muito maior, uma vez que se soma ao envelhecimento natural das artérias e a diferentes fatores de risco e exposição, que se associam negativamente e geram danos”, explica o cardiologista e pesquisador André Durães, da Universidade Federal da Bahia (UFBA), outro participante do GBD. “Para que as estratégias de saúde pública surtam efeito e reduzam as mortes por problemas cardiovasculares, é preciso combater cada um dos principais fatores de risco. Para tanto, são necessárias a ampliação do acesso à atenção primária à saúde, que ainda não é universal, e a conscientização das pessoas para que tenham um estilo de vida saudável, incluindo dieta equilibrada e prática de atividade física”, afirma. ■

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



# OS CUSTOS EXTRAS DA TUBERCULOSE

Quase metade dos enfermos gasta mais de 20% da renda familiar anual com a doença, apesar do diagnóstico e tratamento gratuitos

Felipe Floresti

**E**m 2015, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceu três metas como parte da estratégia global para o fim da tuberculose. Até 2035, reduzir em 90% o número de casos novos (a incidência) em relação aos registrados em 2015 e em 95% o total de mortes. Também zerar a proporção de famílias que comprometem mais de 20% de sua renda anual quando um de seus integrantes adoece, o chamado custo catastrófico da doença.

O Brasil não tem o que comemorar em nenhum dos três quesitos. Segundo dados do Ministério da Saúde, foram diagnosticados ao menos 81.539 novos casos no país em 2022 e registrados 5.824 óbitos, um retrocesso em relação a 2015, quando houve 69.809 casos e 4.610 mortes. Com diagnóstico e tratamento gratuitos, fornecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), era de se esperar que o Brasil caminhasse bem ao menos na terceira meta. Um estudo publicado em dezembro de 2023 na revista científica *PLOS ONE*, no entanto, indica que isso não ocorreu: quase metade das famílias de pacientes ainda reporta a perda de mais de 20% de sua renda anual quando um de seus membros adoece em um episódio de tuberculose.

Causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, a tuberculose é contagiosa e crônica. Na maior parte das vezes, o microrganismo, transmitido pelo ar, instala-se nos pulmões e é eliminado pelo sistema imunológico. Uma pequena proporção dessas bactérias, no entanto, pode invadir as células de defesa e permanecer dormente por anos, até que, em um momento em que o sistema imune se encontra debilitado, elas voltem a se proliferar e causem os sintomas mais frequentes, como tosse (em geral com secreção), cansaço, febre baixa, dor no peito e falta de ar. No Brasil, o SUS oferece gratuitamente o diagnóstico, feito por meio de radiografia de tórax, exame por microscopia ou teste molecular e cultura de bactérias extraídas do escarro, e o tratamento, realizado com uma combinação de antibióticos administrados durante ao menos seis meses. Mas há outros custos que recaem sobre as famílias, como gastos com deslocamento e alimentação durante vistas a ambulatórios e hospitais, além de redução da

renda decorrente de faltas ao trabalho ou perda de emprego.

A fim de medir esse fardo sobre as famílias, a equipe liderada pela enfermeira Ethel Noia Maciel, professora da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e atual secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente (SVSA) do Ministério da Saúde, entrevistou 603 pessoas em tratamento da tuberculose entre setembro de 2019 e abril de 2021. Os pacientes se encontravam em 34 cidades, selecionadas por meio de um sorteio que buscou a representatividade estatística dos municípios por número de casos. Os custos declarados pelos pacientes foram somados e, então, divididos pelo rendimento de um ano de todos os integrantes da família. No estudo, 65 participantes tiveram tuberculose causada por microrganismos resistentes aos antibióticos e 538 por bactérias sensíveis aos medicamentos.

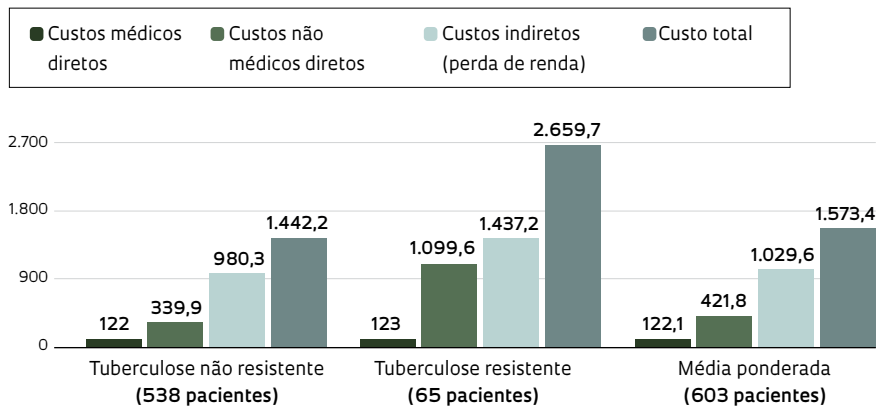
Em 48% das famílias, os custos médicos diretos (consultas ou exames extras) e não médicos diretos (transporte, alimentação, acomodação, compra de suplementos alimentares, entre outros) e os custos indiretos (perda de renda) consumiram o equivalente a mais de 20% do rendimento anual – isso significa que elas enfrentaram custos catastróficos, segundo os critérios da OMS. Nos casos em que a infecção era causada por bactérias resistentes aos antibióticos, o que requer tratamento e acompanhamento mais longos, a proporção de famílias que tiveram de lidar com gastos catastróficos subiu para 78,5%.

Os gastos extras anuais somaram, em média, R\$ 8.118,74 (o equivalente a US\$ 1.573,40, na cotação de setembro de 2021), quase sete vezes o valor do salário mínimo na época. O custo foi de R\$ 7.441,75 (US\$ 1.442,20) no caso das infecções não resistentes e saltou para R\$ 13.724 (US\$ 2.659,70) no das resistentes. Nas duas situações, mais de 90% da sobrecarga se deveu aos custos não médicos e aos custos indiretos. Os gastos não médicos consumiram, em média, US\$ 339,90 na tuberculose não resistente e US\$ 1.099,60 na resistente. Já os custos indiretos (perda de renda) foram, em média, US\$ 980,30 no primeiro caso e US\$ 1.437,20 no segundo (*ver gráfico*).

Um em cada três participantes relatou que teve de recorrer a empréstimos ou à venda de bens para cobrir os custos e 55% disseram ter sofrido impacto social,

## O PESO ECONÔMICO DA DOENÇA

Estudo estima quanto consultas extras, gastos com transporte e alimentação e perda de renda consomem das famílias (em US\$)



FONTE: MACIEL, E.L.N. ET AL. PLOS ONE. 2023

sendo a insegurança alimentar o mais comum. Trinta e sete por cento afirmaram ter ficado mais pobres durante o episódio e 7,7% muito mais pobres. A proporção de famílias com renda abaixo da linha da pobreza (US\$ 1,9 por pessoa por dia) passou de 4,3% antes do início do tratamento para 10,9% depois – entre aqueles com tuberculose resistente o salto foi de 4,6% para 29,2%. “Uma população que já era muito pobre ficou ainda mais vulnerável”, conta a enfermeira Letícia Negri, da Ufes, uma das autoras principais do estudo.

**A** maioria dos entrevistados residia em comunidades com graves problemas, como moradia inadequada, vulnerabilidade social, alta densidade demográfica, condições de trabalho ruins e dificuldade de acesso aos serviços de saúde. Dois fatores foram preditores de maior risco de a tuberculose consumir mais de 20% da renda anual de uma família: o paciente ter coinfeção pelo HIV, o vírus da Aids, e ser trabalhador autônomo. Ambos praticamente triplicaram a chance de a família apresentar gastos definidos como catastróficos. No primeiro caso, porque podem ocorrer interações entre os medicamentos e a gravidade exigir monitoramento em centros especiali-

zados, mais distantes. No segundo, porque esses indivíduos não contam com o sistema de seguridade social e licença médica remunerada.

“A pesquisa identificou as populações que precisam de uma atenção especial das políticas públicas durante o tratamento, como bolsas ou ajuda de custo de curto prazo”, afirma o médico Fredi Diaz-Quijano, da Universidade de São Paulo (USP), coautor do estudo. “O Brasil teve importantes avanços na descentralização do atendimento da tuberculose nas últimas décadas, mas ainda está nas listas de países com maior carga de tuberculose e de tuberculose associada ao HIV. Essa situação, somada à elevada prevalência de custos catastróficos, salienta a necessidade de fortalecer a atenção básica de saúde para aumentar sua abrangência e facilitar o acesso a diagnóstico e tratamento.”

Segundo a médica especialista em tuberculose Fernanda de Queiroz Mello, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que não participou da pesquisa, as questões abordadas no estudo têm impacto no controle da doença. “Quando o indivíduo e sua família têm auxílio para garantir a alimentação e as idas ao serviço de saúde, aumenta a chance de conclusão do tratamento por cura da enfermidade.” ■

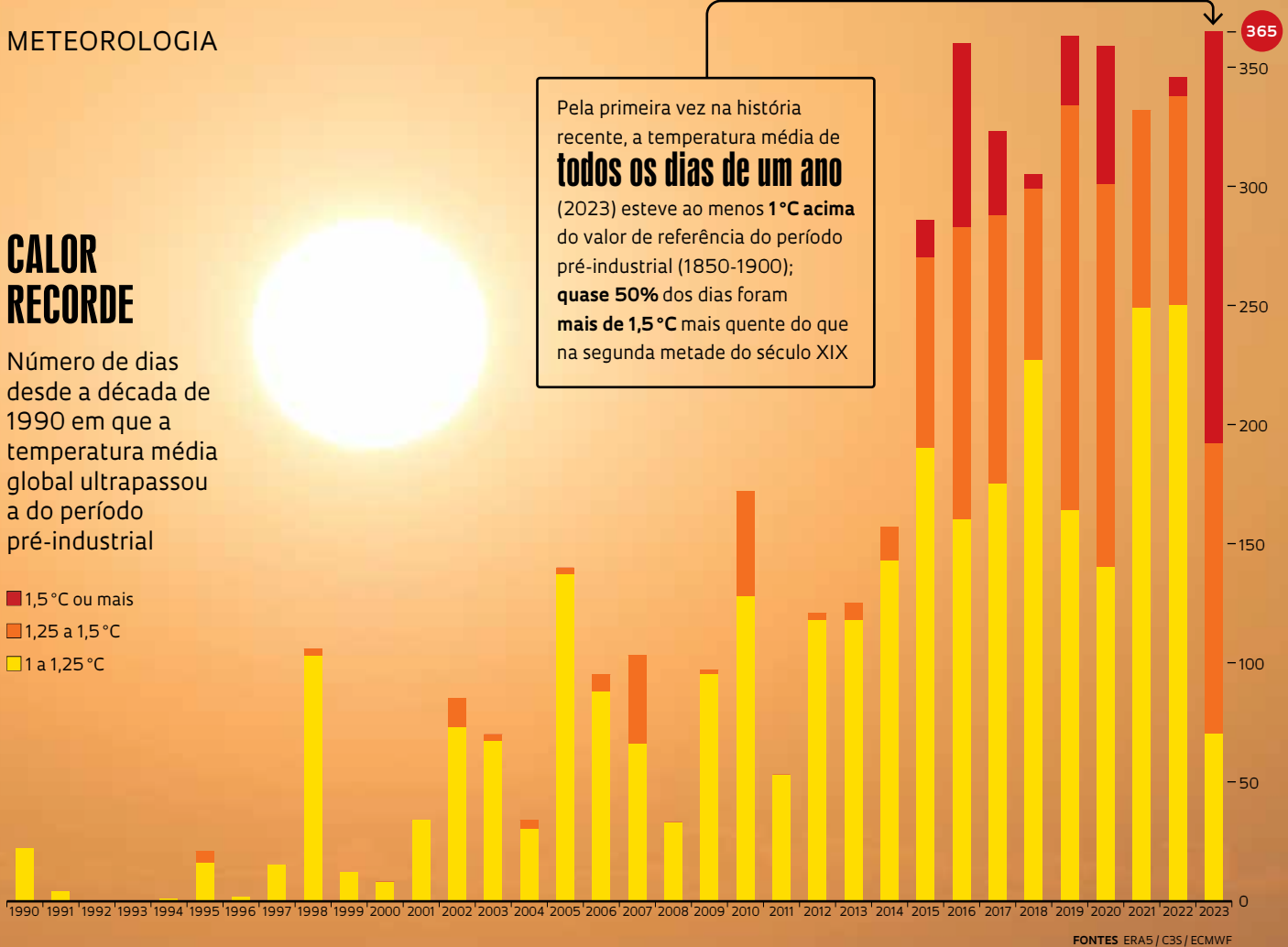
O artigo científico consultado para esta reportagem está na versão on-line.



## CALOR RECORDE

Número de dias desde a década de 1990 em que a temperatura média global ultrapassou a do período pré-industrial

- 1,5°C ou mais
- 1,25 a 1,5°C
- 1 a 1,25°C



# TERRA ARDENTE

Dados consolidados confirmam 2023 como o ano mais quente no planeta desde 1850

Marcos Pivetta

**N**ada do que vem a seguir neste parágrafo tem paralelo na história moderna da humanidade. Todos os 365 dias de 2023 foram ao menos 1 grau Celsius (°C) mais quentes do que a temperatura média global calculada entre 1850 e 1900. Quase metade deles esteve pelo menos 1,5°C acima desse parâmetro de base, que representa o clima da era pré-industrial. Dois dias, 17 e 18 de novembro do ano passado, registraram, pela primeira vez, temperaturas mais de 2°C acima da média da segunda metade do século XIX (ver gráfico nesta página).

Divulgados no início de janeiro pelo serviço europeu de mudança climática Copernicus, esses dados confirmam o que já era previsto há alguns meses: 2023 foi o ano mais quente no planeta desde 1850. A temperatura média da atmosfera terrestre chegou a 14,98°C – 0,17°C

acima do recorde anterior, de 2016, e 0,60°C acima da média do período de 1991 a 2020. O ano passado foi 1,48°C mais quente do que a média do período de 1850-1900.

A partir de dados compilados do Copernicus e de outros cinco serviços internacionais que monitoram a temperatura média global, a Organização Mundial de Meteorologia (WMO) também confirmou que 2023 foi o ano mais quente desde 1850, quando os registros desse tipo começaram. Segundo o levantamento da WMO, a temperatura do ano passado foi 1,45°C superior à média do período pré-industrial, valor quase igual ao calculado isoladamente pela agência europeia. A margem de erro da compilação da WMO é de 0,12°C.

“As mudanças climáticas são o maior desafio que a humanidade enfrenta. Elas afetam todos nós, especialmente os mais vulneráveis”, disse, em material de divulgação, a meteorologista argentina Celeste

Saulo, primeira mulher a exercer o cargo de secretária-geral da organização. “Não podemos nos dar ao luxo de esperar mais. Já estamos tomando medidas, mas temos de fazer mais e mais rápido. Temos de reduzir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa e acelerar a transição para fontes de energia renovável.”

No ano passado, o final do primeiro semestre e todo o segundo foram especialmente tórridos. Todos os meses entre junho e dezembro de 2023 foram os mais quentes da história moderna quando comparados ao mesmo mês de qualquer um dos últimos 172 anos, segundo o serviço Copernicus. A maioria dos dias do ano passado que teve temperatura média 1,5 °C acima da época pré-industrial foi desse período (ver gráfico abaixo).

A média anual da concentração atmosférica do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do metano (CH<sub>4</sub>) – os dois principais gases de efeito estufa, que aumentam o aquecimento global – continuou subindo em 2023 e se manteve no valor mais elevado já registrado. Atingiu 419 partes por milhão (ppm) para o CO<sub>2</sub> e 1.902 partes por bilhão (ppb) para o CH<sub>4</sub>.

“Os eventos extremos que observamos nos últimos meses fornecem um testemunho dramático de quão longe estamos agora do clima em que a nossa civilização se desenvolveu. Isso tem consequências profundas para o Acordo de Paris e todos os esforços humanos”, disse, em comunicado de imprensa, o físico italiano Carlo Buontempo, diretor do serviço Copernicus. “Se quisermos

gerir com sucesso a nossa carteira de riscos climáticos, precisamos urgentemente descarbonizar a nossa economia, utilizando simultaneamente dados e conhecimentos climáticos para nos prepararmos para o futuro.”

Firmado no final de 2015, o Acordo do Clima de Paris é um tratado internacional assinado por quase 200 países com o intuito de limitar o aumento do aquecimento global neste século a 2 °C em relação à temperatura média da sociedade pré-industrial. O desejável seria que a elevação não fosse maior do que 1,5 °C, um número considerado alto, que produziria uma grave crise climática, mas que, em tese, causaria prejuízos socioeconômicos ainda administráveis.

Segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o clima terrestre atual está quase 1,2 °C mais quente do que em meados do século XIX. Como indicam os dados globais mais recentes, o teto de 1,5 °C de aquecimento global foi igualado e ultrapassado em boa parte do ano passado. “Lembro quando discutimos nas reuniões do IPCC que esse limite seria alcançado daqui a algumas décadas, mas estamos vendo esses números serem atingidos agora”, conta o meteorologista Pedro Leite da Silva Dias, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP).

O Brasil não é exceção nesse quadro de extremos climáticos. O ano passado foi também o mais quente desde 1961, quando o Instituto Nacional de Meteo-

rologia (Inmet) iniciou esse tipo de registro no país. A média das temperaturas de 2023 foi de 24,92 °C, 0,03 °C acima do recorde anterior, de 2015, e 0,69 °C superior à média do período de 1991 a 2020.

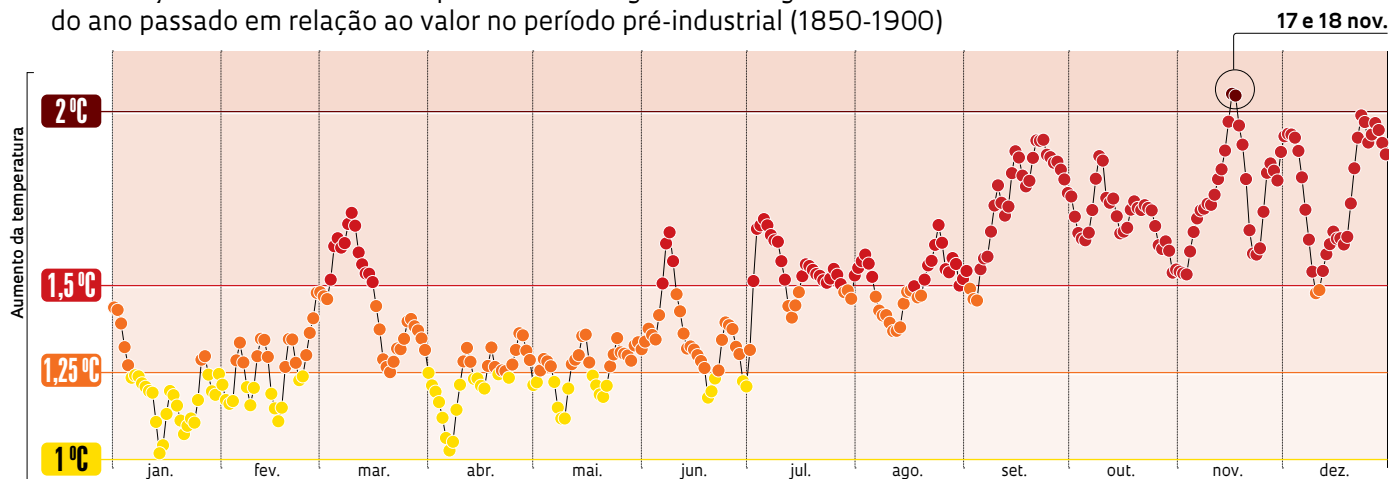
“Tudo indicava que teríamos um 2023 mais quente do que o normal. Enfrentamos nove ondas de calor ao longo do ano passado”, comenta a meteorologista Danielle Ferreira, do Inmet. “Tivemos um inverno bem atípico, com poucas entradas de massa de ar, e uma primavera com atraso nas chuvas para a parte central do país. Em dezembro, no início deste verão, também houve pouca chuva.”

A série histórica do instituto indica que o país está se tornando um ambiente mais calorento, década após década. Quatro dos cinco anos mais quentes no Brasil ocorreram há pouco tempo: 2023, 2015, 2019 e 2016, em ordem decrescente da temperatura média. Apenas o quinto foi registrado no fim do século passado, em 1998.

Há praticamente consenso de que, além das mudanças climáticas globais, o fenômeno natural denominado El Niño tem um peso importante nos recortes de calor registrados desde o ano passado. Esse evento se caracteriza pelo aquecimento anormal das águas superficiais do centro e do leste do oceano Pacífico Equatorial. Desde meados de 2023, um El Niño de intensidade moderada-forte ocorre nessa região oceânica, um tipo de alteração climática que muda os padrões de temperatura e chuvas em várias partes do globo. ■

## AQUECIMENTO FOI MAIOR NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2023

Distribuição do aumento da temperatura média global ao longo dos dias do ano passado em relação ao valor no período pré-industrial (1850-1900)



FONTES ERAS / CBS / ECMWF



AMBIENTE

O DRAMA  
SILENCIOSO DO

# PAMPAS



## Nas últimas quatro décadas, 30% da vegetação nativa do bioma foram ocupados pela cultura da soja e até por florestas plantadas de eucalipto

Meghie Rodrigues

Segundo menor bioma do Brasil, com área superior apenas à do Pantanal, o Pampa perdeu 30% de sua vegetação nativa nas últimas três décadas e meia. As regiões campestres são as mais afetadas e cederam seu território especialmente para a atividade agrícola. Segundo especialistas, o prejuízo na supressão dessas áreas pode não ser tão imediatamente visível como no caso das florestas, mas nem por isso deixa de ser devastador.

Dados recentes da rede MapBiomias – rede colaborativa de pesquisa formada por organizações não governamentais (ONG), universidades e startups de tecnologia – confirmam a perda substancial de regiões não florestadas (campos) no Pampa: em 1985, essas áreas ocupavam 9,3 milhões de hectares (ha), cerca de metade de toda a extensão do bioma. Em 2022, regrediram para 6,5 milhões de ha. Por outro lado, a agropecuária aumentou praticamente na mesma proporção: entre 1985 e 2022, a área ocupada pela atividade passou de 5,6 para 8,4 milhões de ha. No caso das áreas de floresta, a extensão teve um ligeiro aumento, passando de 2,2 milhões de ha em 1985 para 2,3 milhões de ha em 2022.

O biólogo Mateus Pires observa que não se fala muito sobre o Pampa, um bioma de criação “recente” em termos oficiais. “Em 2024, completam-se 20 anos desde que o IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística] elevou o Pampa à categoria de bioma”, diz Pires, que faz estágio de pós-doutorado no Laboratório de Ecologia e Evolução da Universidade do Vale do Taquari (Univates), em Lajeado, Rio Grande do Sul.

O bioma só é recente mesmo no papel. “O Pampa é mais antigo do que a Mata Atlântica. É o testemunho de um período, de cerca de 40 mil a 20 mil anos atrás, em que o clima era mais frio que no atual Holoceno”, explica Heinrich Hasenack, coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronegócios na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Há cerca de 11 mil anos, com o início do Holoceno, a Terra começou a ficar mais quente e mais úmida. Isso favoreceu a expansão de florestas. As que hoje são chamadas de Mata Atlântica se expandiram pelos campos do Pampa, indo das partes mais baixas para as mais altas. “Os campos de hoje são remanescentes antigos de áreas que não foram ocupadas por florestas”, diz Hasenack.

O bioma cobre mais da metade do Rio Grande do Sul, espalha-se por Argentina e Uruguai e ocupa o imaginário do brasileiro como vastas extensões de campo onde habita o gaúcho – figura ligada à fronteira sul que mistura as culturas ibérica e indígena. O Pampa está intimamente associado à apreciação da identidade cultural da região. A manutenção da paisagem move a cultura e a economia de muitos municípios gaúchos. “A contemplação de paisagens e o turismo em hotéis-fazenda são atividades econômicas importantes, mas, se os campos forem convertidos em lavouras, não teremos mais acesso a isso”, diz Pires. A bióloga Sandra Müller, coordenadora do Laboratório de Ecologia Vegetal da UFRGS, tem a mesma opinião: “O que seria do gaúcho sem o Pampa?”.

O sistema todo é bem mais complexo do que parece – é mais do que um conjunto de campos



Área de Pampa no Rio Grande do Sul perto da fronteira com o Uruguai e a Argentina



com relvado até onde a vista alcança. “Em um único metro quadrado de solo encontram-se em média 30 espécies diferentes de gramíneas e herbáceas. Um registro identificou 56 plantas num metro quadrado. Há uma diversidade altíssima de vegetação, mesmo que a fisionomia não mude muito nas regiões de campo”, observa Müller.

Além das áreas de campo, o bioma tem outros tipos de vegetação que se agrupam em regiões diferentes. Segundo Pires, a forma mais simples de classificação divide o Pampa em três grandes partes: planícies com plantas baixas, adaptadas a áreas úmidas e arenosas próximas ao litoral; vegetação arbustiva ambientada ao clima frio e úmido das serras; e gramíneas e arbustos baixos nos campos a oeste do Rio Grande do Sul, em conformidade com um clima seco e ao estresse hídrico provocado por um regime de chuvas mais espaçado.

Segundo Müller, há pesquisas que dividem o bioma em até 10 regiões distintas. Para fins de conservação, esse refinamento é especialmente importante por olhar com mais cuidado para as espécies de fauna e flora levando em conta suas necessidades específicas de manejo.

“Em todo o bioma existem mais de 3 mil espécies herbáceas identificadas”, lembra Hasenack. Ele observa que, para uma zona subtropical, que normalmente não é tão diversa quanto as regiões tropicais, tal diversidade é impressionante.

Os campos naturais, provavelmente a porção mais característica do Pampa, têm um papel crucial em termos de serviços ecossistêmicos. Pires explica que essas áreas servem de provisão para a pecuária, já que oferecem forragem de alta qualidade para bovinos. “Bois criados em pastos naturais têm ganho de peso e dão retorno financeiro mais rápido que aqueles engordados em campos convertidos que empregam pastagens exóticas [com gramíneas não típicas da região]”, afirma o pesquisador.

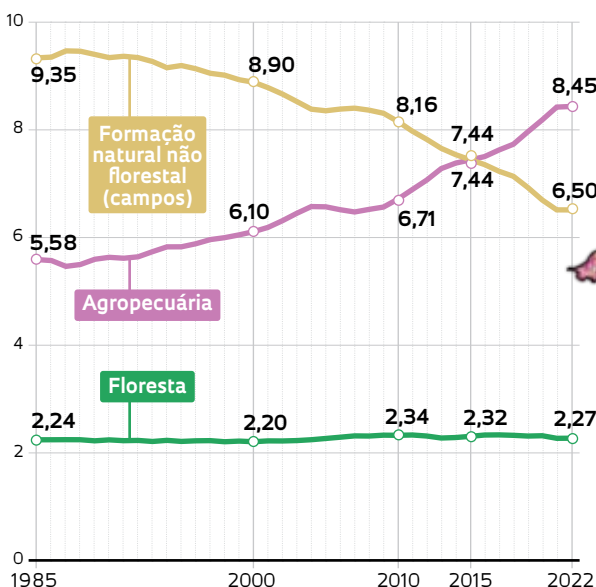
**O** Pampa fornece forragem natural ao mesmo tempo que mantém a diversidade vegetal típica e a estrutura necessária para o desenvolvimento de várias espécies vegetais nativas, observa Müller. “É algo que os outros biomas não oferecem.” A pesquisadora explica que no Pampa crescem gramíneas de metabolismo C3 e C4. “As C3 são mais palatáveis, menos duras e agregam no valor de oferta de forragem. São campos mais finos e produtivos no inverno”, comenta.

A perda das áreas não florestadas preocupa os pesquisadores. De acordo com o MapBiomias, o uso do solo para agricultura alcançou 2,1 milhões de hectares entre 1985 e 2022. No mesmo período, a silvicultura, essencialmente florestas plantadas de pinus e eucalipto, aumentou impressionantes 1.667%, ou mais de 720 mil hectares. “Me preocu-

## Cobertura e uso da terra no Pampa

Áreas de agropecuária avançam e os campos nativos encolhem

Em milhões de hectares



SITUAÇÃO ATUAL DO BIOMA



FONTE MAPBIOMIAS



O roedor tuco-tuco (*Ctenomys flamarioni*), que está ameaçado de extinção e habita dunas costeiras do bioma Pampa

pa muitíssimo porque a perda de hábitat favorece o desaparecimento de espécies da fauna com distribuição muito restrita”, afirma Müller. Variedades de emas, gatos, répteis, aves de campos abertos e mamíferos como o tuco-tuco das dunas (*Ctenomys flamarioni*) – um roedor ameaçado de extinção que vive em galerias abaixo da superfície do solo – sofrem a pressão da expansão da agricultura e da silvicultura no bioma.

“A soja avança de norte para sul do Pampa e a silvicultura do leste para o oeste”, conta Hasenack. “Muitas áreas ocupadas hoje pela soja são menos aptas para essa cultura, que demanda um manejo muito mais cuidadoso e, ainda assim, corre o risco de obter rendimentos menores”, diz Hasenack.

**A** soja vem se expandindo inclusive sobre a área tradicionalmente ocupada pelos arrozais, que se adaptam melhor às condições do bioma, onde há muitas partes alagadas. “O arroz perde espaço por não ser uma *commodity*”, comenta Hasenack.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do Brasil. Segundo o IBGE, o estado registrou uma produção média anual de quase 8 milhões de toneladas entre 2020 e 2022. Em 2021, o Brasil, maior produtor das Américas, produziu 11,6 milhões de toneladas de arroz. Segundo a Embrapa, a produção de arroz em terras altas, ou em várzeas naturais, despencou de 1,6 milhão de toneladas em 2013 para 0,7 milhão de toneladas em 2022. A plantação de arroz em várzeas representa hoje uma fração tão pequena da produção nacional que a Embrapa deixou de contabilizá-la a partir de 2018.

No cultivo do arroz, o uso de fertilizantes e agrotóxicos é menos intensivo do que nas lavouras de soja. Esses produtos químicos poluem o lençol freático. “Além disso, as áreas úmidas do

Rio Grande do Sul são grandes sequestradoras de carbono. Com menos trechos inundados, diminui a capacidade de o bioma reter gases de efeito estufa”, pondera Pires. Como a vegetação dos campos, as áreas de várzea ajudam a retirar dióxido de carbono da atmosfera.

Conservar áreas não florestadas do Pampa também é importante por outro motivo. Sob o bioma passa um trecho do aquífero Guarani, uma das maiores fontes conhecidas de água subterrânea do Brasil. “A vegetação nativa tem papel importante na manutenção de estoques de água no subsolo”, destaca Müller.

Segundo os estudiosos do bioma, o problema não é o avanço simplesmente da produção agropecuária no Pampa, mas o crescimento de áreas ocupadas por culturas que degradam o ambiente. Ao invés de monocultura, sugerem que poderia ser melhor para a região promover uma mescla de culturas diferentes para não degradar tanto o solo e conservá-lo produtivo por mais tempo.

“As videiras, por exemplo, convivem com a criação de ovelhas e nunca vão ter a extensão de uma lavoura de soja. Elas formam pequenas parcelas, um mosaico que não vai conflitar de maneira tão agressiva com o bioma. Não é preciso remover toda a vegetação campestre onde as uvas são plantadas”, explica Hasenack. A lógica é interessante também do ponto de vista turístico, como já ocorre na Serra Gaúcha, onde muitas vinícolas exploram um turismo ligado à paisagem regional.

Diferentemente do que acontece em outros biomas, em que áreas de florestas são desmatadas para se tornar pastagem para o gado, o Pampa tem na atividade pecuária um aliado para sua manutenção. Seus campos nativos, que têm cedido espaço para a soja, são pastos naturais.

Para Hasenack, o grande agente de conservação do Pampa deveria ser o produtor rural, ao qual deveria ser concedido mais incentivos para criar gado em pastos naturais. “No Uruguai, que tem as mesmas raças bovinas do Rio Grande do Sul, o gado de corte em campos naturais é altamente valorizado”, comenta.

A conservação é importante porque a restauração do Pampa seria muito mais difícil. “Não temos sementes de gramíneas nativas em viveiros e estamos perdendo a oportunidade de conhecer espécies que poderiam até ser comercializadas”, alerta Müller. “Não seria fácil restaurar os campos que estão sendo convertidos em florestas de pinus, uma espécie exótica e muito agressiva.” Diferentemente do desmatamento na Amazônia, que implica derrubar árvores e gera notícias frequentemente, a supressão de áreas de campos naturais no Pampa ainda não é vista como um drama ambiental. ■



# AS FRONTEIRAS DO DESMATAMENTO

Coordenador do MapBiomias, o engenheiro florestal explica por que, em 2023, o desflorestamento caiu na Amazônia, mas cresceu no Cerrado

**Marcos Pivetta**

Poucos brasileiros têm uma visão tão abrangente sobre o desmatamento nos biomas nacionais, em especial a Amazônia, quanto o paulista Tasso Azevedo. Formado pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), esse engenheiro florestal é coordenador-geral do MapBiomias. Essa iniciativa da sociedade civil funciona como uma rede colaborativa de mais de 70 entidades não governamentais (ONG), universidades e startups de tecnologia que, desde 2015, produz dados e mapas anuais sobre a cobertura e o uso da terra no país. Mais recentemente, o projeto passou a monitorar outros temas ligados à questão climática e ao meio ambiente, como as áreas afetadas pelas queimadas e a variação mensal da superfície de água nos biomas nacionais, e se expandiu para outros países sul-americanos e a Indonésia.

Entre janeiro e dezembro de 2023, a área desmatada na Amazônia caiu quase 50% e a no Cerrado aumentou 43%, segundo dados do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O monitoramento do MapBiomias também captou essa diferença de tendência entre as duas regiões. “O desmatamento da Amazônia tem alto grau de ilegalidade. Com a volta da fiscalização e as restrições de mercado para produtos vindos de áreas desflorestadas, ele tende a cair”, diz, em entrevista concedida por plataforma de vídeo, a *Pesquisa FAPESP*. “No Cerrado, onde a área passível de desmatamento é maior, há uma espécie de corrida enquanto essa prática ainda é permitida.”

***Por que o desmatamento caiu à metade no ano passado na Amazônia, mas cresceu quase 50% no Cerrado?***

O cenário é diferente nesses dois biomas. O desmatamento da Amazônia tem muitos indícios de ilegalidade. Cerca de 75% da Amazônia é composta por áreas públicas. Desmatar área pública é ilegal. Os imóveis privados têm de manter uma reserva legal de 80% de sua área e só podem ser autorizados a desmatar 20%. Na Amazônia, ocorre, portanto, muito desmatamento ilegal, em área pública ou protegida. Como em 2023 foram retomadas as ações de fiscalização e multas, o desmatamento caiu rapidamente em toda aquela região. Também o sistema financeiro, que usa inclusive os dados do MapBiomias, começou a bloquear o crédito de quem desmata ilegalmente.

***Como é no Cerrado?***

Ali a dinâmica é diferente. A maior parte das áreas do bioma é privada e geralmente é possível desmatar legalmente até 80% do território de uma fazenda. No Cerrado, a reserva legal costuma ser de 20%, podendo chegar a 35% nas áreas de divisa com a Amazônia. Ou seja, no



Azevedo está à frente do MapBiomias desde sua fundação, em 2015

Cerrado, a área desmatada que potencialmente pode ser legalizada é muito maior do que na Amazônia. Há outro fator interessante, recente, que pesa nessa questão. A definição de floresta usada na nova legislação europeia, que vetará, a partir de dezembro de 2024, a importação de produtos oriundos de áreas desmatadas, usa um conceito da FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura] que não inclui cerca de 70% da área do Cerrado. Essa definição tende a ser modificada e passar a englobar a parte do Cerrado que ficou de fora. Diria, então, que há hoje uma espécie de corrida do desmatamento no Cerrado enquanto essa prática ainda é permitida.

***A agropecuária nacional diz que não é preciso promover novos desmatamentos para aumentar a produção do setor. Mas***

***dados das últimas quatro décadas mostram que as áreas de vegetação natural diminuíram e as de pastagem e cultivos agrícolas cresceram nos biomas brasileiros. Como você avalia essa situação?***

De fato, não é preciso mais desmatar para aumentar a produção agropecuária nacional. Há bastante pesquisa sobre essa questão. No Brasil, a pecuária é o principal uso dado a uma terra desmatada. Mais de 20% do território brasileiro é ocupado por pecuária, com uma produtividade média baixa. Hoje temos cerca de um animal por hectare. Com técnicas bem conhecidas, dá para chegar facilmente em até três animais por hectare. Poderíamos usar muito menos área para a mesma produção atual ou aumentar a produção com a mesma área. Dessa forma, uma parte das atuais áreas de pasto poderia ser liberada para a agricultura ou para o restauro florestal.

***Por que isso não ocorre?***

Porque a fronteira agropecuária ainda está aberta no país. Há uma estratégia de ocupação de espaço. Onde essa fronteira foi limitada, como é o caso da Mata Atlântica em São Paulo, parou de ocorrer perda da cobertura vegetal. Hoje praticamente toda a agropecuária de São Paulo se dá em áreas que já estavam desmatadas, não em áreas novas. Há ainda um segundo motivo para o avanço da fronteira agropecuária. Em cada fazenda, as decisões são tomadas de forma individual, a partir do entendimento do que é melhor para seu caso específico. Isso leva à expansão das atividades para áreas não desmatadas, muitas vezes com subsídio público. Se o Brasil não precisa nem deve ter novos desmatamentos, o ideal é não termos nenhum tipo de agricultura subsidiada que promova desmatamento em novas áreas. Deveríamos limitar o fi-



nanciamento agrícola para áreas em que o desmatamento é antigo e que adotem práticas de baixa emissão de carbono.

### **Qual é a situação do uso e da cobertura da terra nos demais biomas brasileiros?**

Cada um tem uma característica. O Pantanal ainda é o bioma brasileiro que tem a maior proporção de vegetação nativa ao lado da Amazônia. Mas há um movimento forte de conversão dos campos naturais do Pantanal em pastagens plantadas. Isso muda a dinâmica hídrica na região. Nos últimos 35 anos, o Pantanal, que é a maior planície alagável do planeta, perdeu cerca de 60% de sua cobertura permanente de água. O risco de fogo aumentou e explica a ocorrência de grandes incêndios recentes no bioma. A Caatinga também apresenta perda de cobertura vegetal. Há conversão de terras para a agricultura na fronteira com o Cerrado. Em algumas regiões, há processos de seca e desertificação. No Pampa, há duas questões principais. Há perda de campos nativos, que estão sendo convertidos para a agricultura, e florestas com espécies exóticas, como o eucalipto, estão sendo plantadas.

### **Por que, no Brasil, as mudanças no uso e na cobertura da terra emitem mais gases de efeito estufa do que a queima de combustíveis fósseis?**

Essa situação está ligada à confluência de alguns fatores. O Brasil é hoje o quinto maior emissor de gases de efeito estufa, depois de China, Estados Unidos, Índia e Rússia. Entre os 10 maiores emissores do planeta, nós e a Indonésia somos os únicos países em que a maior parte das emissões decorre de mudanças no uso e na cobertura da terra, entre as quais se destaca a ocorrência do desmatamento para abrir novas áreas para uso agropecuário. Aproximadamente 75% das nossas emissões vêm dessas mudanças e da atividade agropecuária. O Brasil é o país que mais desmata no mundo em números absolutos. Também é o país com o maior rebanho bovino. O gado emite muito metano, gás de efeito estufa. Esse é um lado da explicação. O outro é que o Brasil tem uma matriz energética mais limpa, que depende menos da queima de combustíveis fósseis, quando comparada à dos outros grandes países emissores. Não só a nossa energia elétrica é mais limpa, com base nas hidrelétricas, mas também o combustível dos automóveis, que usa

em parte biocombustíveis como etanol e biodiesel.

### **É factível atingirmos o desmatamento zero até 2030, como o Brasil se comprometeu internacionalmente?**

Sim, é possível ter um desmatamento zero ou residual até 2030. A queda pela metade do desmatamento em 2023 na Amazônia mostra que sabemos como fazer. No caso do Cerrado, isso envolve a criação de mecanismos que estimulem o pagamento por serviços ambientais destinados a manter a floresta em pé, zerar os créditos subsidiados para atividades que provoquem desmatamentos e também aumentar as áreas protegidas.

### **Você foi, em 2008, idealizador do Fundo Amazônia, quando trabalhou na primeira gestão de Marina Silva no Ministério do Meio Ambiente. Como o fundo funciona?**

Ele tem duas faces: uma é a captação de recursos; a outra é o investimento, a distribuição, das verbas. Essas duas faces estão desvinculadas, o que permite operar de forma mais simples e rápida. O fundo funciona com base em resultados: menos desmatamento leva a menos emissões de gases de efeito estufa. Quando a taxa de

desmatamento na Amazônia é menor do que a média dos 10 anos anteriores, é aplicado um fator de conversão, bem conservador, para estimar a redução de emissões de carbono. Cada tonelada de carbono não emitida para a atmosfera em razão da redução do desmatamento permite que o fundo capte US\$ 5 de seus doadores. Esse é o lado da captação, que recebeu mais de R\$ 3 bilhões de países como a Noruega e a Alemanha e, mais recentemente, do Reino Unido e dos Estados Unidos.

### **E o da distribuição dos recursos?**

O fundo tem um comitê orientador, que define as regras de aplicação dos recursos em projetos, etapa executada pelo BNDES [Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social]. Há duas modalidades de projeto, todos auditados ao seu final. Uma é de demanda induzida, em que o BNDES lança um edital com propostas destinadas a alcançar um objetivo específico, como ocorreu com a implementação do Cadastro Ambiental Rural [CAR] nos estados. Outra é de demanda espontânea, em que são apresentados projetos que visem ao desenvolvimento sustentável, à proteção das florestas ou às atividades de pesquisa. Os projetos não precisam fazer cálculos sobre créditos de carbono ou demonstrar que vão reduzir as emissões. Eles precisam demonstrar que vão contribuir para a manutenção da floresta. Em 2023, o fundo voltou a funcionar normalmente.

### **Por que o MapBiomias foi criado em 2015?**

Em 2012, tínhamos começado um projeto com o objetivo de estimar as emissões de gases de efeito estufa no Brasil, o Seeg [Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa]. Nós nos debatíamos para calcular as emissões em função da ausência de dados sobre as mudanças de uso e cobertura da terra no Brasil. Como não tínhamos de forma sistemática esse tipo de informação, usávamos os dados oficiais de desmatamento na Amazônia, que representa boa parte do desflorestamento nacional, como um *proxy* [uma representação aproximada] das mudanças de uso da terra no país. Mas, naquela época, o desmatamento na Amazônia estava em queda. Então, esse *proxy* deixou de refletir de forma adequada a dinâmica do setor. Decidimos, nós mesmos, gerar o



**75% das emissões brasileiras de gases de efeito estufa vêm de mudanças na cobertura e no uso da terra e da agropecuária**



Baianópolis,  
na fronteira agrícola  
do Cerrado baiano

dado primário para podermos calcular as matrizes de transição de uso e ocupação da terra e, assim, poder estimar melhor as emissões.

### ***Os dados oficiais dos sistemas Prodes e Deter, do Inpe, não serviam para o cálculo das emissões do país?***

Naquela época, esses sistemas mediam anualmente apenas o desmatamento na Amazônia, não em todo o país. Eles não registravam a transição do uso e cobertura do uso. Não mostravam, por exemplo, qual foi o destino de uma área de floresta desmatada, se ela virou pastagem, plantação ou foi abandonada. Esse tipo de dado era produzido apenas a cada sete anos no Brasil no momento de fazer o Inventário Nacional de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Havia então apenas três mapas desse tipo no país. Nos propusemos a fazer mapas anuais e construir uma série histórica com dados que fossem além do desmatamento.

### ***Não havia mapas sobre o uso e a cobertura da terra na Amazônia produzidos pelo sistema TerraClass, parceria da Embrapa e do Inpe?***

Os dados não eram anuais e abrangiam apenas a Amazônia. O TerraClass tem outro propósito e foca no que ocorre com as áreas que o sistema Prodes identificou como desmatadas nos anos anteriores. Era uma metodologia diferente da necessária para entender as transformações de todo o território nacional de forma atualizada.

### ***Como se deu o processo de internacionalização do MapBiomias?***

Todos os dados e códigos que usamos são abertos. Podem ser reproduzidos por qualquer pessoa ou grupo interessado. Hoje o MapBiomias reúne 78 organizações em 14 países. Somos uma rede de 480 pessoas que usam a mesma metodologia e abordagem. Começamos a internacionalização com um exercício em que juntamos pessoas dos países da América do Sul que têm terras na Amazônia e depois no Chaco [região que abrange partes da Bolívia, Paraguai, Argentina e Brasil]. Em seguida, fizemos um MapBiomias sobre o Pampa, bioma dividido por Argentina, Uruguai e Brasil. Agora temos uma iniciativa em cada um dos países da América do Sul e também na Indonésia, onde fica a maior floresta tropical da Ásia. O MapBiomias virou uma rede internacional e o Brasil é parte dela. Neste ano, ainda devem entrar na rede alguns países da África.

### ***O MapBiomias sempre trabalha com parceiros locais?***

Não fazemos no Brasil nenhum mapa que não seja do nosso país. O que fazemos é capacitar organizações locais e elas vão atrás dos dados de seu país. Desenvolvemos um caminho com seis passos para que isso ocorra. Com essa abordagem, eles colocam em funcionamento o MapBiomias em seu país. Algumas tarefas fazemos conjuntamente apenas por uma questão de eficiência. Por exemplo, a gestão do *dashboard* de publicação dos dados, a plataforma que processa e coloca as informações no ar, é comum a todos. Sempre que aprimoramos a plataforma, a melhoria fica disponível para todos ao mesmo tempo. Também usamos o mesmo espaço de

armazenamento de dados no Google Earth Engine.

### ***Como é trabalhar em uma rede que junta ONG, universidades e empresa de tecnologia?***

É uma rede de monitoramento e pesquisa conjunta. Todos estão comprometidos com o método científico. Independentemente de quem esteja fazendo, avaliamos as incertezas, submetemos os dados à revisão por pares. Mas todos os dados são liberados para o público assim que ficam prontos. Ao fazermos essa escolha, vemos que muitos trabalhos usam os nossos dados antes mesmo de nossas publicações científicas. No ano passado, 2 mil artigos publicados em periódicos catalogados internacionalmente com *peer review* citaram dados do MapBiomias.

### ***Como o MapBiomias se financia e quanto o projeto custa anualmente?***

Somos praticamente financiados por filantropia nacional e internacional. Até hoje, não tivemos doações diretas de empresas. O orçamento total do MapBiomias em 2024 deve ser de cerca de US\$ 10 milhões. O Brasil representa pouco menos da metade disso.

### ***Qual o peso das doações vindas do Brasil para o funcionamento do MapBiomias?***

Varia de ano para ano. A maior parte do dinheiro para o funcionamento do MapBiomias Brasil vem de outros países, diria que uns 85% do exterior. Recebemos doações de entidades filantrópicas brasileiras, mas não recebemos recursos públicos. Em cada país em que atuamos, há um arranjo financeiro diferente. ■



# AS ONÇAS-PINTADAS DAS MATAS PAULISTAS

Guia identifica 51 animais, que se concentram no extremo oeste e no sul do estado

Carlos Fioravanti

**N**ão se sabe quantas onças-pintadas (*Panthera onca*) vivem livres nas florestas do estado de São Paulo. Devem ser poucas porque a caça, a escassez de habitats e de presas e a morte por atropelamento reduzem continuamente as populações dos maiores carnívoros terrestres da América do Sul. O *Guia de onças-pintadas do estado de São Paulo*, lançado no final de novembro, retratou 51 delas.

“É um levantamento necessário para conhecermos melhor as populações e a identidade das onças-pintadas, componentes fundamentais da biodiversidade, por serem predadoras terrestres de topo [da cadeia ecológica]”, diz a bióloga Beatriz de Mello Beisiegel, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio),

coordenadora do levantamento. De sua elaboração participaram especialistas do ICMBio, da Fundação Florestal e do Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo.

As poucas onças-pintadas das terras paulistas andam muito. “Um macho que acompanhamos andou entre pontos separados por 97 quilômetros, do leste do parque estadual Carlos Botelho ao sul do Petar [Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira], na região sudeste do estado”, comenta Beisiegel. “A possibilidade de identificar cada uma pode indicar corredores, entre os grandes remanescentes florestais, que precisam ser mantidos e melhorados.”

Cada animal foi identificado por câmeras fotográficas instaladas nas matas e diferenciado por meio das manchas únicas sobre o corpo, as chamadas rosetas. Theodoro, com 90 quilogramas

Predadora de topo da cadeia ecológica vista em Americana (acima); RonRon, registrado pela primeira vez em 2019 (ao lado, no alto); e Aruana, vista em 2020 e 2022



## A IDENTIDADE EXPOSTA NA PELE

Um padrão único de manchas sobre o corpo, as chamadas rosetas, registradas em fotos e vídeos, diferencia cada animal



Perfil (*lado*) esquerdo de Juçara, com rosetas que se assemelham a borboletas



Perfil esquerdo de Máscara, com uma mancha semelhante a uma cara de cachorro



Perfil direito de Escuro, com manchas espaçadas entre si

(kg), que circula principalmente no interior do parque estadual Morro do Diabo e próximo ao rio Paranapanema, no oeste do estado, foi visto em 2021 copulando em frente a uma das armadilhas (a fêmea não foi identificada). Vista em 2021 e 2022, Juçara é a única fêmea que circula no oeste, limite do parque estadual Morro do Diabo.

Também nessa mata, Monkey foi flagrado predando macacos-pregos (*Sapajus nigritus*) com outra onça, também não identificada. Modesta vive nas matas da região do chamado Contínuo de Paranapiacaba, ao sul do estado, e é uma das onças-pintadas fêmeas mais longevas conhecidas na Mata Atlântica – em 2017, já com mais de 10 anos, foi vista com um filhote de quase 1 ano; cada animal vive cerca de 15 anos e as fêmeas têm geralmente dois filhotes por gestação (ver Pesquisa FAPESP n° 327). O registro mais recente do guia, de maio de 2023, é de um filhote, depois identificado como macho, chamado de Barti após consulta aberta on-line; em geral os próprios pesquisadores nomeiam os animais quando os identificam.

Algumas onças já morreram, como Peter, provavelmente caçado, em 2011. Lua foi atropelada e morta em julho de 2009, mas pode ainda ser vista, taxidermizada, no Museu do Parque Estadual Morro do Diabo. Provável filha de Tartaruga, Soneca, na qual os pesquisadores haviam colocado um colar de telemetria GPS, foi morta em 2014 no interior do parque estadual Nascentes do Paranapanema.

No Brasil, as onças-pintadas já desapareceram do Pampa, na região Sul, e de 96% dos fragmentos de Mata Atlântica com menos de 100 quilômetros quadrados. A maioria (80%) das onças vive na Amazônia, embora a densidade populacional seja maior no Pantanal. ■





# GUARDIÕES DA MEMÓRIA

Mapa digital interativo  
usa tecnologia de ponta  
para reunir dados  
sobre sítios com pinturas  
e gravuras rupestres  
do estado de São Paulo

Letícia Naísa

**N**o campo da arqueologia, São Paulo foi por muito tempo considerado um estado quase sem registros do passado. “Até agora, os trabalhos na região tinham sido pontuais, sem uma pesquisa sistemática que permitisse a identificação de sítios, além da caracterização e análise dos registros rupestres”, conta a arqueóloga Marília Perazzo, pesquisadora em estágio de pós-doutorado no Laboratório Interdisciplinar de Pesquisas em Evolução, Cultura e Meio Ambiente (Levoc), do Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP). “Nossa pesquisa vem suprir uma lacuna no âmbito da arqueologia paulista, permitindo inserir São Paulo no mapa rupestre do Brasil.”

No contexto de projeto coordenado pelo arqueólogo Astolfo Araujo, Perazzo e colegas do Levoc vêm fazendo desde 2019 um levantamento dessas áreas e agora criaram um mapa interativo de sítios arqueológicos com registros rupestres no estado de São Paulo. Com 21 sítios conhecidos quando começaram, em 2023 a equipe do MAE registrou outros 33, totalizando 54.

No mapa, é possível ver fotografias dos painéis rochosos, modelos tridimensionais, referências bibliográficas, datações e outras informações gerais sobre os sítios. O grupo usou técnicas de fotogra-

metria e escaneamento a laser para criar réplicas digitais das gravuras e pinturas que estão no site, que classifica os sítios em três categorias: visitados, não visitados pela equipe do Levoc – mas com registros de existência na literatura – e sítios destruídos. A equipe já processou as imagens em 3D de seis deles.

O mapa paulista se inspirou no projeto Summa Arqueológica, da Fundação Museu do Homem Americano (Fumdhm), em São Raimundo Nonato, no Piauí, sede do Instituto Nacional de Arqueologia, Paleontologia e Ambiente do Semiárido (Inapas), que se dedica a mapear informações arqueológicas e paleontológicas da região do semiárido do Nordeste do Brasil. O centro de pesquisa é um dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Há 2.172 sítios registrados na plataforma, que está sendo reformulada para ficar mais rápida, entre outras melhorias.

“Mapear é uma tendência no campo da arqueologia, os pesquisadores buscam há muito tempo uma forma interativa de conectar as informações que colhem com a sociedade, gerar conteúdo educacional e de divulgação científica”, diz o cientista da computação Eduardo Krempser, pesquisador do Inapas e um dos responsáveis pelo desenvolvimento da Summa e do mapa de registros rupestres de São Paulo. “No caso paulista, usamos tec-

Modelo em 3D do  
sítio Serrito II, em  
São Manoel: apenas  
grafismos não  
identificáveis



nologias e linguagens de programação robustas, tudo com livre acesso”, conta.

Para alimentar o mapa, Krempser adotou uma plataforma em que o pesquisador, ao retornar de uma viagem de campo, insere os dados coletados, que ficam disponíveis em tempo real para o usuário do mapa. “Ela guarda as informações desde a coleta em campo até seu armazenamento em uma instituição de pesquisa ou em um museu”, diz. “Assim, é possível reconstruir todo o processo de trabalho do achado científico.”

Pessoalmente, Perazzo visitou 39 sítios em quatro anos de pesquisa. “Alguns são muito cansativos para chegar, anda-se muito”, conta a arqueóloga, que não consegue escolher um favorito, mas se encanta a cada viagem de campo. “Quando chego e olho aquelas figuras é como se eu não tivesse andado nada, me renovo e fico horas sentada ali.”

“É muito importante que esse trabalho tenha sido feito nesse momento, porque ele registra a existência dos sítios antes de seus desaparecimentos”, opina a arqueóloga Daniela Cisneiros, coordenadora do Programa de Pós-graduação em Arqueologia da UFPE e pesquisadora da Fumdhm, que não participa do trabalho da USP. “Muitos dos sítios de São Paulo estão em estado avançado de deterioração e de grande fragilidade, em áreas não protegidas. O conhecimento sobre eles pode contribuir para sua proteção.”

**E**ntre os painéis visitados mais impressionantes está o da Pedra do Dioguinho, no município de Dourado, no centro do estado, a 280 quilômetros da capital. Com 48 metros de extensão, é considerado o maior painel de grafismo rupestre do estado. Ali estão tipos gráficos chamados de tridígitos, que são desenhos de linhas que lembram pegadas de pássaros, além de formatos lineares, figuras em círculos simples, semicírculos e pontilhadas. Ao todo, foram identificadas 16 manchas gráficas. “É um sítio lindo, um dos mais expressivos de São Paulo”, afirma Perazzo.

As análises indicam uma datação de cerca de 4 mil anos atrás – o que não significa que grupos humanos fizeram registros na mesma época, alerta a arqueóloga. Ela destaca outros dois sítios que a equipe do Levoc conseguiu datar: o



Sítios em Pedregulho, norte paulista: pinturas rupestres representam animais



Confira versão on-line da reportagem, com mapa dos sítios



Abrigo do Alvo, em Analândia, e o Abrigo de Itapeva (na cidade de mesmo nome). O primeiro é o mais antigo que se conhece no estado, com registros rupestres de cerca de 7,5 mil anos atrás; o segundo tem idade estimada em 4,7 mil anos.

É difícil precisar o significado das gravuras e pinturas, principalmente pela falta de contexto. Por isso, o trabalho dos pesquisadores da USP é mais voltado à catalogação, preservação e tipificação. É notável, no entanto, que possa ter havido algum tipo de intenção por parte de quem desenhou cenas e formas sobre rochas. “Os registros rupestres, seja pintura, seja gravura, são marcadores da memória dos grupos autores”, avalia Cisneiros.

Em São Paulo, as gravuras, talhadas diretamente na rocha, são mais frequentes do que as pinturas, que envolvem

pigmentos e predominam no Nordeste. “No Sudeste, há domínio de formas geométrizadas, com poucas cenas e mais grafismos isolados: as figuras têm pouco dinamismo, são mais estáticas”, analisa a arqueóloga da UFPE. Boa parte dos registros no Nordeste fica em margens de rios e a céu aberto, ao contrário dos paulistas, que se localizam sobretudo em abrigos protegidos por rocha.

Todas as características dos registros rupestres fazem Cisneiros pensar sobre as pessoas que viveram ali há milhares de anos. “Entrar em contato com essas informações, poder ver essas gravuras, para mim é um encontro com a ancestralidade, vai muito além de uma descoberta científica”, reflete. ■

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



# A PATA FERIDA DE UM TIGRE-DENTE-DE-SABRE

Fóssil com sinais de infecção indica que animal que viveu há cerca de 100 mil anos deve ter sofrido para se movimentar e caçar

Gilberto Stam

Um tigre-dente-de-sabre (*Smilodon populator*) que viveu há 100 mil anos deve ter passado seus últimos dias mancando nas planícies no norte da atual Argentina. A conclusão é do paleontólogo Fernando Henrique de Souza Barbosa a partir de pesquisa feita na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e publicada em maio na revista *Paleoworld*. Ele examinou o fóssil de um osso de uma pata dianteira chamado metacarpo, com cerca de 8 centímetros (cm), a única parte encontrada nas escavações do esqueleto do maior predador terrestre que já habitou o continente.

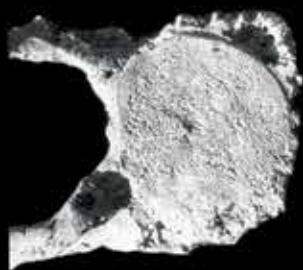
O fóssil tinha uma série de alterações que, segundo ele, são típicas de osteomielite, doença geralmente causada pela bactéria *Staphylococcus aureus*, que faz com que a parte interna do osso inche, inutilizando a pata do animal. Para encontrar vestígios do microrganismo responsável pela infecção seria necessário destruir parte do fóssil, o que não foi feito. O patógeno, que também causa infecção em humanos, foi responsável por quase 200 mil internações no Brasil entre 2009 e 2019. A infecção começa na pele e, se não for tratada, pode chegar até a medula óssea e provocar deformações, como deve ter acontecido com o tigre-dente-de-sabre.

Barbosa foi convidado por colegas argentinos a avaliar o osso escavado em 2010 por ser especialista em paleopatologia. Essa área estuda todos os tipos de alteração em ossos fósseis, causados ou não por doenças, como fraturas, cáries e protuberâncias. “O estudo das patologias torna a paleontologia ainda mais interessante, porque fornece detalhes sobre os hábitos de vida do animal e como ele morreu”, ressalta o paleontólogo Jorge Ferigolo, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e pioneiro dessa área no Brasil.

Ferigolo relata que encontrou poucos casos desse tipo, porque a doença deixa os ossos frágeis. “Eles se fragmentam e desaparecem do registro fóssil”, explica. Segundo ele, a maioria dos casos humanos acontece depois de acidentes com fratura exposta ou após cirurgias de reconstrução óssea.

Segundo Ferigolo, a infecção também pode começar na pele e chegar ao esqueleto pela circulação sanguínea, em três a quatro semanas. Depois se alastra, fazendo o tecido necrosar e soltar pedaços. “Nesses casos, o tratamento com antibiótico geralmente evita maiores danos”, assegura. Isso depende de um diagnóstico eficaz, que muitas vezes não acontece.

“É um achado raro, especialmente na América do Sul, onde encontramos poucos ossos do dente-de-sabre”, ava-



De cima para baixo: de preguiças-gigantes, osso do braço com artrose pós-traumática e vértebra com sinais de discopatias; fragmento de carapaça de gliptodonte com fratura curada

lia a paleontóloga Ana Maria Ribeiro, também da UFRGS, que não participou do trabalho. Estudos com outros exemplares de *S. populator* encontraram fratura no fêmur, degeneração na coluna, lesão no crânio e cálculo urinário. Esse tipo de infecção ainda não tinha sido registrado.

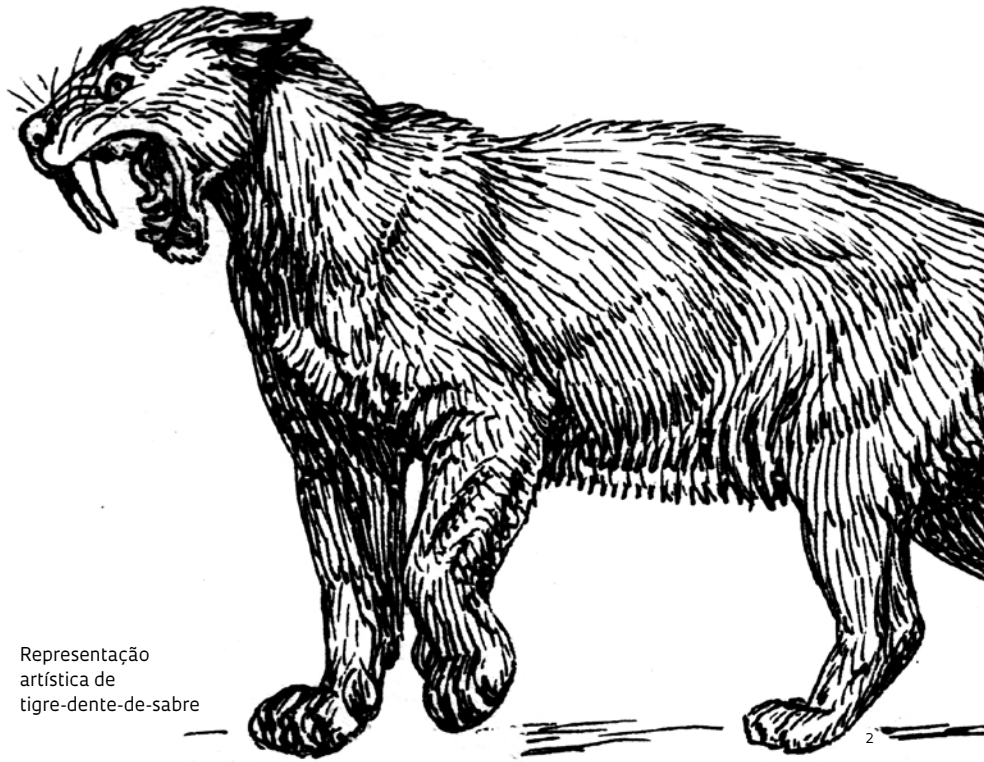
Os fósseis do similar norte-americano *S. fatalis* são bem mais comuns. Em um único sítio em Los Angeles, nos Estados Unidos, paleontólogos escavaram mais de 2 mil ossadas fósseis e identificaram doenças como deformações nos quadris causadas por uma multiplicação desregulada das células, a displasia óssea, e vários tipos de alteração na coluna – mas não osteomielite.

Barbosa já havia estudado casos de infecções parecidas em preguiças-gigantes (*Eremotherium laurillardii*) e um mastodonte (*Notiomastodon platensis*). Um caso da doença foi encontrado em um fóssil de dinossauro no município de Ibirá (SP), conforme descrito em artigo do paleontólogo Tito Aureliano, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), publicado em 2021 na revista *Cretaceous Research*. O animal também carregava parasitas nos vasos sanguíneos.

#### OSSOS COMPARADOS

Para identificar a espécie de tigre-dente-de-sabre argentino com base apenas no osso da pata, Barbosa, atualmente na Universidade do Estado do Amazonas (UEA), comparou a amostra com fósseis equivalentes dos felinos que existiam na região, como a onça-parda (*Puma concolor*), a onça-pintada (*Pantera onca*) e exemplares saudáveis de *S. populator*. Comparando o osso doente com o sadio da mesma espécie, notou que o primeiro era mais grosso e tinha uma protuberância de cerca de 1 cm. Nas imagens de raio X, identificou regiões destruídas e outras mais densas, típicas de uma infecção grave.

“Olhando as fotos do artigo, dá para fazer um diagnóstico seguro de osteomielite crônica”, afirma Ferigolo, que é formado em medicina e se interessou pelos ossos e suas doenças trabalhando como radiologista no interior gaúcho.



Representação artística de tigre-dente-de-sabre

Ribeiro ressalta que o osso tem furros que vão da medula à superfície, por onde o pus era eliminado, fragilizando o tecido. “É um animal que sofreu, não conseguia mais movimentar a pata e devia ter muita dificuldade para caminhar e caçar”, comenta a pesquisadora.

Em 2012, o bacilo da tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*) foi encontrado por um grupo internacional em um bisão que viveu há 17 mil anos no estado de Wyoming, nos Estados Unidos. Exames de laboratório identificaram moléculas de gordura típicas dessas bactérias – uma técnica, Barbosa explica, ainda mais precisa para esse fim que análises de DNA.

#### FESTIVAL PATOLÓGICO

Os três paleontólogos concordam que ossos alterados são bem mais frequentes em herbívoros, por serem animais mais abundantes na natureza e, por consequência, no registro fóssil. Preguiças e tatus gigantes, por exemplo. “Os herbívoros da megafauna eram grandes, com 5 ou 6 metros de altura, e, com o peso, a cartilagem entre as vértebras se desbastava e os ossos se fundiam, comprimindo o nervo que ficava no meio”, relata Ribeiro, que já estudou casos assim.

A pesquisadora encontrou muitas perfurações nas carapaças de gliptodontes, que indicam infestações por fungos, sar-

na ou um inseto parecido com a pulga que penetrava a pele e roía o osso do animal. Fraturas na carapaça e na cauda também eram habituais, provável resultado de brigas nas quais tatus gigantes se golpeavam com um osso na ponta da cauda parecido com uma clava.

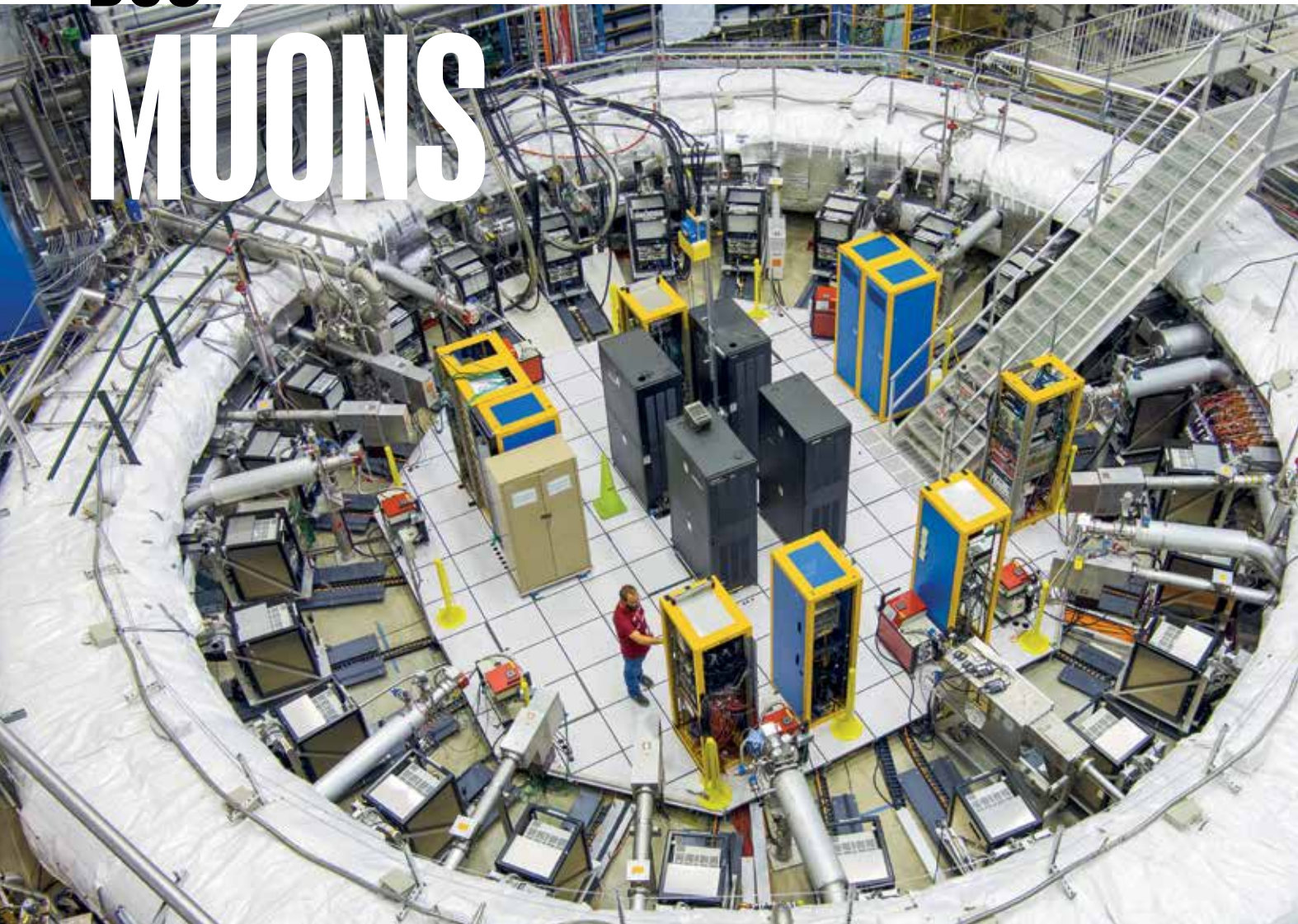
“As doenças articulares, como a artrite e a artrose, eram muito comuns nesses tatus, que faziam esforço repetitivo para cavar ou lutar”, afirma Barbosa. Nas preguiças-gigantes, ele notou o problema com maior frequência nos indivíduos mais velhos.

As patologias dos fósseis também podem ser fonte de confusão na hora de identificar espécies. Um caso clássico foi o exemplar do homem de Neandertal escavado em La Chapelle-aux-Saints, na França, em 1908. O paleontólogo francês Marcellin Boule (1861-1942) reconstituiu o esqueleto, que tinha a coluna inclinada para a frente, como se ele fosse um quadrúpede, e concluiu que se tratava de um intermediário entre os grandes símios e o homem moderno. No entanto, pesquisas posteriores revelaram que era um indivíduo senil com artrose de coluna e discopatia aguda, doença que degenera a cartilagem entre as vértebras da coluna. ■

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



# A ANOMALIA DOS MÚONS



Estudo indica por que cálculos baseados em simulações computacionais e em dados experimentais discordam quanto ao valor atribuído ao magnetismo dessa partícula

Marcos Pivetta

Experimento Múon g-2 no Fermilab que mediu o momento magnético dessa partícula com extrema precisão

**H**á mais de duas décadas, físicos de altas energias se debatem com uma dúvida de fundo a respeito de uma importante propriedade quântica dos múons – partículas instáveis, 207 vezes mais pesadas que os elétrons, encontradas em boa parte dos raios cósmicos que caem sobre a Terra. Trabalhos teóricos e experimentos feitos em aceleradores de partículas, como o Fermilab nos Estados Unidos e o LHC na Europa, não chegam a um acordo sobre qual seria o valor exato do seu momento magnético.

Esse parâmetro descreve como os múons oscilam (giram em torno de seu próprio eixo) e se comportam como uma pequena barra de ímã sob a influência de um campo magnético. *Grosso modo*, os experimentos medem um excesso de magnetismo (uma anomalia) nos múons que não é previsto ou explicado pela teoria.

A dificuldade em dar conta dessa disparidade, se ela realmente for real, e não decorrente de erros metodológicos, pode levar a revisões no chamado Modelo Padrão. Essa é a grande teoria da física que, há mais de meio século, explica as interações entre as partículas e as forças conhecidas, com exceção da gravidade.

Artigo publicado em dezembro de 2023 na revista *Physical Review Letters* (*PRL*), de autoria de um grupo internacional com participação de um físico brasileiro, aponta a origem da discrepância existente entre duas abordagens teóricas que estimam, de maneira distinta, a intensidade do magnetismo do múon.

“Nosso trabalho não resolve o problema da anomalia magnética do múon, mas identifica o ingrediente que gera as maiores divergências entre os estudos baseados em simulação computacional e aqueles ancorados em dados experimentais”, comenta Diogo Boito, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), um dos autores do artigo. Esse ingrediente é denominado polarização hadrônica do vácuo, um tipo de interação entre múons e partículas classificadas como virtuais.

No artigo, Boito e colegas da Europa e da América do Norte usaram uma abordagem que lhes permitiu isolar o papel desse tipo de interação para o surgimento do excesso de magnetismo do



Ilustração de uma “chuva” de raios cósmicos, compostos em grande medida por múons

múon e viram que esse ingrediente tem grande peso na origem da discrepância.

“No passado, trabalhos teóricos chegaram a valores diferentes para a contribuição da polarização hadrônica do vácuo no surgimento da anomalia magnética do múon”, comenta o físico Farinaldo Queiroz, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que não participou do artigo na *PRL*. “De acordo com o resultado do recente artigo, a divergência entre os dados experimentais e os previstos pela teoria ganha maior significância estatística ou pode ser vista como algo irrelevante.” Ou seja, o valor dessa contribuição, segundo o novo estudo, é que determinaria se os cálculos dos teóricos estão realmente em desacordo com as medidas realizadas nos aceleradores.

A anomalia magnética do múon é calculada pela fórmula  $g-2$ . O valor do fator  $g$ , que representa o momento magnético do múon, é um número extremamente próximo, mas ligeiramente superior a 2. Quão próxima é a razão da divergência entre teoria e observação.

#### MÚON $g-2$

Em agosto de 2023, o principal experimento que trabalha com essa questão, o Múon  $g-2$ , conduzido no Fermilab, divulgou as medições mais acuradas a respeito desse parâmetro. O novo valor, também publicado na *PRL*, dobrou a precisão da medida anterior com uma margem de erro de 0,20 parte por milhão (ppm).

Restaria, portanto, aos teóricos o encargo de mostrar que seus cálculos não estão errados. É aí que entra a questão do papel da tal polarização hadrônica do vácuo. Trata-se de um tipo intrincado de interação entre os múons e partículas virtuais de hádrons. De presença

ainda mais fugaz que os 2,2 milionésimos de segundo que constituem a meia vida dos múons, as partículas virtuais são um fenômeno puramente quântico. Elas podem ser emitidas por outras partículas ou surgir e desaparecer quase instantaneamente em pleno vácuo.

“Partículas virtuais não são detectadas diretamente”, diz Boito. Mas sua existência é inferida por promoverem alterações em propriedades físicas de outras partículas, em sua massa, em sua força elétrica ou, como no caso dos múons, em seu magnetismo. Os hádrons são uma classe de partículas subatômicas compostas por partículas ainda menores que se mantêm coesos em razão da ação da força nuclear forte. Prótons e nêutrons são os hádrons mais conhecidos, mas há mais de uma centena deles. Não se sabe que partículas virtuais podem surgir e sumir no mundo quântico e fazer o múon oscilar em demasia.

Segundo Queiroz, o novo estudo deixa uma porta aberta para que o Modelo Padrão seja um dia reformado e possa incluir novas partículas que ajudem a dar conta de fenômenos não muito bem explicados pela teoria, como o momento anômalo do múon ou a natureza da matéria escura. “Quando os físicos não conseguem resolver um problema da natureza, propõem a existência de uma nova partícula”, diz o pesquisador da UFRN, meio sério, meio em tom de brincadeira. “Foi assim, por exemplo, com o bóson de Higgs e deu certo. Mais tarde essa partícula [que dá massa às demais] foi realmente descoberta.” O excesso de magnetismo do múon, no entanto, tem sido uma questão que, há décadas, desafiava a física. ■

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



# ALÉM DAS CORES, A INTIMIDADE DOS SOLOS

Mapeamento com sensores, drones e satélites melhora a produtividade agrícola e expõe erosão ou perda de água

Carlos Fioravanti

Hematita (ao lado), mineral responsável pela cor vermelha dos solos, com restos de raízes (ao lado, abaixo). Ampliações de 100 e 300 vezes, por microscopia eletrônica de varredura

**E**m meados de 2022, o engenheiro-agrônomo Diego Siqueira reencontrou seu ex-colega da faculdade Diogo Barbieri, cada um à frente de suas próprias empresas de análises de solos, ambas instaladas em Jaboticabal, no interior paulista. Siqueira contou sobre seus avanços com os sensores de magnetismo, usados para identificar terras apropriadas para plantar cafés especiais, e propôs ao colega usar a mesma técnica em canaviais, abundantes na região norte do estado de São Paulo, onde vivem. Barbieri gostou da proposta, que acenava com a possibilidade de ampliar seus negócios com a oferta de testes com custos menores que os resultantes de reações químicas, adotados até então.

Sensores de magnetismo e outros equipamentos, como satélites, drones e espectrofotômetros – aparelhos que medem a intensidade de luz absorvida e refletida por determinado material –, fazem uma espécie de radiografia do solo, diferenciam solos aparentemente iguais e motivam agricultores a aprimorar os cuidados com suas terras.

Mas também expõem problemas, como perdas de água e nutrientes do solo, e, por vezes, sua fragilidade. Siqueira exemplifica: as nuvens vermelhas de terra que em setembro de 2021 assustaram os moradores de cidades do norte e oeste paulista se formaram porque ventos fortes varreram áreas com solos expostos, com baixa umidade e sem os minerais que favorecem sua agregação e evitam sua dispersão.

Siqueira – desde 2019 coproprietário da Quanticum (ver Pesquisa FAPESP nº 299) – e Barbieri – desde 2008 um dos sócios da Athenas – fizeram mestrado e doutorado com o também engenheiro-

-agrônomo José Marques Júnior, coordenador de um laboratório de caracterização do solo na Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Jaboticabal. Marques Júnior começou em 2006 a aprimorar a técnica de identificação de minerais do solo, como maghemita e magnetita, ambas formadas por óxido de ferro, com propriedades magnéticas.

O grupo da Unesp se apoiou nos estudos feitos no início dos anos 2000 pelo agrônomo espanhol José Torrent, da Universidade de Córdoba, na Espanha, que aplicou sensores de magnetismo e de cor para identificar óxidos de ferro, a partir dos conceitos do químico alemão Udo Schwertmann (1927-2016). Esses minerais definem não apenas os tons de vermelho, mas também a agregação do solo; em contrapartida, os solos arenosos e amarelados, pobres nesses compostos, são pouco compactos.

“Como a cor, o magnetismo sinaliza interações complexas, que determinam a capacidade do solo de reter água e nutrientes”, diz Marques Júnior. “Com os sensores magnéticos, que hoje são pouco maiores que um celular, conseguimos determinar, em campo, os teores de maghemita e de fósforo com mais

de 80% de precisão e de matéria orgânica com 75%.”

Com sua equipe, Marques Júnior analisou os teores de óxido de ferro de 42 amostras de latossolo, um dos 13 tipos básicos, em duas áreas de cultivo de cana-de-açúcar com colheita mecânica em Guataparã e Guariba, municípios próximos a Ribeirão Preto. Mesmo com histórias geológicas similares, os solos apresentaram uma variação de 10 vezes na proporção de óxido de ferro, de 22 gramas por quilograma (g/kg) a 253 g/kg. Nesse estudo, detalhado em agosto de 2015 na revista *Geoderma Regional*, a análise da cor do solo, chamada de espectroscopia de refletância, mostrou-se capaz de registrar teores de óxido de ferro cristalino abaixo de 5%, além de fornecer os resultados em 20 minutos, enquanto a difração de raio X, também utilizada, demorava 55 horas.

Em outro trabalho, publicado em 2022 na *Scientia Agricola*, uma análise de 88 amostras de solos mostrou que as áreas cultivadas de cana-de-açúcar em Luiz Antônio, também na região centro-norte paulista, com teores mais altos de óxido de ferro apresentavam maior potencial para a produção de açúcar e álcool.

“Depois de 40 anos de pesquisas nessa área, ainda faltam mapas oficiais, detalhados e atualizados, mas já temos um conhecimento relativamente satisfatório da variação de solos brasileiros”, diz Marques Júnior.

Com outros especialistas da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), da Unesp e de centros de pesquisa da França e da Austrália, ele participou de um mapeamento nacional que identificou solos mais ricos em óxido de ferro no Paraná, Pará, em São Paulo, Mato Grosso e Goiás (*ver mapa na página 68*).

“Solos com maior teor de ferro possuem as melhores características físicas, como boa infiltração de água, consistência e agregação”, comenta. Os resultados desse mapeamento, fundamentados na análise de 30.344 amostras de todo o país, foram detalhados em abril de 2023 na *Geoderma*.

#### DRONES

Quanto mais detalhes os mapeamentos revelam, maiores são as possibilidades de melhorar a produtividade agrícola. Em uma área experimental de cana-de-açúcar no interior paulista, o engenheiro-agrô-



Ímã atrai nanopartículas de minerais magnéticos do solo



nomo José Eduardo Corá, também da Unesp de Jaboticabal, detectou as áreas que precisavam de doses maiores ou menores de adubo nitrogenado com base nas imagens produzidas pelas câmeras de um drone que sobrevoou a plantação.

“O sensor multiespectral, com câmeras fotográficas adaptadas, capazes de gerar imagens de um mesmo objeto com diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas, mostra o que o olho humano não consegue enxergar”, comenta. Segundo ele, ao conhecer as interações da planta com o solo e os efeitos de pragas e do clima, os agricultores podem intervir antes que os eventuais problemas se agravem, assim economizando tempo e dinheiro. Já adotada por produtores nos Estados Unidos e de modo incipiente no Brasil, essa técnica indicou também áreas com solos compactados, que limitavam o crescimento da cana-de-açúcar.

Outro exemplo vem de um estudo de setembro de 2023 publicado na *Revista Ciência Agronômica*. Um grupo de pesquisadores das universidades federais do

Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Goiás (UFG) e do Instituto Federal Goiano, em Rio Verde, usou um drone dotado de uma câmera com 12 bandas (faixas de comprimentos de ondas eletromagnéticas) e identificou áreas do solo com nematoides, pragas comuns nas plantações de soja.

Para dar ao agricultor a opção de agir com mais precisão, a Cromai Tecnolo-

gias Agrícolas, sediada em São Paulo, desenvolveu um programa de inteligência artificial para processar imagens aéreas capturadas por drones e identificar, por exemplo, plantas daninhas em lavouras de cana-de-açúcar. “Os arquivos são compatíveis com a maior parte dos tratores e drones de pulverização: basta inseri-los no equipamento para fazer a aplicação nos locais corretos”, comentou o engenheiro mecânico Guilherme Barros Castro, diretor da empresa, à Agência FAPESP. Segundo ele, essa técnica, aprimorada por meio de projeto apoiado pelo programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, permite a aplicação de herbicida apenas onde for necessário, com uma redução de 65% nos custos e menor impacto ambiental.

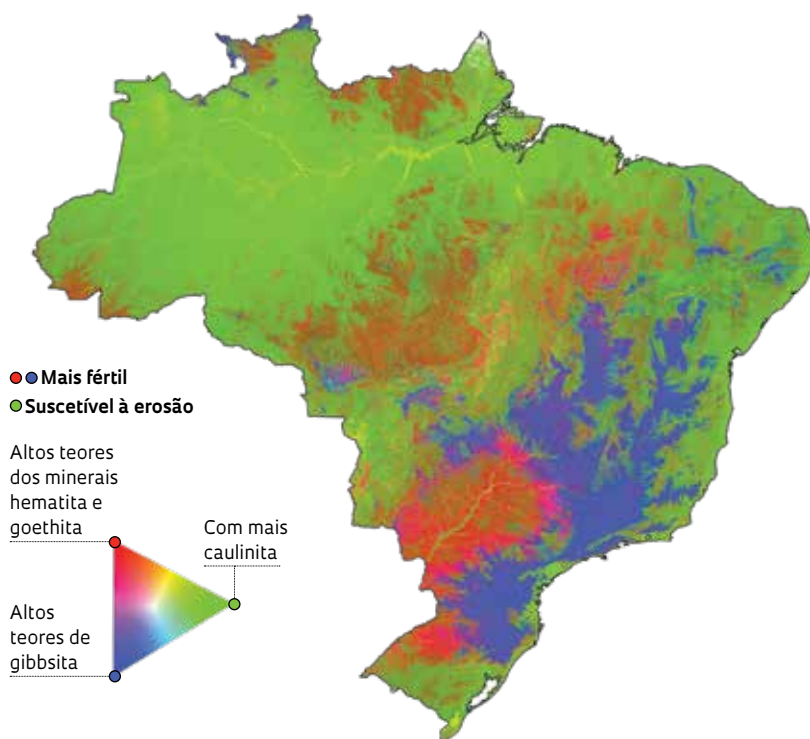
Na Esalq, o engenheiro-agrônomo José Alexandre Demattê caracteriza solos usando sensores de satélite, que podem diferenciar solos de acordo com as cores que refletem – cada tipo de solo tem uma cor, por refletir a luz de modo distinto. Variações da cor indicam mudanças na composição ou na proporção entre minerais, matéria orgânica, microrganismos, água e ar, os elementos básicos dos solos.

Os pesquisadores examinaram imagens produzidas pelos satélites norte-americanos Landsat de 1982 a 2019, com resolução de 30 metros quadrados (m<sup>2</sup>), de uma área de 735 mil quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) de sete unidades da federação – Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Paraná e São Paulo. Como detalhado em um artigo publicado em julho de 2023



## MINERAIS DOS SOLOS DO BRASIL

Análises de quatro tipos de argila (hematita, goethita, caulinita e gibbsita) em 30 mil amostras indicaram as áreas mais férteis e as sujeitas à erosão



FONTE ROSIN, N. A. ET AL. GEODERMA. 2023

O mapeamento das irregularidades do solo pode conter processos erosivos como este, em Mato Grosso

na *Scientific Reports*, a técnica do infravermelho, que detecta uma faixa de luz não visível, indicou que 14% das terras ocupadas por pastagem ou soja eram de nascentes ou áreas úmidas, cobertas para aumentar o espaço economicamente útil.

“A legislação ambiental determina que as fontes ou reservas de água têm de ser preservadas e não podem ser cobertas”, ele comenta. Essa, por sinal, é uma recomendação sobre conservação de solos que ele dá quando conversa com funcionários de órgãos públicos, de cooperativas de produtores rurais e de empresas da região de Piracicaba.



**C**om imagens dos Landsat de 1985 a 2020, o engenheiro-agrônomo Rodnei Rizzo, da Esalq, examinou outro problema, a erosão, fenômeno natural causado pela chuva e intensificado pela transformação de áreas de vegetação nativa em plantio ou pastagem. De acordo com uma análise feita por pesquisadores da China, publicada em junho de 2022 na *Environmental Science & Technology*, a agricultura, que ocupa cerca de 11% da superfície mundial, responde por 50% da área de terra erodida. China, Índia, Estados Unidos e Brasil respondem por 65% da erosão do solo em áreas agrícolas.

“Quanto maior a erosão, menor a cobertura vegetal, maior a degradação e menor a fertilidade do solo”, comenta Rizzo. Demattê acrescenta: “No Brasil,

as taxas de degradação do solo têm oscilado nos últimos 40 anos. Ainda é alta nas fronteiras agrícolas da região Norte, mas já está menor no Sudeste, com a intensificação do plantio direto sobre a palha e a colheita mecanizada da cana-de-açúcar”.

O grupo da USP participou de um mapeamento global que abarcou 38,5% da superfície da Terra, correspondente ao solo exposto, sem florestas, e 82,2% da área ocupada por agricultura, como detalhado em dezembro de 2023 na revista *Remote Sensing of Environment*. A análise da variação da cor ao longo do tempo se mostrou eficiente para detectar mudanças não apenas globais, mas também locais, na superfície do solo, que se torna mais brilhante quando perde a cobertura vegetal, como resultado da erosão.

Demattê enfatiza: quanto mais um solo fica exposto, mais intensos os efeitos da temperatura, maior o risco de erosão e menor a produtividade.

“Com base no conhecimento detalhado do solo, conseguimos identificar áreas com diferentes potenciais agrônômicos”, comenta um dos usuários das novas pesquisas, o engenheiro-agrônomo Luís Gustavo Teixeira, diretor agrícola e de tecnologia da São Martinho, uma das maiores produtoras nacionais de açúcar e etanol. Segundo ele, conhecer o teor de óxido de ferro ajuda a planejar melhor o uso do solo, de água, de fertilizantes e de herbicidas.

Entre os pequenos produtores, porém, Barbieri, da Athena, nota a resistência em fazer análises de solo, ainda que custem menos de R\$ 80, e o ímpeto em usar fertilizantes, mesmo quando não são necessários. Mas ele também observa avanços nas práticas de conservação do solo. “Antes se pensava que, quanto mais curva de nível [platôs feitos em terrenos íngremes para reduzir a velocidade da água das chuvas e evitar a formação de enxurradas], melhor”, diz. “Hoje é exatamente o contrário. Quanto menos mexer no solo, melhor.” ■



Minerais puros encontrados em solos do Brasil, do acervo da Unesp de Jaboticabal

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





Selecione o(s) tipo(s) de transporte utilizado(s) para se deslocar até o evento e aperte **Calcular** para ver as emissões geradas em seu trajeto. Depois aperte **Finalizar** e preencha seus dados para compensarmos suas emissões!

# PARA MEDIR SUA PEGADA DE CARBONO



Montagem com imagens de tela de diferentes calculadoras disponíveis para o público brasileiro

## Calculadoras on-line incentivam consciência ecológica e ampliam acesso a programas de compensação ambiental

Carolina Schwartz

**C**alculadoras e outras ferramentas on-line para quantificar a pegada de carbono de indivíduos, empresas ou eventos têm se tornado cada vez mais frequentes no país. A partir da contabilização de dados acessíveis, como consumo de eletricidade e gás, geração de resíduos, utilização de meios de transporte e até movimentações financeiras, esses instrumentos se propõem a estimar o potencial poluente de nossos hábitos cotidianos. O resultado pode facilitar ações concretas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), responsáveis pelas mudanças climáticas, assim como criar maior consciência ambiental no dia a dia dos brasileiros.

Algumas calculadoras também oferecem a opção de compensar a pegada de carbono por meio de programas de reflorestamento, preservação de matas ou compra de créditos de carbono. Algumas ferramentas informam a pegada por ramo de atividade, como compras, moradia, alimentação; outras trazem uma comparação entre o resultado individual de pegada de carbono e médias mundiais.

Conforme a metodologia, uma calculadora pode se valer de diferentes dados de entrada. Entre eles, consumo de energia, mobilidade e geração de resíduos. Essas informações são transformadas por fatores de conversão, de preferência adaptados à realidade local, em estimativas de quilogramas (kg) ou toneladas (t) anuais de emissões de gás carbônico equivalente (CO<sub>2</sub>eq), termo que

representa diferentes GEE como uma medida única de equivalência ao dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Quanto mais detalhados os dados coletados por uma ferramenta e quanto mais específicos os fatores de conversão adotados, mais precisa tende a ser a estimativa de impacto climático. Sair a pé para comprar um bolo na loja da esquina em alguma cidade no Brasil, por exemplo, é diferente em termos de pegada de carbono de pegar o carro movido a gasolina para comprar um bolo no supermercado nos Estados Unidos, considerando o custo ambiental da mobilidade, dos ingredientes e da feitura do bolo e da manutenção de um estabelecimento comercial por país.

O banco digital C6 Bank lançou recentemente uma calculadora em seu aplicativo. Com ela, todo o gasto do correntista é convertido para um valor que aparece em um “extrato de carbono” como kg de CO<sub>2</sub>eq. Com o extrato em mãos, o cliente tem a opção de compensar sua pegada com a compra de créditos de carbono de projetos de preservação da Amazônia. O valor é integralmente destinado a parceiros do programa, segundo o banco.

“O cliente não precisa fazer nada para ter essa informação sobre a pegada individual, porque o cálculo é feito a partir dos gastos dos cartões de débito e crédito, Pix e transferência para pessoa jurídica”, conta Marina Mancini, gerente de ESG (sigla para governança social e ambiental) do C6 Bank. Ela informa que as estimativas da pegada de carbono são feitas com base nos princípios do *Greenhouse Gas (GHG) Protocol*, padrão de quantificação de emissões de GEE para governos



e corporações, setor de atuação da empresa em que a compra foi realizada e valores de referência do mercado brasileiro. “Mais importante que saber o valor exato da pegada é permitir que o cliente tenha consciência sobre os impactos do seu perfil de consumo e possa adotar medidas para reduzir a pegada individual.”

**A** engenheira eletricista Monica Carvalho, professora do Departamento de Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), concorda que, para além de valores numéricos, um aspecto significativo das ferramentas de cálculo da pegada de carbono individual é seu potencial didático.

“A ideia é o usuário olhar o resultado do seu comportamento hoje na calculadora e dizer: ‘amanhã não vou tomar banho tão quente’ ou ‘não vou usar o carro, vou de ônibus’. A partir daí, ele acompanha pela ferramenta o impacto ambiental de suas mudanças de hábito e começa a se questionar: ‘E se todos no bairro fizessem isso também?’”, pondera Carvalho.

Em artigo publicado na revista científica *Research Society and Development*, em 2021, a pesquisadora discute o conceito e o desenvolvimento de um aplicativo para medir o consumo de eletricidade e a pegada de carbono de usuários como forma de suscitar consciência ambiental. “A utilização de apps contribui para o entendimento do papel que cada indivíduo possui como agente colaborador de mudança num contexto de grande escala e de longo prazo”, apontam os autores do trabalho.

Também com o objetivo de estimular uma participação mais ativa de indivíduos e empresas em prol de soluções ambientais, a startup paulista Eccaplan disponibiliza calculadoras on-line em sua plataforma e meios de compensar as emissões de carbono. Uma das ferramentas, que pode ser customizada para eventos específicos, me-

de quanto um trajeto por qualquer meio de transporte gera em emissões. Outra, atrelada a um questionário maior, apresenta a pegada anual de uma pessoa, evento ou corporação.

“Resolvemos trabalhar com indivíduos e empresas para mostrar que as atividades deles impactam o ambiente. Foi para fomentar essa educação que começamos a criar nossos diversos sistemas”, diz Fernando Beltrame, CEO da Eccaplan, fundada em 2008 com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Universidade de São Paulo (USP).

“Às vezes, uma pessoa em São Paulo pensa que na cidade não consegue fazer nada, porque o que prejudica o planeta é quem desmata a Amazônia”, diz Beltrame. O empresário observa, porém, que todos, de alguma forma, impactam o ambiente. “É possível calcular esse impacto e buscar formas de reduzi-lo e compensá-lo.”

Outras duas calculadoras de gás carbônico disponíveis on-line são as das organizações não governamentais SOS Mata Atlântica e Iniciativa Verde, mais voltadas aos consumidores e que se valem de dados como consumo de eletricidade, gás e locomoção para calcular emissões e oferecer formas de compensá-las. Já o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) disponibiliza em sua plataforma um curso de 15 minutos para micro e pequenos empreendedores conseguirem calcular as emissões ligadas a seus negócios e visualizar os setores mais poluentes, como eletricidade ou resíduos.

Em tese de doutorado defendida na Universidade Federal de Viçosa (UFV), a engenheira flo-

**Uma calculadora com caráter educativo pode contar com nível de exigência dos dados de entrada mais reduzido**

Conta de luz: para calcular nosso potencial poluente, algumas calculadoras usam o número de quilowatts consumidos; outras, o valor pago



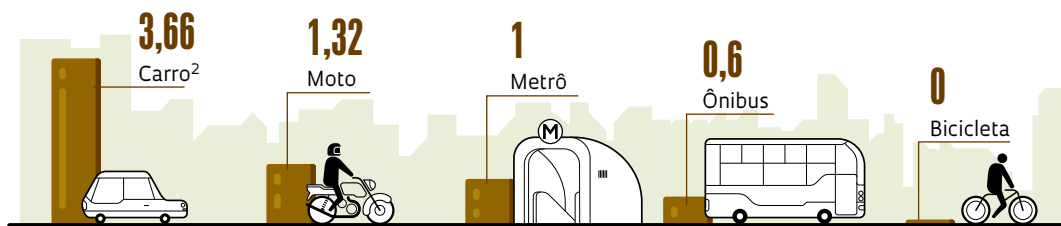
# O IMPACTO DO DESLOCAMENTO

Compare as emissões de gases de efeito estufa em dois trajetos feitos com diferentes meios de transporte. Os dados são por pessoa



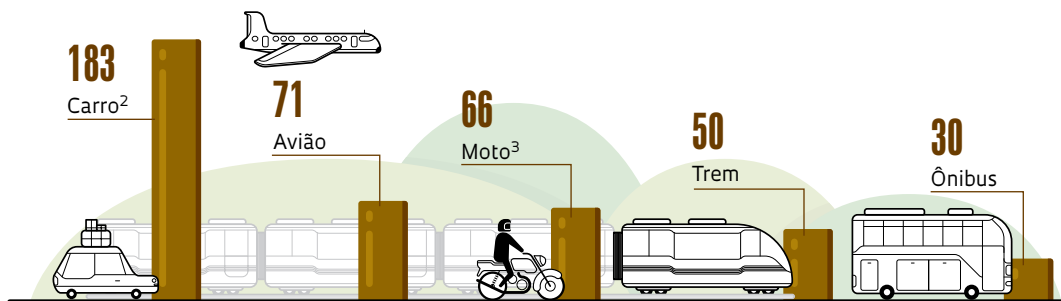
## ROTEIRO URBANO (10 QUILOMETROS)

Em quilos de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>1</sup>



## VIAGEM ENTRE SÃO PAULO E RIO DE JANEIRO (500 QUILOMETROS)

Em quilos de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>1</sup>



(1) Medida usada para comparar as emissões de vários gases de efeito estufa baseada no potencial de aquecimento global de cada um (2) Motor 1.0 a 1.4, a gasolina (3) Pequena, de 100 cc a 250 cc

FONTES ECCAPLAN E RELATÓRIO "GHG EMISSIONS OF ALL WORLD COUNTRIES" (2023)

restal Eliana Boaventura Bernardes Moura Alves discute os méritos e as limitações das ferramentas de cálculo de pegada de carbono individual – o trabalho resultou em um artigo publicado no periódico *Carbon Management*, em 2020. Segundo ela, para que as estimativas fossem mais exatas, o ideal seria haver padrões específicos que regulamentem a elaboração dessas ferramentas, além de maior transparência por parte dos desenvolvedores das calculadoras sobre a metodologia usada para gerar os resultados.

“Uma calculadora mais educativa, que tenha como propósito a sensibilização das pessoas para suas escolhas como corresponsáveis pelas mudanças climáticas, pode contar com nível de exigência dos dados de entrada mais reduzidos”, diz Alves, hoje diretora-executiva da startup Grön, que atua no mercado de carbono e mudanças climáticas. “No entanto, quando consideramos objetivos e metas mais complexos, como em empresas e indústrias, a precisão de dados é outra. Quanto maior o objetivo de implementar práticas de mitigação das emissões, mais perigoso é uma calculadora errar para mais ou para menos.”

A engenheira dá como exemplo o consumo de energia em uma residência: “Para o cálculo da pegada de carbono, o número de quilowatts consumidos é mais exato do que o valor pago na conta, já que este varia conforme uma série de fatores”, afirma. “É mais fácil alguém saber quanto paga pelo consumo de energia elétrica em casa do que quantos quilowatts consome. Para simpli-

ficar, a calculadora pode solicitar esse dado, mas essa conversão, do valor pago para o consumo, pode não ser bem representada.”

**N**o âmbito de cálculos corporativos, é diferente. “Trabalhar com dados científicos atualizados e mais específicos não é preciosismo, mas fundamental para que metas sejam atingidas e ações não sejam meramente um *greenwashing*”, reforça Alves. O termo em inglês se refere à tentativa de dar uma aparência sustentável a iniciativas que são apenas marketing ambiental.

Segundo Alves, os passos para empresas, indústrias e eventos reduzirem o impacto ambiental é realizar, primeiro, um inventário das emissões de carbono de suas atividades para ter um diagnóstico do perfil emissor. Posteriormente, deve-se elaborar um plano de descarbonização, a fim de tentar diminuir as emissões passíveis de redução. O terceiro passo é buscar compensar as emissões excedentes, ou seja, as que não são passíveis de redução. Nada impede que uma organização faça diretamente a compensação das emissões, com a compra de créditos de carbono ou o plantio de árvores, por exemplo, mas o ideal, segundo a engenheira, é procurar reduzir aquilo que é possível antes de partir para a compensação. ■

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





# NANOCELULOSE, DOS PNEUS À PELE

Substância extraída de plantas aumenta a resistência e a leveza de papéis, borrachas, plásticos, tintas e cimento

Sarah Schmidt

**O**s pneus de automóveis, feitos com borracha, aço, poliéster e náilon, estão ganhando outro componente: a nanocelulose, que são fibras ou cristais nanométricos extraídos principalmente de plantas e apresentados na forma de uma pasta branca. Uma versão para testes, com fibras nanométricas de celulose de eucalipto, pínus e cana-de-açúcar, roda pelas ruas de Thomaston, uma cidade da Geórgia, nos Estados Unidos, aparentemente, segundo o fabricante, com uma redução de 15% no consumo de combustível, por causa do menor atrito com a superfície.

Por ser capaz de aumentar a resistência mecânica, reduzir o peso e melhorar a textura de muitos materiais, a nanocelulose tem sido valorizada como potencial aditivo para papéis, borrachas, plásticos, tintas e cimento. Já produzida em escala comercial ou piloto nos Estados Unidos, Canadá, Brasil, Suécia, Noruega, Israel, China e Japão, pode também ser empregada em próteses, revestimento para apa-

relhos eletrônicos e em cosméticos, medicamentos ou alimentos. As múltiplas possibilidades de uso de nanofibras, nanocristais e microfibras (com diâmetro da ordem de micrômetros, extraídas em uma etapa anterior às fibras em escala nanométrica) de celulose acenam com um mercado global estimado em US\$ 2 bilhões em 2030 pela empresa de consultoria norte-americana Markets and Markets. O setor deve ser impulsionado pela demanda crescente por materiais renováveis, principalmente na Europa.

A nanocelulose faz parte de uma corrida por aditivos e compostos mais sustentáveis que possam substituir os derivados de petróleo. Além das grandes produtoras de celulose, que estudam como utilizá-la para reforçar papéis e embalagens, a consultoria norte-americana estima que empresas do setor automotivo devam ser um de seus principais usuários, diante da perspectiva de produzir peças mais leves, o que poderia levar a uma diminuição do peso dos veículos.

Responsável pelos testes dos pneus em Thomaston, a GranBio, empresa brasileira de biotecnologia, fabrica dois tipos

de nanocelulose, obtidos por processos diferentes, em uma fábrica-piloto na cidade norte-americana, com capacidade de produção de 1,5 tonelada (t) por ano. O primeiro é uma nanofibra, que, sob o microscópio de força atômica, parece um espaguete longo, mais usada para reforçar plásticos e papéis. O segundo é composto de nanocristais que lembram grãos de arroz, mas 200 mil vezes menores, com 5 a 20 nanômetros (nm) de diâmetro, com aplicações mais nobres, como películas de proteção de obras de arte. O comprimento dos dois tipos varia de nanômetros a dezenas de micrômetros.

“Nossa estratégia não é vender a nanocelulose como *commodity*, mas criar bens de consumo em que ela esteja agregada”, explica o engenheiro civil Bernardo Gradin, presidente da GranBio. Uma das aplicações que se mostraram possíveis é uma liga com fibras de nanocelulose que deixa as caixas de papelão mais leves e resistentes à água para entregas por drones.

O avanço dos projetos depende principalmente da ampliação da quantidade de material produzido. Em quatro anos, Gradin espera chegar à escala de pro-

dução comercial de nanocelulose para pneus, desenvolvidos com a multinacional indiana Birla Carbon, fabricante de aditivos para o negro de fumo, derivado do petróleo misturado à borracha para lhe conferir resistência.

**A** princípio, a nanocelulose poderia substituir ao menos parte do negro de fumo. Estudadas há seis anos, as nanofibras usadas levam um revestimento de lignina, molécula que ajuda na força e rigidez das plantas, como detalhado em um artigo de pesquisadores das duas empresas publicado em outubro de 2020 na revista científica *Rubber Chemistry and Technology*.

Por sua vez, a canadense CelluForce, maior produtora mundial de nanocristais extraídos da madeira, cujo corpo de acionistas inclui a Suzano, fabricante brasileira de papel e celulose, fez um acordo de 10 anos com uma multinacional de cosméticos, de nome não revelado, para construir uma nova fábrica, em lugar ainda não divulgado, e ampliar sua produção, atualmente de 300 t por ano. Os cristais extraídos das plantas poderiam melhorar a viscosidade de cremes para pele e, como no caso dos pneus, substituir compostos indesejados.

Em São Carlos, interior paulista, outra parceria aproximou as equipes da startup BioNano e da unidade Instrumentação da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para desenvolverem métodos capazes de ampliar a escala de produção de nanocristais de celulose a partir do algodão. “Passamos de 100 gramas para 100 quilos [kg] por mês”, conta a engenheira de materiais Ana Carolina

A diretora de tecnologia Kim Nelson avalia nanocristais de celulose produzidos na fábrica-piloto da GranBio



2

Correa Bibbo, diretora da startup. Em colaboração com o engenheiro de materiais José Manoel Marconcini, da Embrapa, a planta-piloto começou a ser planejada em 2018, quando a BioNano recebeu o apoio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP.

Uma das dificuldades foi encontrar um fabricante de um reator químico de tamanho intermediário que fosse resistente ao ácido sulfúrico, usado para separar os cristais das fibras do algodão. Esse processo resulta em uma mistura líquida parecida com um leite, que passa por uma centrifuga e se transforma em uma pasta branca desidratada e depois em um pó muito fino.

Bibbo estuda nanocelulose desde 2010, quando fez doutorado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e avaliou o potencial de uso dos nanocristais das fibras do curauá (*Ananas erectifolius*), uma espécie de bromélia da região amazônica. Com Marconcini e outros pesquisadores da Embrapa, ela formulou uma versão de um plástico conhecido como acetato-vinila de etileno (EVA), com 5% de nanocristais da planta, que ganhou mais resistência e elasticidade, como descrito em um artigo de 2020 na *Polymer Composites*.

Na empresa, ela adotou as fibras do algodão para simplificar a produção. “Qualquer outra matéria-prima precisaria passar por um pré-tratamento de purificação”, explica. Desde setembro de

2022, fornece o material para grupos de pesquisa de São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina, Paraná e Ceará que estudam novas aplicações para a nanocelulose.

Outro grupo da Embrapa Instrumentação extraiu nanocristais de lignocelulose da palha da cana-de-açúcar por meio de um pré-tratamento com solvente orgânico e hidrólise ácida, descrito em artigo publicado na revista científica *Industrial Crops and Products* em dezembro de 2020. No Centro Nacional de Pesquisas em Materiais (CNPEM), em Campinas, interior paulista, pesquisadores misturaram nanofibras de celulose do bagaço da cana-de-açúcar e de eucalipto ao látex e criaram uma esponja capaz de absorver poluentes, como óleo que vaza no mar, até 50 vezes superior à sua massa. O processo foi descrito em outubro de 2020 na *ACS Applied Nano Materials*.

Em agosto de 2023, um workshop sobre nanocelulose em São Carlos procurou fortalecer a integração entre a comunidade acadêmica e as empresas. “A expectativa é de que os trâmites para a transferência de tecnologia, que vão render *royalties* à unidade de pesquisa, estejam concluídos nos primeiros meses de 2024”, explica Marconcini. Assim que isso ocorrer, a BioNano espera começar a vender os nanocristais no mercado brasileiro. ■

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

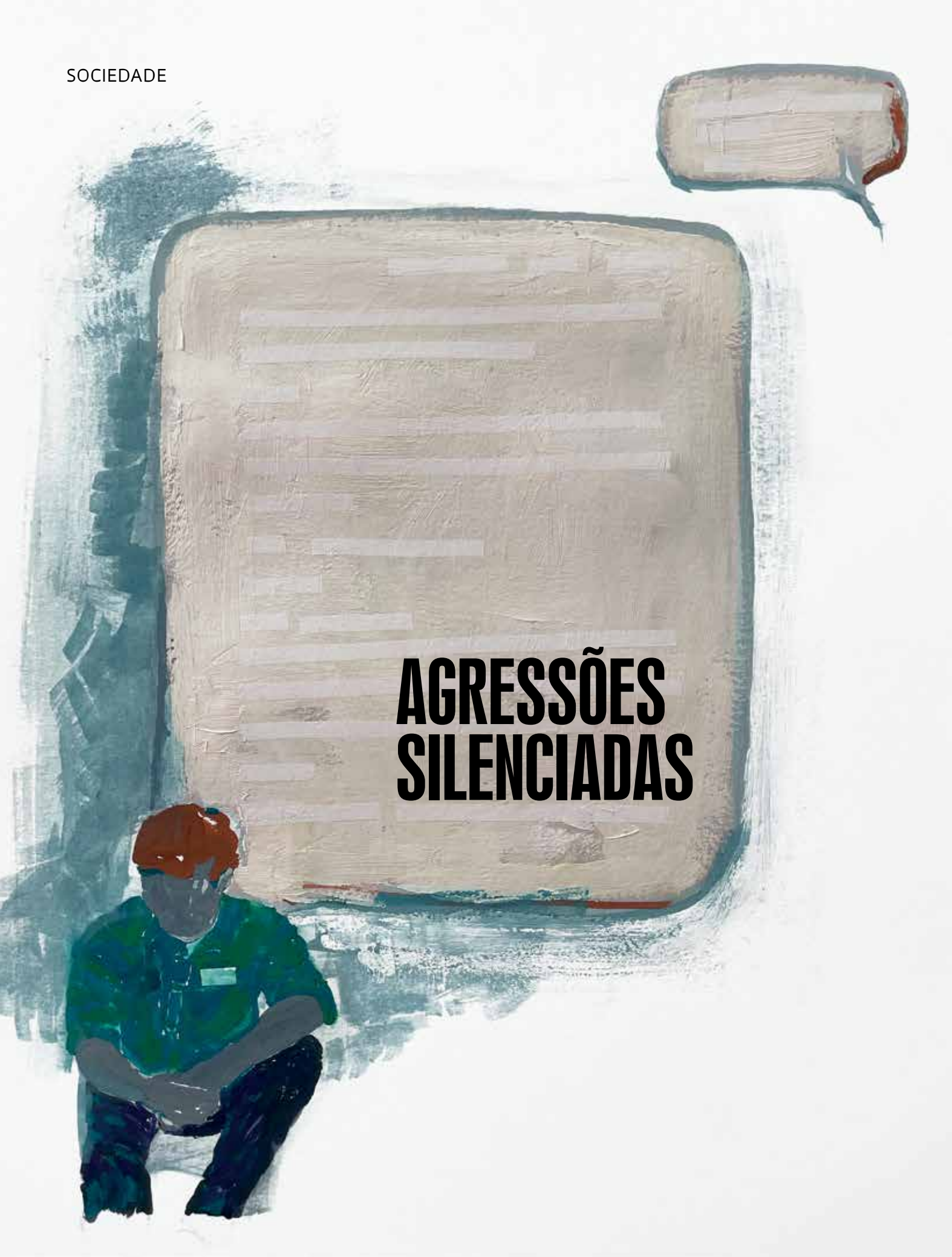


Imagem de microscopia de transmissão de cristais de nanocelulose (pontos brancos são regiões mais densas)

3



SOCIEDADE



# AGRESSÕES SILENCIADAS

## Debates sobre masculinidade podem ajudar a reduzir a subnotificação de casos de violência sexual contra meninos e homens

Christina Queiroz | ILUSTRAÇÕES Aline van Langendonck

**N**o Brasil, 9,4 milhões de pessoas sofreram violência sexual alguma vez na vida; dentre elas, está 1,8 milhão de meninos e homens, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2022, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dados do Ministério da Saúde indicam que, na adolescência, 46% das meninas vítimas dessas agressões chegam a denunciar os casos. Entretanto, para os meninos, o percentual equivale a apenas 9%. No âmbito global, estudo publicado na revista *Nature* em outubro de 2023 estima que cerca de 10% dos homens foram submetidos a alguma forma de abuso sexual na infância.

Pesquisadores envolvidos com a temática afirmam que os patamares mais altos de subnotificação, em relação às mulheres, relacionam-se com estereótipos associados à masculinidade e à pouca visibilidade que o problema tem na sociedade, algo que se reflete, também, na escassez de estudos voltados à compreensão desse tipo de violência.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a violência sexual como atos sexuais, ou a tentativa de obter atos sexuais, comentários e investidas indesejadas, ou outras ações voltadas contra a sexualidade das pessoas, o que também inclui intimidação psicológica, chantagem e ameaças.

Em pesquisa de doutorado defendida em 2022 na Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, o psicólogo Denis Gonçalves Ferreira, do Núcleo de Pesquisa em Direitos Humanos e Saúde da População LGBT da instituição, fez uma revisão de escopo de estudos sobre violência sexual contra meninos e homens realizados no Brasil de 2015 a 2021. “Revisões de escopo abarcam buscas abrangentes em bases de dados para

mapear publicações sobre um tema na literatura científica”, esclarece a pesquisadora Maritsa Carla de Bortoli, do Centro de Tecnologias de Saúde para o Sistema Único de Saúde (SUS), do Instituto da Saúde, em São Paulo, que também participou da pesquisa. Os resultados desse tipo de trabalho podem mostrar onde se concentram as pesquisas de uma área, quais os principais estudos e grupos que atuam com a temática, entre outras possibilidades.

Sob orientação da médica epidemiologista Maria Amélia de Sousa Mascena Veras, a análise de Ferreira identificou que 1,4 mil trabalhos foram feitos no país sobre agressões sexuais, porém somente 53 deles investigaram casos de homens vítimas dessas ações. “Em nosso estudo, constatamos a existência de lacunas envolvendo artigos sobre violência sexual contra meninos e homens no Brasil, além da escassez de estudos com esse recorte exclusivo”, diz Ferreira, que também é professor no Centro Universitário Várzea Grande, em Mato Grosso.

Segundo o psicólogo, os 53 estudos mapeados envolveram um total de 1,4 milhão de pessoas. “Entre os homens, os grupos mais afetados pela violência sexual são os homens que fazem sexo com homens e aqueles com disfunções sexuais, podendo chegar a prevalência de 71%”, afirma o pesquisador. O levantamento mostrou que homens vítimas de violência sexual são mais propensos, por exemplo, ao uso de drogas, ao isolamento social, à prática de sexo anal sem proteção, a ideias suicidas e a disfunções sexuais.

Ferreira relata, ainda, que, dos 53 trabalhos, seis analisam casos de mulheres agressoras, o que, de acordo com o pesquisador, permite romper com a ideia de que homens sempre desempenham esse papel. Da mesma forma que acontece com vítimas do sexo feminino, as agressões contra



meninos costumam ser praticadas por pessoas próximas, como amigos e familiares, e ocorrer na casa da vítima ou do agressor. “Porém a análise das notificações de casos aponta para uma diferença em relação a meninas e mulheres. A violência contra meninos tende a ser mais duradoura, já que eles hesitam mais antes de falar sobre o tema e denunciar, de forma que o crime pode perdurar por anos”, compara o psicólogo.

Outra diferença, segundo o estudo conduzido por Ferreira, é que os meninos são vítimas de agressões sexuais mais cedo do que as meninas. “Grande parte deles sofreu agressões antes dos 10 anos, enquanto entre elas a violência parece ser mais frequente a partir da pré-adolescência”, destaca o pesquisador. Esses dados são corroborados pelo *Anuário brasileiro de segurança pública* de 2022. No estupro de vulnerável, ou seja, de crianças com até 13 anos, 46% dos casos entre meninos ocorrem na faixa etária de 5 a 9 anos, enquanto entre meninas a maior incidência (55,8%) é registrada entre 10 e 13 anos.

Antes de começar o doutorado, Ferreira conta que se surpreendia com a quantidade de pacientes homens que recebia em seu consultório em São Paulo e relatavam terem sido vítimas de agressões sexuais. “No entanto, a maioria não tinha buscado atendimento psicológico em razão dessas violências, cujos impactos acabavam aparecendo mais tarde, durante o processo terapêutico”, diz. Motivado pela experiência como psicólogo e pelos dados levantados na tese, ele criou em 2021 a organização não governamental (ONG) Memórias Masculinas, voltada ao atendimento on-line de

homens vítimas de violência sexual. O formato de atendimento psicológico que a ONG oferece é o plantão psicológico, ou seja, um momento de escuta qualificada para acolher os homens vítimas no momento em que o sofrimento e a lembrança do acontecimento emergem. “Recebemos mais de 200 pessoas de janeiro de 2021 até o final de 2023”, relata o pesquisador.

**O**utra pesquisa realizada por Ferreira envolveu uma amostra de 1,2 mil homens de todo o Brasil que responderam um questionário on-line em 2002 para investigar seus históricos de agressões sexuais. O levantamento mostrou que 70% dos participantes sofreram violências sexuais sem contato antes dos 11 anos de idade, como exposição a conversas sexuais e pornografia, por exemplo, enquanto 30% deles relataram terem sido submetidos a sexo forçado, ou seja, a atos violentos com penetração. “Isso significa que a violência mais prevalente entre os homens é aquela que deixa menos marcas físicas, o que dificulta a realização de denúncias e colabora com a subnotificação”, avalia.

O médico psiquiatra Saulo Vito Ciasca, coordenador do Espaço Transcender do Centro de Saúde Escola Butantã da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP), é especialista no atendimento de crianças e adolescentes transgêneros e homossexuais vítimas de agressões. Segundo o pesquisador, jovens com variabilidade de gênero e meninos considerados “afe-



# A VIOLÊNCIA SEXUAL CONTRA MENINOS É MAIS FREQUENTE ATÉ OS 10 ANOS DE IDADE E TENDE A SER MAIS DURADOURA SE COMPARADA COM AGRESSÕES CONTRA MENINAS

minados” tendem a ser alvos mais frequentes de violência sexual. “Eles costumam ser vistos como mais vulneráveis pelos agressores, que muitas vezes afirmam que os estupraram para corrigir sua sexualidade”, comenta.

Além disso, crianças e adolescentes homossexuais estuprados sentem medo de ser responsabilizados e castigados pela violência que viveram. “Da mesma forma que ocorre com as mulheres quando se diz que foram violadas por causa do decote ou da saia curta, uma representação evidente de machismo, também se culpam

os meninos gays agredidos pelo fato de serem ‘afeminados’”, relata o pesquisador.

Outro aspecto complexo é que homens vítimas desse tipo de violência podem sentir dor e prazer ao mesmo tempo durante o ato sexual, causando estímulos involuntários em seus órgãos reprodutivos. “Isso acaba sendo confuso para a vítima, que pode pensar que não sofreu violência por supostamente ter sentido prazer, o que também pode gerar culpa”, afirma Ciasca, coordenador da pós-graduação *lato sensu* em psiquiatria da Cetrus-Sanar, empresa de São Paulo provedora de produtos e serviços de apoio a estudantes e profissionais de medicina.

Ainda sobre os estudos de Ferreira, da Santa Casa, pesquisa inédita cujos resultados serão publicados em artigo que está no prelo analisou dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), do Ministério da Saúde, e do Fórum Brasileiro de Segurança Pública (FBSP). O levantamento identificou um crescimento nas notificações de violência sexual contra meninos e homens em todas as regiões brasileiras entre 2009 e 2022, especialmente no Nordeste e Sul e entre a faixa etária de 20 a 60 anos. “Quanto à raça, todas as categorias registraram aumento, com destaque para indivíduos pardos. Já a análise por escolaridade mostra crescimento em todas as categorias, principalmente entre homens com ensino superior completo”, relata Ferreira.

O estudo também avaliou as notificações de estupro e estupro de vulnerável entre homens registradas em secretarias de Segurança Pública entre 2017 e 2022, constatando uma queda de 28,9% nesses casos em todo o território nacional. Por outro lado, no mesmo período, foi observado um aumento de 39,5% nas notificações de violência sexual contra esse mesmo grupo em serviços de saúde. “Esses números indicam que os

casos deixaram de ser reportados às secretarias de Segurança Pública, especialmente durante a pandemia de Covid-19”, diz o psicólogo.

Em relação aos serviços de saúde, apesar da queda observada em 2020, o levantamento indica que a taxa de notificações de violência sexual contra meninos e homens por 100 mil habitantes cresceu, atingindo seu pico em 2022, com uma taxa de 6 casos por 100 mil habitantes (*ver gráfico na página 80*). Já o número de municípios que notificaram os casos também se expandiu, sugerindo uma maior abrangência geográfica na documentação dessas situações.

**A**o atender um menino que havia sofrido violência sexual, o psicólogo Jean Von Hohendorff escutou da vítima que a pior parte do evento traumático, que teve um homem como agressor, eram os insultos que passou a receber de forma sistemática da própria mãe, questionando a sua masculinidade. Coordenador de grupo de pesquisa sobre violência, infância, adolescência e atuação de redes de proteção e atendimento na Atitus Educação, instituição de ensino superior de Passo Fundo (RS), Hohendorff tem as relações entre estereótipos de masculinidade e agressões sexuais como um de seus objetos de análise.

Em 2010, o psicólogo concluiu o mestrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na pesquisa, desenvolveu um modelo de intervenção psicológica voltado a meninos vítimas de violência sexual. Feito a partir de protocolos usados para meninas em serviços públicos de saúde daquela cidade, o estudo foi publicado em livro, em 2014. “Na ocasião, constatei uma carência de pesquisas sobre agressões sexuais contra meninos e decidi me aprofundar no assunto”, conta.

Paralelamente a isso, nos atendimentos realizados em seu consultório a meninos e adolescentes que sofreram esse tipo de violência, Hohendorff observava dificuldades extremas dos indivíduos em falar sobre os acontecimentos. Por isso, decidiu investigar a questão no doutorado, também defendido na UFRGS, em 2016. O temor de serem questionados sobre sua masculinidade, além do agressor muitas vezes ser seu provedor financeiro, está entre os motivos da resistência por parte das vítimas em abordar o fato, concluiu o pesquisador.

Também dedicada ao acolhimento de vítimas masculinas de violência sexual, a ONG portuguesa Quebrar o Silêncio calcula que, em média, os homens levam 20 anos para conseguir denunciar as agressões e apenas 3,9% dos casos são efetivamente reportados no país europeu. Segundo a entidade, em Portugal, um em cada seis homens é vítima de agressões sexuais antes dos 18 anos e



somente 16% deles reconhecem terem sido violentados. “A primeira etapa do tratamento dessas vítimas é fazer com que elas consigam falar sobre a experiência. Somente a partir disso é possível pensar em intervenções”, relata Hohendorff.

**E**m 2019, a plataforma de conteúdo Papo de Homem fez uma parceria com o Consórcio de Informações Sociais (CIS) da USP. Como parte da iniciativa, foram entrevistados 47 mil homens sobre questões envolvendo a masculinidade. O levantamento mostrou, por exemplo, que 37% dos respondentes afirmaram nunca ter conversado sobre o significado de ser homem. Já 78% acreditam que não devem se comportar com modos que pareçam femininos e 57% que não podem expressar emoções. Entre outros produtos, a iniciativa deu origem ao documentário *O silêncio dos homens*, dirigido por Luiza de Castro e Ian Leite. “Os homens são educados para serem capazes de se defender e serem fortes. Muitos, quando sofrem violência sexual, sentem que falharam nesse sentido, deixando de cumprir seu papel social”, diz Ferreira, da Santa Casa.

No Brasil, em doutorado defendido em 2023 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da USP, com financiamento da FAPESP, o arquiteto e historiador Pedro Beresin Schleder Ferreira pesquisou livros de educação moral para homens, produzidos ou traduzidos no Brasil entre o final do século XIX e o começo do XX. “Nesse período, o país passava por um processo de transformação social e a masculinidade burguesa passava a ser associada a uma concepção moderna de civilização”, diz.

Segundo ele, na época, tanto a feminilidade como a masculinidade estavam sendo reconfi-

guradas. Assim, em obras como *A arte de formar homens de bem*, de Domingos Jaguaribe Filho (1847-1926), ou *O poder da vontade*, de Samuel Smiles (1812-1904), está presente a ideia de que os homens precisavam, por exemplo, dominar seus sentimentos e serem produtivos. Para ampliar o debate, Ferreira defende o aumento de pesquisas sobre manuais de comportamento relativos ao processo de construção da masculinidade no Brasil, da mesma forma que vem ocorrendo com obras voltadas ao papel da mulher na sociedade.

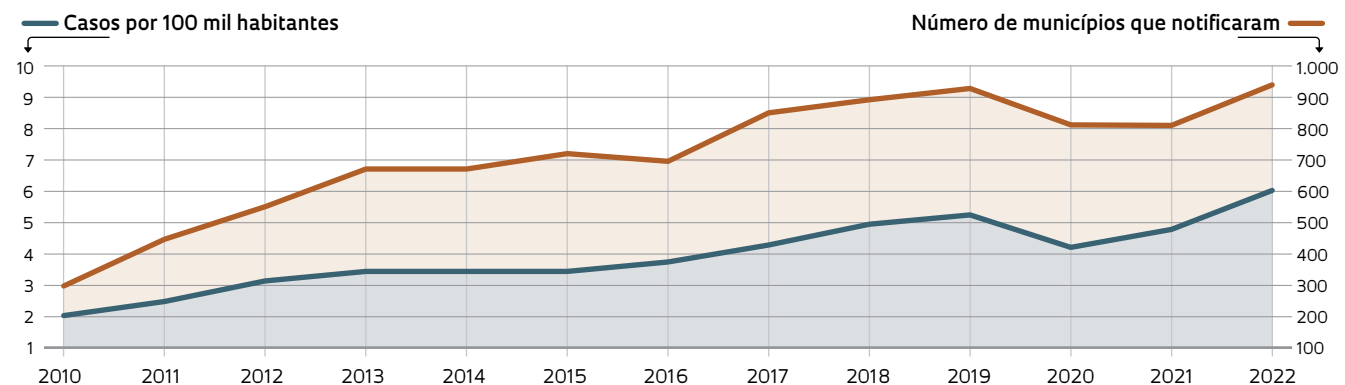
A psiquiatra Carmita Abdo, fundadora e coordenadora do Programa de Estudos em Sexualidade do Hospital das Clínicas da USP, estima que a cada 10 atendimentos de violência sexual realizados no hospital, apenas em um a vítima é homem. Abdo, também ex-presidente da Associação Brasileira de Psiquiatria, comenta que, quando há suspeitas de agressões, o profissional da saúde deve fazer a denúncia à polícia. “Porém, acho imprescindível desvincular o atendimento na saúde da competência jurídica”, defende. Por um lado, os profissionais nem sempre têm certeza de que houve agressão; por outro, vítimas da violência podem evitar o atendimento à saúde, por receio de essa atitude se converter em processo judicial.

Segundo a psiquiatra, muitas pessoas repetidamente agredidas durante a infância e a juventude podem se tornar vítimas ou agressores na idade adulta. “Sem acolhimento e cuidados adequados, alguns adotam a violência sexual, vivenciando-a como algo natural”, relaciona.

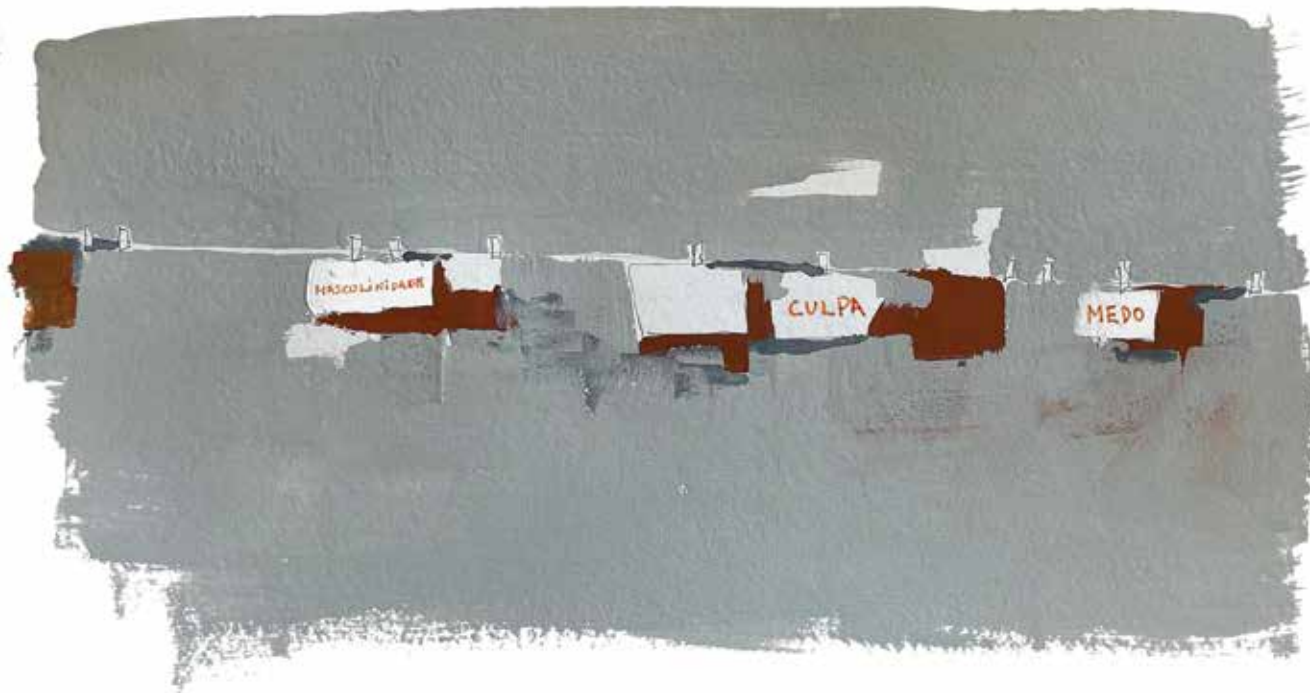
Artigo publicado na *Nature* em outubro de 2023 define abuso sexual na infância como “a exposição de mulheres e homens antes dos 15 anos a qualquer contato sexual indesejado”. Trata-se de um tipo de violência que causa traumas emocionais e físicos imediatos e traz consequências que podem perdurar pela vida e durante gerações futuras.

## VIOÊNCIA SEXUAL CONTRA MENINOS E HOMENS NO BRASIL

Embora baixo, número de notificações cresce por parte dos municípios e em serviços de saúde



FONTES SINAN / DENIS GONÇALVES FERREIRA



O estudo considera que essas agressões são fator de risco para experiências posteriores de perpetração de violência com parceiros íntimos. No caso, pessoas expostas a agressões sexuais na infância apresentam 45% a mais de risco de sofrer transtornos por causa do uso de álcool e são 35% mais propensas a desenvolver depressão. Os resultados foram obtidos por meio de uma revisão sistemática feita em sete bases de dados eletrônicas sobre violência associada a parceiro íntimo e violência infantil.

**C**iente dos danos, a docente Andreza Marques de Castro Leão, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Araraquara, realizou estudo entre 2017 e 2020, com financiamento da FAPESP, em escolas públicas do interior de São Paulo. A meta foi conhecer suas ações de prevenção, identificando atividades que permitem prevenir o fenômeno no âmbito escolar, incluindo a projeção de filmes e documentários, o desenvolvimento de jogos e músicas, a leitura de livros, entre outras.

Leão também desenvolve projetos de extensão nas instituições junto com professores, gestores, pais e estudantes. Em uma das iniciativas, os alunos penduravam em um varal folhas de papel onde registraram seus sentimentos e dúvidas sobre sexualidade e violência. “Por meio dessas abordagens, falamos sobre corpo, direitos, autoestima, toques físicos, segredos bons e ruins e aliciamento sexual. Tratamos da necessidade de dizer não para situações suspeitas, desconfortáveis e invasivas, entre outros aspectos”, conta.

A pesquisadora explica que muitos casos vêm à tona a partir das atividades. “Em uma escola do

interior paulista, depois de uma ação pedagógica, um menino com olhos marejados se levantou, me deu um abraço e foi embora triste”, comenta. Além de conversar com a criança, ela acionou a equipe do Centro de Referência de Assistência Social (Cras), de forma que foi possível descobrir que ele estava sendo abusado.

Outra situação identificada foi a história de um menino de 12 anos que era violentado pela mãe de um colega. “Quando ele relatava o ocorrido, os amigos comemoravam, dizendo que ele tinha sorte por ter conseguido iniciar sua vida sexual com uma mulher experiente”, conta. “A vítima demorou meses para perceber que estava sendo agredida, e isso ocorreu durante uma atividade que eu estava realizando na escola sobre o tema”, relata.

Por fim, Leão recorda que o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) dispõe de artigos como o nº 13, que indica que casos de violência devem ser denunciados ao Conselho Tutelar; o nº 245, que determina que quem não denuncia responde por negligência; e o nº 56, segundo o qual dirigentes de estabelecimentos de ensino devem fazer a notificação.

Atualmente, a pesquisadora trabalha em parceria com prefeituras do interior do estado de São Paulo e prossegue desenvolvendo nas escolas ações de enfrentamento à violência sexual. “Essas iniciativas permitem alertar os estudantes sobre a existência desse tipo de agressão, assim como identificar, recusar a violência e solicitar ajuda. Como a incidência da violência geralmente é intrafamiliar, por vezes o adulto que pode identificar sua ocorrência ou ser acionado pelo aluno é o professor”, conclui. ■

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



DESIGN

Klara Hartoch (ao fundo)  
com aluna na oficina de  
tecelagem instalada no Masp,  
no início da década de 1950

# TRAMAS SIMBÓLICAS

Pesquisa entrelaça a trajetória  
de mulheres que produziram artefatos  
têxteis, como tecidos, no Brasil

Marianne Wenzel

**N**a década de 1950, uma série de iniciativas comemorou os 400 anos da fundação da capital paulista, celebrados em 1954. Uma delas foi a criação do corpo de dança Ballet do IV Centenário, que montou um repertório especial de coreografias e apresentou-se diversas vezes no período. Com apenas 21 anos, Irene Ruchti (1931-2020), aluna da primeira turma do Instituto de Arte Contemporânea do Museu de Arte de São Paulo (IAC-Masp), idealizado por Pietro Maria Bardi (1900-1999) e Lina Bo Bardi (1914-1992), foi convidada a integrar o time de artistas comissionados para desenvolver os cenários e figurinos das peças. Responsável pelo visual de *As quatro estações*, ela lidou com a mesma responsabilidade atribuída a artistas já reconhecidos, como Lasar Segall (1889-1957) e Candido Portinari (1903-1962) – que são, normalmente, os nomes citados em verbetes sobre esses espetáculos.

Premiada por esse trabalho pelo Museu de Belas Artes do Rio de Janeiro, Ruchti dizia não ter sido formalmente comunicada do feito. E, embora suas criações tenham estampado a reportagem de capa do paulistano *Jornal da Noite* sobre a premiação, a ênfase do texto recaiu sobre a participação de Segall. “Eu estava lá no meio, a mais desconhecida, mais nova e mais insignificante entre os maiores”, relatou em entrevista a Ana Julia Melo Almeida, autora da tese de doutorado “Mulheres e profissionalização no design: Trajetórias e artefatos têxteis nos museus-escola MASP e MAM Rio”.

A pesquisa, defendida em 2022 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), reconstrói a trajetória não só de Ruchti como de outras quatro mulheres que trabalharam com design têxtil e passaram pelos dois museus-escola citados no título do estudo: Klara Hartoch (1901-?) e Luisa Sambonet (1921-2010), também ligadas ao IAC-Masp, além de Fayga Ostrower (1920-2001) e Olly Reinheimer (1914-1986), vinculadas ao Museu de Arte Moderna (MAM) do Rio de Janeiro. Marta Erps-Breuer (1902-1977), ex-aluna da Bauhaus, célebre escola alemã de arquitetura, design e artes visuais, completa o grupo analisado por Almeida (ver box na página 85).

Formada em design pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Almeida buscou entender na tese o papel das mulheres nessa fase do design brasileiro e o lugar dos objetos têxteis na historiografia desse campo do conhecimento no país. Segundo a pesquisadora, de forma geral a produção dessas e de outras mulheres ficou obliterada. Isso porque, embora o design moderno tenha sabido entender o tecer, o costurar e o bordar (antes classificados como prendas do lar ou, na melhor das hipóteses, trabalho operário) como

expressões artísticas, isso não significa que sua associação automática a um fazer feminino e menos nobre tenha ficado para trás.

A historiadora Silvana Rubino, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), recua ainda mais na linha do tempo: “A desvalorização do têxtil na arte está posta desde o movimento Arts and Crafts, na Inglaterra do século XIX. Seu grande mentor, William Morris [1834-1896], delegava o bordar às mulheres, embora ele mesmo fosse um exímio bordador”, lembra. Algumas décadas mais tarde, a Bauhaus (1919-1933), tida como revolucionária nas práticas pedagógicas, não foi diferente nesse aspecto. “As estudantes eram diretamente encaminhadas à oficina de tecelagem”, completa Rubino, que mergulhou no tema em sua tese de livre-docência, “Lugar de mulher: Arquitetura e design modernos, gênero e domesticidade” (2017).

Para Ana Paula Cavalcanti Simioni, professora do Instituto de Estudos Brasileiros (IEB) da USP, a associação do trabalho têxtil a uma atividade feminina ainda permanece viva. Por isso, “alguns artistas homens que utilizam o bordado acabam sendo vistos como transgressores, tais como Leonilson [1957-1993], que com tais meios propiciou, inclusive, questionamentos importantes sobre visões padronizadas de masculinidade, que perpassam, mesmo que sutilmente, o mundo das artes”, observa a estudiosa, cuja tese de livre-docência resultou no livro *Mulheres modernistas: Estratégias de consagração na arte brasileira* (Edusp, 2022), publicado com apoio da FAPESP (ver Pesquisa FAPESP nº 311).

Na obra, Simioni traça a biografia de Regina Gomide Graz (1897-1973). A artista têxtil viveu com a família na Suíça e frequentou a Escola de Belas Artes de Genebra – que, na contramão do que ocorria na Inglaterra, na França e na Alemanha, valorizava as artes aplicadas e formava prestigiados artistas-decoradores. Com esse perfil e a parceria profissional estabelecida com o marido, John Graz (1891-1980), também aluno da escola, ela voltou ao Brasil na década de 1920. “Regina abriu

Fayga Ostrower mostra um dos tecidos que expôs em mostra individual no MAM do Rio de Janeiro, em 1953







A partir da esquerda, vestido *Balaio*, criado por Hartoch para o Primeiro Desfile de Moda Brasileira (1952), no Masp; e anúncio do evento

esse campo de trabalho no país”, afirma Simioni. “Na divisão das tarefas com John, que assinava o projeto inteiro, ela se ocupava dos têxteis, os quais por serem menos valorizados acabavam fazendo com que fosse vista não como autora, mas como colaboradora do seu marido.”

Nada disso impediu que a artista têxtil inaugurasse, nos anos 1940, a própria fábrica de tapetes, batizada com seu primeiro nome. “Sem Gomide, que remetia ao irmão famoso [o artista modernista Antonio Gomide (1895-1967)], e sem Graz”, prossegue Simioni. “Com essa atitude, ela conferiu autonomia à sua produção.”

**E**m 1951, surgiu em São Paulo uma escola decidida a formar profissionais para a embrionária indústria brasileira de mobiliário e design: o IAC-Masp. No ano seguinte, uma iniciativa parecida tomou forma no MAM do Rio de Janeiro. Precursores do ensino formal na área – a carioca Escola Superior de Desenho Industrial (Esdi), nasceria apenas em 1962 –, “ambos os espaços já discutiam o design industrial como profissão e buscavam compreender a articulação entre artes e artes aplicadas”, diz Almeida.

Única brasileira entre as seis mulheres perfiladas por Almeida, a catarinense Ruchti cursou artes plásticas na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Em 1951, entrou para a primeira turma de desenho industrial no IAC-Masp e, no ano seguinte, casou-se com o arquiteto Jacob Ruchti (1917-1974), seu professor na

disciplina de composição. Com exceção da encomenda para o Ballet do IV Centenário, atuou sempre ao lado do marido. Cabia a ela elaborar os estudos da ambientação e dos interiores propostos por Jacob – os desenhos eram identificados com as iniciais de ambos.

Já no Estúdio Branco & Preto, loja paulistana de mobiliário e objetos de design moderno inaugurada em 1952, que tinha Jacob como um dos sócios, a presença de Irene mal deixou vestígios. Embora a própria artista contasse que desenhou grande parte dos tecidos que estofavam os móveis, a pesquisadora localizou apenas dois registros de sua autoria. “Essa ausência, no caso dos itens de mobiliário, é recorrente nas produções que envolvem têxteis, não apenas no trabalho das mulheres, mas também por uma concepção do período sobre o tecido como um material secundário, que envolve o item, mas não o estrutura”, escreve Almeida na tese.

A pesquisadora lembra que a mesma situação foi vivenciada no Brasil por Hartoch, na parceria com o arquiteto Galiano Ciampaglia (1908-2016), e Ostrower, nas estampas para móveis do designer Joaquim Tenreiro (1906-1992). No caso de Sambonet, as lacunas de autoria se devem a dois fatores. Em primeiro lugar, ela não era institucionalizada como docente do IAC-Masp, embora tenha liderado uma oficina de confecção de roupas e acessórios para o Primeiro Desfile da Moda Brasileira, realizado no museu em 1952. Além disso, sua produção era compartilhada com o marido, o pintor Roberto Sambonet (1922-1995), e outros artistas e designers.

Já Ruchti trabalhou com paisagismo ao lado do mari-

Abaixo, figurinos do balé *As quatro estações* (1954), assinados por Irene Ruchti



## DO TEAR AO MICROSCÓPIO

Formada em tecelagem pela escola Bauhaus, Marta Erps-Breuer contribuiu para estudos de genética na USP

Em sua tese de doutorado, a pesquisadora Ana Julia Melo Almeida também investigou a trajetória da alemã Marta Erps-Breuer (1902-1977), dona de um percurso incomum: ela foi estreita colaboradora dos geneticistas André Dreyfus (1897-1952) e Crodowaldo Pavan (1919-2009), na Universidade de São Paulo (USP).

Nos anos 1920, Erps-Breuer estudou na escola Bauhaus. “Marta fez oficina de tecelagem e frequentou os ateliês de escultura, tipografia e mobiliário, além de ter entrado em contato com técnicas fotográficas”, diz Almeida. “Percebe-se que apesar das restrições e do direcionamento à oficina de tecelagem, as mulheres circularam por outras searas e adquiriram diversas habilidades.”

Em 1931, ela imigrou para o Brasil após a separação do designer Marcel Breuer (1902-1981), seu contemporâneo na Bauhaus. Em carta ao colega Kurt Schmidt (1901-1991), também ex-Bauhaus, desabafou: “Decidi não querer mais ser somente a mulher de um gênio. Eu queria [...] me encontrar.”

Na capital paulista, passou a prestar serviços de desenhista para dois médicos. Pouco depois, em 1935, foi trabalhar como técnica de laboratório no Departamento de Biologia Geral, chefiado por Dreyfus na recém-criada USP. Mesmo sem formação na área, contribuiu para pesquisas no campo da genética e da biologia evolutiva. Os primeiros estudos com participação de Erps-Breuer datam da década de 1940. Tinham como foco espécies de insetos, a exemplo de *Telenomus fariai* (vespa), e foram assinados com Dreyfus.

Em 1955, ela publicou artigo com Pavan a partir da observação de uma mosca do gênero *Rhynchosciara*. No trabalho, a dupla derruba o dogma de que a quantidade de DNA em uma célula era constante (ver Pesquisa FAPESP nº 283). Além de participar das pesquisas, também era responsável pela documentação e detalhamento dos estudos por meio de desenhos, esquemas, esculturas e fotografias.



Erps-Breuer na USP, em 1937

Apesar do desvio de rota, não perdeu o design de vista. Em 1938 participou da exposição *Bauhaus: 1919-1928*, realizada no Museu de Arte Moderna de Nova York (MoMA). No final da década de 1960, mandou material para a mostra sobre os 50 anos da instituição. Tudo foi recusado, sob o pretexto de que os curadores já haviam escolhido uma tapeçaria de sua autoria. “Porém Marta afirmou em carta que a peça não havia sido tecida por ela, mas por outra colega. Esse erro de atribuição denota que havia um desconhecimento dos trabalhos produzidos pelo grupo da tecelagem”, conclui Almeida.

do, enquanto ele respondia pelo projeto de arquitetura. Após a morte do parceiro, ela abraçou de vez a carreira de paisagista. “Nessa fase, sua assinatura ganhou vida própria, já desvinculada de Jacob”, diz Almeida, que realizou pesquisas na Alemanha, França e Itália para rastrear as trajetórias das seis mulheres. “A vida delas foi marcada por fluxos migratórios”, diz a designer.

É o caso de Fayga Ostrower. Nascida na Polônia, ela se mudou para o Brasil em 1934. No início da década de 1950, com o surgimento dos cursos livres no MAM do Rio de Janeiro, foi contratada como professora, ministrando o ateliê de composição e análise crítica, onde permaneceu até os anos 1970. “Fayga ficaria conhecida a partir do final dos anos 1950 pelas gravuras abstracionistas, tendo sido premiada na Bienal de São Paulo e na de Veneza, mas ela já produzia tecidos desde o início daquela década”, conta Almeida. “Há no acervo do Instituto Fayga Ostrower [RJ] pouco mais de 170 pedaços de tecido de sua autoria, mas a produção da artista pode chegar a 500 amostras de padrões têxteis.”

Uma de suas alunas era Olly Reinheimer, que trocou a Alemanha pelo Rio de Janeiro em 1936. Nos anos 1950 começou a frequentar os cursos

livres do MAM. “O material de arquivo e os documentos que sobraram nos levam a entender que sua maior atuação se deu nos têxteis para moda. Há poucos registros dos itens para decoração”, conta a antropóloga Patrícia Reinheimer, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e autora de um livro sobre a avó, *Olly: Raça, classe e gênero na invenção de uma modernidade rústica* (Editora Telha, 2023).

Nos anos 1960, a artista e designer expôs em espaços como o Museu de Artesanato Contemporâneo de Nova York, além de ter participado da 1ª Bienal de Arte Aplicada do Uruguai. Hoje, seus cerca de 10 mil itens, entre objetos pessoais, livros, documentos e criações, estão sob os cuidados da neta, em Petrópolis (RJ), que pretende expor esse material antes de buscar instituições que assumam a tutela do acervo. “Guardar e manter um volume como esse sozinha é um desafio muito grande. É comum os herdeiros quererem se desfazer rapidamente do acervo. Às vezes, a falta de reconhecimento de uma artista se dá dentro da própria família”, finaliza a antropóloga. ■

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





# EXALTAÇÃO E CRÍTICA

Estudiosos analisam legado  
do poeta Gonçalves Dias  
para além do indianismo nacionalista

Juliana Vaz

“F ilho de português com cafuza”, “tipo de bacharel ‘mulato’ ou ‘moreno’”, nas palavras do sociólogo Gilberto Freyre (1900-1987), o poeta Gonçalves Dias (1823-1864) foi enviado aos 15 anos a Coimbra, para estudar direito. É na cidade portuguesa que, em julho de 1843, sob influência do romantismo europeu, escreve o célebre poema “Canção do exílio”, expressando a saudade que sentia de casa. Ao retornar ao Brasil, no entanto, em 1845, o jovem percebe que não está no paraíso com palmeiras e sabiás exaltados na obra, mas dentro de um sistema escravocrata que, na sua visão, deveria ser superado. “Os homens de cor preta têm as mãos presas em longas correntes de ferro, cujos anéis vão de uns a outros – eternos como a maldição que passa de pais a filhos”, escreveria sobre o Brasil monárquico no texto “Meditação”, publicado em 1850 na revista *Guanabara*, a mais importante do romantismo no país.

“Primeiro grito abolicionista da poesia brasileira”, de acordo com o poeta Manuel Bandeira (1886-1968), “Meditação” revela uma faceta crítica pouco conhecida do autor que, em meados do século XIX, ao lado do cearense José de Alencar (1829-1877), foi figura-chave do indianismo brasileiro. “A obra de Gonçalves Dias foi lida de maneira redutora pela tradição crítica, que só deu atenção à ‘Canção do exílio’ e aos poemas indianistas. Mas ele escreveu apenas 14 poemas com essa temática”, afirma Wilton José Marques, professor de literatura brasileira na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). “Sua produção é muito maior que isso. Trata-se de um poeta romântico na acepção ampla da palavra”, prossegue o estudioso que organizou, com Andréa Sirihal Werkema, professora de literatura brasileira da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o livro *A ideia com a paixão: Gonçalves Dias pela crítica contemporânea* (Alameda, 2023).

A coletânea reúne 12 artigos sobre vida e obra do poeta. Em um dos textos, Ana Karla Canarinos, também professora de literatura da Uerj, interpreta “Meditação” como uma obra precursora do ensaísmo sociológico brasileiro. Segundo a estudiosa, o texto em prosa poética teria antecipado as discussões sobre os efeitos da escravização na formação do país realizadas apenas no século seguinte por intelectuais como Gilberto Freyre e o sociólogo Sérgio Buarque de Holanda (1902-1982). “Gonçalves Dias defendeu o fim da escravização muito antes de abolicionistas como Joaquim Nabuco [1849-1920]”, afirma Canarinos.

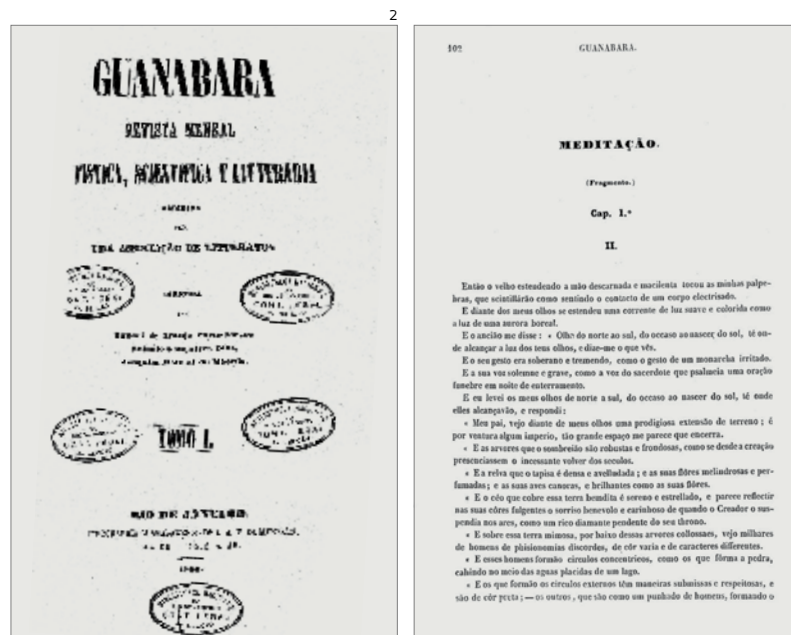
“Trata-se de um texto virulento, com uma visão extremamente negativa sobre o processo de colonização portuguesa e sobre a elite política brasileira”, acrescenta Marques, também autor do livro *Gonçalves Dias: O poeta na contramão* (EdUFSCar, 2010), publicado com apoio da FAPESP. De acordo com o pesquisador, os trechos de “Meditação” que continham críticas contundentes a políticos do período regencial só vieram à luz com a edição de suas obras póstumas, entre 1868 e 1869. Isso porque, em geral, os autores românticos não se arriscavam a tratar do espinhoso tema da escravização, já que muitos mantinham relações de troca de favores com o governo – incluindo Gonçalves Dias. Em 1849, o poeta foi agraciado por dom Pedro II (1825-1891) com a comenda de Cavaleiro da Ordem da Rosa pelo trabalho à frente da revista *Guanabara*, que fundou com os escritores Manuel de Araújo Porto-Alegre (1806-1879) e Joaquim Manuel de Macedo (1820-1882). Além disso, na mesma época se tornou o primeiro professor de história do Brasil no Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, e dedicou ao monarca *Os timbiras* (1857), sua inacabada épica indianista. “Gonçalves Dias caiu no gosto do imperador, com quem tinha uma

relação ambígua. Não podia criticar o governo abertamente, pois era sustentado por ele”, conta Canarinos a respeito do autor, cujo bicentenário foi comemorado em agosto do ano passado.

**P**ara os organizadores da coletânea, as esparsas festividades em torno da data – à exceção do Maranhão, que celebrou a efeméride com uma série de eventos – não estão à altura de sua importância para a cultura brasileira. Na opinião de Werkema, um dos motivos desse esquecimento é que o estereótipo de país forjado em poemas como “Canção do exílio” e “I-Juca Pirama” encontra pouca ressonância no século XXI, quando se discutem no campo da literatura pautas como o decolonialismo e a desconstrução da ideia de Estado-nação. “Esse ‘clichê de brasilidade’, por escamotear o genocídio e apagamentos culturais dos povos originários, pode incomodar os leitores contemporâneos”, afirma. “Mas a tendência de julgar um homem do século XIX com padrões éticos e morais atuais corre igualmente o risco de apagar suas contribuições.”

Segundo Werkema, Gonçalves Dias atuou em várias frentes. Além de poeta, foi dramaturgo e pesquisador viajante, por exemplo. “Ele pensava a questão indígena não só de maneira literária, mas também etnográfica [ver Pesquisa FAPESP nº 179]. Realizou diversos estudos e projetos a respeito no Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, como o *Dicionário da língua tupi, chamada língua geral dos indígenas do Brasil* [1858]”, relata Marques. Também integrou a Comissão Científica do Império (1859-60) com geólogos, geógrafos, astrônomos, zoólogos e botânicos, tendo visitado o Ceará e Amazonas. Na oportunidade, chegou a

Em 1850, Gonçalves Dias publicou o texto “Meditação”, na revista *Guanabara* (abaixo), em que discute os efeitos da escravização na formação do país





O poema “Canção do exílio” inspirou marcha de carnaval da década de 1930, interpretada por Carmen Miranda, e a música “Marginália II”, uma das faixas do disco *Gilberto Gil* (1968)



enviar objetos etnográficos para o Rio de Janeiro, incorporados depois ao Museu Nacional.

De acordo com Leonardo Davino de Oliveira, professor de literatura da Uerj, “Canção do exílio” cristalizou uma imagem de Brasil que extrapolou a literatura. O poema, extremamente musical, escrito em redondilhas e sem adjetivações, abre *Primeiros cantos* (1846-47), livro de estreia de Gonçalves Dias. Seus versos foram incorporados ao hino nacional e fazem parte da memória afetiva dos brasileiros. “Naquele momento pós-Independência, as nossas cores, a nossa fauna, a nossa flora foram cantadas de forma ufanista para nos diferenciar do colonizador”, analisa o pesquisador.

**N**o século XX, porém, o poema se tornou um “problema” a ser enfrentado por escritores e compositores populares no processo de construção da identidade nacional: paródias, releituras e reinterpretções foram feitas por autores como Oswald de Andrade (“Minha terra tem palmares”), Murilo Mendes (“Minha terra tem macieiras da Califórnia/ onde cantam gaturanos de Veneza”), Carlos Drummond de Andrade (“Um sabiá/ na palmeira, longe.”) e Ferreira Gullar (“Minha amada tem palmeiras/ Onde cantam passarinhos”). “Os modernistas do século XX tinham uma visão crítica do século XIX e revisaram inúmeras vezes o poema de Gonçalves Dias”, conta Oliveira, que no livro faz um levantamento das reverberações dos célebres versos gonçalvinos na música popular brasileira.

Eles estão presentes, por exemplo, na marchinha “Minha terra tem palmeiras”, sucesso do carnaval de 1937. Assinada pela dupla João de Barro (1907-2006) e Alberto Ribeiro (1902-1971), a música foi interpretada pela cantora Carmem Miranda (1909-1955). Ou então em “Marginália II” (1968), de Gilberto Gil e Torquato Neto (1944-1972), canção escrita no contexto da contracultura e da ditadura militar (1964-1985), cujos versos dizem “Minha terra tem palmeiras/ onde sopra o

vento forte/ Da fome, do medo e muito/ Principalmente da morte”. Em 1984, ainda durante o regime de exceção, a cantora Gal Costa (1945-2022) gravou “Ave nossa”, de Beu Machado e Moraes Moreira (1947-2020): “Minha terra tem pauleira/ Desencanta e faz chorar/ Mas tem um fio de esperança/ Quando canta e quando dança/ No assobio do sabiá”. Além disso, como elenca o pesquisador no artigo, o poema batiza o disco *Canção do exílio* (1984), do sambista Paulo Diniz (1940-2022), e também a música de Ubiratan Sousa e Souza Neto, gravada em 1987 pela cantora Alcione no ritmo maranhense do tambor de crioula. “É um poema que fala para todos que, em alguma medida, se sentem desterrados”, considera Oliveira.

Em novembro de 1864, o navio que partiu do porto do Havre, na França, para levar Gonçalves Dias de volta ao Brasil depois de mais uma estada na Europa, naufragou na costa do Maranhão. Embora quisesse passar os últimos dias de vida em sua terra natal, como diz nos versos “Não permita Deus que eu morra/ sem que volte para lá”, o desejo do autor não se realizou. Com a saúde já debilitada aos 41 anos, o poeta foi a única vítima do desastre, em que possivelmente também se perderam os originais de *Os timbiras* e, supostamente, a maior parte de seu trabalho etnográfico feito na época da Comissão Científica do Império.

Anos mais tarde, ele seria homenageado pelo escritor Machado de Assis (1839-1908) com um poema longo em que uma “indiana virgem” entoava um canto fúnebre ao poeta. “Morto, é morto o cantor dos meus guerreiros! Virgens da mata, suspirai comigo!”, escreve em “A Gonçalves Dias”, do livro *Americanas* (1875). Em 1901, o busto do maranhense foi inaugurado no Passeio Público do Rio de Janeiro, ocasião em que o mesmo Machado de Assis declarou: “A canção está em todos nós, como os outros cantos que ele veio espalhando pela vida e pelo mundo [...] tudo o que os velhos ouviram na mocidade, depois os mais jovens, e daqui em diante ouvirão outros e outros, enquanto a língua que falamos for a língua de nossos destinos”. ■

# UM EDUCADOR PELA LIBERDADE

O pedagogo Roberto da Silva defendia que o ensino podia transformar o futuro de infratores

**Fernanda Ravagnani**



Silva em 2017: pedagogo foi presidiário antes de se tornar professor da USP

**A** cada entrevista que concedia, o pedagogo paulista Roberto da Silva ouvia mais perguntas sobre seu passado de presidiário e de menino criado em abrigos do que sobre sua atuação acadêmica como professor da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FE-USP). Silva, que morreu aos 66 anos no dia 18 de dezembro, não se importava em contar e recontar sua trajetória. Costumava dizer que esse percurso lhe servia como metodologia de trabalho: sua história de vida e o olhar “de dentro” foram o subsídio para as pesquisas que realizou na área de pedagogia social. Nelas defendia, por exemplo, que a educação podia transformar o futuro de presos e adolescentes infratores.

Silva tinha 4 anos quando foi tirado da mãe pelas autoridades, no início da década de 1960. Ela havia saído do interior paulista rumo à capital com os quatro filhos pequenos. Depois de passar por dificuldades na nova cidade, procurara o Juizado de Menores em busca de auxílio financeiro. Os outros três irmãos, todos menores de 7 anos, também foram separados da família. O pedagogo cresceu na Fundação Nacional para o Bem-Estar do Menor (Funabem), que mais adiante se transformaria em Febem. Aos 15 anos, teve acesso a documentos em que des-

cobriu que não havia sido abandonado e que tinha irmãos. Perto da maioridade, foi liberado. Morou na rua por anos e reproduziu o “ciclo de formação da marginalidade” que depois discutiria em sua produção teórica.

Preso e condenado por furtos, esteve na Casa de Detenção de São Paulo, conhecida como Carandiru, entre 1979 e 1984, onde encontrou meninos que haviam crescido como ele na Febem. Veio dali a convicção de que a perpetuação da pobreza e da violência era estrutural. Curioso e inquieto, começou a estudar, e em 1993 graduou-se em pedagogia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

No mestrado em educação, já pela USP, propôs-se a traçar o perfil de meninos abandonados e órfãos colocados em internatos entre 1958 e 1964, na cidade de São Paulo, e que tivessem saído da Febem perto da maioridade, como foi o caso dele. Silva quantificou quantos desses ex-internos cometeram crimes e foram posteriormente presos. O estudo, concluído em 1997, foi publicado no livro *Os filhos do governo*, lançado no ano seguinte, pela editora Ática. Já no doutorado, defendido em 2001 na USP, com apoio da FAPESP, analisou a eficácia sociopedagógica da pena de privação de liberdade. Em 2002 Silva se tornou professor da FE-USP, onde foi admitido por concurso público.

“Ele teve um papel fundamental na formação de pesquisadores da área de educação que investigam a questão do encarceramento”, afirma a socióloga Liana de Paula, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), especializada em justiça juvenil e atendimento socioeducativo. Um de seus principais projetos era o Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Educação em Regimes de Privação de Liberdade (GEPÊ Privação). Desde 2017 a iniciativa oferece na FE-USP, em parceria com o Instituto Paulo Freire, cursos para capacitar educadores que atuem em presídios e na Fundação Casa, antiga Febem. “Roberto era do tipo que põe a mão na massa”, descreve Valdir Heitor Barzotto, vice-diretor da FE-USP, ao contar do empenho do educador para concretizar ideias e levantar recursos.

Silva foi idealizador e professor, por mais de 15 anos, de uma disciplina sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), oferecida em todas as licenciaturas da USP. Além disso, ministrou cursos de extensão sobre o assunto para profissionais como conselheiros tutelares, defensores públicos, promotores, juízes, educadores de abrigos e da Fundação Casa.

Casado com a fisioterapeuta Doracy Costa Oliveira, o educador morreu em São Paulo por complicações cardíacas e renais. Deixa os filhos Ana Beatriz e Roberto. ■





# DESLUMBRE E HORROR

Dois artistas que acompanharam Darwin na viagem do Beagle retrataram a natureza e a sociedade do Rio de Janeiro do século XIX

Suzel Tunes

O dia 2 de abril de 1832 já findava quando o HMS (His Majesty's Ship) Beagle aproximou-se da baía de Guanabara. O comandante britânico Robert FitzRoy (1805-1865) não quis aportar, preferiu esperar o amanhecer. “Permanecemos fundeados a noite passada, pois o capitão determinou que deveríamos ver o porto do Rio e sermos vistos em plena luz do dia. A vista é magnífica”, contou o tripulante

Charles Robert Darwin (1809-1882) em carta à irmã Caroline.

O jovem inglês de 23 anos, convidado a participar da expedição por seu interesse em história natural, ficou fascinado pela paisagem tropical que FitzRoy queria desfrutar na claridade da manhã – e à qual planejava se integrar. O chefe da expedição já sabia o quão impactante poderiam ser os cenários do país então recentemente emancipado de Portugal. Ele havia aportado em Salvador em 1832, primeira parada do Beagle no Brasil após

a longa travessia do oceano, onde admirou “cada variação de verde potencializada pelo nascer do Sol e pelas sombras: todo esse charme aumentado por todas as torres das igrejas, pelos conventos e pelas paredes brancas sob as folhas de palmeiras”, como escreveu em sua narrativa da viagem.

FitzRoy não pretendia guardar esses cenários apenas na memória e nos relatos de viagem. Para integrar a expedição de circum-navegação realizada entre 1831 e 1836, contratou um artista: o experiente viajante e talentoso pintor inglês Augustus Earle (1793-1838). Mas Earle ficou doente durante a passagem do Beagle pelo Uruguai, em 1833. Segundo anotações do diário de Darwin, ele sofria de reumatismo (faleceria cinco anos mais tarde, na Inglaterra, vítima de asma). Em novembro de 1833, o também inglês Conrad Martens (1801-1878) subiria a bordo do Beagle, em substituição a Earle.

De acordo com Marcos Ferreira Josephino, biólogo e historiador do Instituto de Educação Clélia Nanci, no Rio de Janeiro, autor de um artigo sobre os dois artistas publicado em junho na revista *Filosofia e História da Biologia*, Martens havia deixado a Inglaterra, a bordo do

navio *Hyacinth*, em 1832, com a intenção de fazer uma viagem de circum-navegação de três anos via América do Sul e Índia. Quando chegou ao Rio de Janeiro e ouviu a notícia de que o *Beagle* havia perdido seu artista oficial, partiu imediatamente para Montevidéu a fim de oferecer seus serviços ao capitão FitzRoy.

Martens era considerado excelente paisagista, mas não tão bom em retratos como seu antecessor. Numa carta escrita a Darwin em outubro de 1833, quando o naturalista fazia pesquisas em terra, enquanto o navio permanecia atracado em Montevidéu, FitzRoy dá a notícia da substituição que ocorreria em breve e comenta que as paisagens de Martens eram “realmente boas, embora, talvez, em figuras humanas ele não se igualasse a Earle”.

Utilizando sobretudo a técnica da aquarela, os artistas retrataram paisagens e cenas do cotidiano dos países por onde passaram. “A aquarela, por ser portátil, era a técnica de circulação por excelência. Os viajantes produziam obras pequenas, muitas vezes em cadernos de anotações. Algumas dessas imagens foram transferidas para livros, por meio de litografia”, explica a historiadora da arte Ana Gonçalves Magalhães, diretora do Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP).

*Botafogo bay (Baía de Botafogo)*, aquarela de Conrad Martens (ao lado), cerca de 1830

Um exemplo é a litografia de Thomas Abiel Prior (1809-1886) feita com base em uma ilustração de Earle denominada *San Salvador, Bahia* e publicada em 1839 no livro de FitzRoy, *Narrative of the surveying voyages of His Majesty's ships Adventure and Beagle*.

O principal objetivo da viagem do *Beagle*, a serviço da Marinha Real britânica, era a realização de um levantamento geográfico e hidrográfico da Terra do Fogo e da costa sul da América do Sul, além de traçar o curso da circum-navegação por cronômetros marítimos (equipamento usado para determinar longitudes). A escolha de FitzRoy mostrou-se acertada para os propósitos da expedição. Aluno exemplar da Academia



Naval, ele havia se destacado por suas habilidades cartográficas e interesses científicos (ao se aposentar das viagens, seria um dos pioneiros dos estudos meteorológicos). De acordo com artigo de Gabriel Passetti, professor de história das relações internacionais da Universidade Federal Fluminense, FitzRoy estava tão empenhado no sucesso da expedição que comprou, com recursos próprios, 17 cronômetros adicionais aos cinco fornecidos pelo governo para não perder os referenciais corretos para a definição dos meridianos em relação ao observatório de Greenwich.

Nesse período, a Marinha Real britânica realizou diversas expedições que associavam o interesse científico aos comerciais e políticos. A viagem do *Beagle* poderia se somar a tantas outras, hoje anônimas, não fosse pela participação de Darwin, recém-formado pela Universidade de Cambridge, que se tornaria um dos mais ilustres cientistas da história.

Josephino ressalta que as observações anotadas ao longo da expedição no *Beagle* tiveram importante papel no desenvolvimento da teoria da evolução darwiniana, sistematizada no livro *A origem das espécies*, de 1859. Os relatos do naturalista não deixaram impressões apenas sobre a fauna e a flora. “Darwin apaixonou-se pela paisagem natural do Brasil, mas ficou chocado com a maneira como os africanos escravizados eram tratados, a ponto de escrever em seu diário que esperava nunca mais visitar um país escravocrata”, diz ele. Nas pinturas dos artistas tripulantes do *Beagle* – especialmente nas de Earle –, também se encontram essas duas leituras do país.

#### ARTISTA ERRANTE

Earle e Martens são artistas pouco conhecidos no Brasil. Segundo a historiadora da arte Patrícia Meneses, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), dois motivos principais fizeram com que esses pintores não tivessem, no país, a mesma projeção de contemporâneos como o francês Jean-Baptiste Debret (1768-1848) ou o alemão Johann Moritz Rugendas (1802-1858). “O primeiro fator é que os textos de Darwin, embora descrevem espécies de plantas e animais, não são ilustrados.” FitzRoy, que publica poucas imagens em seu livro, até menciona o registro de espécies desconhecidas de peixes no *Beagle* –





Cópia de retrato de FitzRoy feito em litografia por Herman John Schmidt, cerca de 1910, e aquarela *HMS Beagle off Fort Macquarie, Sydney harbour* (*HMS Beagle* perto de Fort Macquarie, porto de Sydney), de Owen Stanley, de 1841



“o Sr. Earle fez desenhos cuidadosos deles, e o Sr. Darwin preservou muitos em álcool” –, mas os desenhos não foram publicados. “Os estudos de animais se perderam”, lamenta a historiadora. E dos trabalhos de Martens no Brasil, por onde o artista passou antes de ingressar na expedição do Beagle, restaram apenas algumas paisagens de praias cariocas.

Outra razão de esses pintores serem pouco estudados por aqui é a localização de seus acervos: a Biblioteca Nacional da Austrália. “As coleções estão na Austrália desde o começo do século XX”, informa Meneses. A Austrália foi o país que Martens escolheu para formar família e residir até os últimos dias de vida, após deixar o Beagle, em 1834 (após 9 meses

a bordo, ele foi dispensado por falta de espaço), e viajar pela Oceania. Ele é considerado o primeiro artista profissional daquele país. Earle também produziu diversas obras em países da Oceania, incluindo a Nova Zelândia e a Austrália, por onde viajou entre 1824 e 1828 e se tornou célebre como pintor de cenas do cotidiano e retratos de importantes personalidades australianas.

Autor do livro *Augustus Earle (1793-1838): Pintor viajante* (Novas Edições Acadêmicas, 2015), Guilherme Gonzaga, do Centro Universitário Iesb, em Brasília, enumera um terceiro motivo da relativa ausência desse pintor no cenário acadêmico nacional: o fato de jamais ter coligido e publicado suas imagens brasi-

leiras, como fizeram Debret, Rugendas e outros artistas naturalistas ou viajantes que estiveram no Brasil no século XIX. Morto aos 46 anos, ele não teria tido tempo para realizar esse trabalho.

**E**arle foi, provavelmente, “o artista europeu mais viajado do século XIX”, afirma o historiador neozelandês Leonard Bell, professor de história da arte na Universidade de Auckland, em artigo de 2014 no *Journal of Historical Geography*. Ele seria conhecido por seus contemporâneos como “artista errante”. “Earle se tornaria o primeiro artista profissional a visitar todos os cinco continentes”, acres-

*Islands off Rio harbour* (*Ilhas ao largo do porto do Rio*), de Conrad Martens, aquarela, 1833



*Punishing negroes at Cathabouco, Rio de Janeiro (Punição de negros no Calabouço, Rio de Janeiro), de 1822, Negroes fighting, Brazil (Negros lutando), 1824, aquarelas de Augustus Earle*

centa a britânica Sarah Thomas, professora de museologia e história da arte na Birkbeck, Universidade de Londres, na *Atlantic Studies*, em 2011. O pintor britânico passou mais de seis anos nas Américas, desde 1818, quatro dos quais no Brasil, de 1820 a 1824. São desse período suas obras brasileiras mais conhecidas.

Para Darwin, a participação de Earle nas primeiras etapas da viagem do *Beagle* foi providencial. Conhecendo bem o Rio de Janeiro, serviu-lhe de guia nas andanças pela cidade. “Eles se tornaram amigos e chegaram a compartilhar uma casa em Botafogo”, destaca Gonzaga. Foi Earle quem conduziu Darwin ao topo do morro do Corcovado, que já conhecia de sua primeira passagem pelo Rio. “Existe uma espécie de afinidade do olhar na imagem do artista e na descrição do cientista”, comenta Meneses. Na aquarela *View from the summit of the Cacaçada [Corcovado] Mountains, near Rio de Janeiro*, de 1822, Earle expressa sua emoção diante da paisagem de uma maneira bastante peculiar, inserindo-se na cena, numa postura de assombro e deslumbramento. A mesma admiração será expressa por Darwin em seu diário de bordo: “Logo alcançamos o pico, e contemplei a vista que, talvez com exceção daqueles da Europa, é a mais celebrada do mundo. Se classificarmos o cenário de acordo com o espanto que produz, esse certamente ocupa o lugar mais alto”.

Os cenários brasileiros já seduziam naturalistas e artistas europeus desde 1808, quando a abertura dos portos às nações amigas permitiu a vinda de diversos integrantes de expedições artísticas e científicas ao Brasil. Além de paisagens, os artistas viajantes retrataram cenas do cotidiano, como atividades de trabalho e lazer praticadas por pessoas comuns – as chamadas “pinturas de gênero”. Essas representações da vida cotidiana, no entanto, não podem ser consideradas retratos fiéis da realidade, adverte Magalhães, da USP: “Elas não têm



nada de neutras, constroem a ideia de um território que precisa ser civilizado e vai aprender com os europeus, pois são eles que têm os instrumentos da ciência”. Boa parte das gravuras, óleos e litografias feita nesse período traz a imagem idílica de um paraíso tropical, no qual a escravidão parece apenas mais um detalhe pitoresco. Mas, na avaliação de Meneses, da Unicamp, em algumas dessas representações do cotidiano Earle busca ir além do aspecto pitoresco, trazendo um olhar crítico sobre a escravidão. “Earle é mais expressivo e mais atento às tensões sociais do que outros artistas de sua época”, afirma. Ela cita a aquarela *Negroes fighting, Brazil*, de 1822, que retrata dois escravizados lutando. À esquerda da pintura, nota-se um soldado

que, um tanto desajeitado, tenta alcançar os lutadores pulando uma cerca. Nesse período, a prática da capoeira era proibida e continuou sendo considerada crime até 1937. “O artista não se limita a registrar a capoeira, mas inclui a reação que ela causa, numa espécie de mapeamento social”, diz a historiadora. Bell compara a arte de Earle com os métodos de investigação científica de Darwin: “Ambos são caracterizados pela observação atenta e crítica dos fenômenos naturais e das pessoas que eles encontraram. As práticas de ambos ultrapassaram o acúmulo de informações factuais”, escreveu no artigo sobre o pintor. ■

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



## UM DEFENSOR DA SEGURANÇA ALIMENTAR

O contraste cultural não impediu que o agrônomo paquistanês Arshad Jalal encontrasse no Brasil respostas para suas pesquisas de biofortificação



Desde criança tenho contato com o mundo da agricultura. Meu pai é um pequeno agricultor na cidade de Katlang, ao norte do Paquistão. Em seus 4 hectares de terra, ele planta grãos, como trigo e milho, além de legumes e verduras. Morei nessa propriedade até ir cursar o ensino médio em Swabi, uma cidade próxima da minha terra natal, onde vivi em um hostel.

Em 2011, quando tinha 17 anos, entrei na Universidade Agrícola de Peshawar, na mesma região. Trata-se de um grande centro universitário, onde estão algumas das principais escolas superiores públicas do Paquistão nas áreas de ciências exatas e biológicas. Por sinal, foi lá que estudei meus dois tios, irmãos do meu pai.

Enquanto eles se interessaram em investigar a produção de plantas e suas doenças, fui por outro caminho. Nos dois anos iniciais do curso, que são de formação mais geral, eu ia muito à bibliote-

ca para ler publicações como as da FAO [Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura]. Fiquei sabendo que em muitas regiões do mundo, principalmente na África, o solo tem baixo teor de nutrientes e isso acaba comprometendo a qualidade nutricional dos alimentos. Foi assim que me interessei pelo tema de segurança alimentar.

No Paquistão, os dois anos finais da graduação são de especialização e optei pela agronomia. Queria descobrir maneiras de melhorar a produtividade agrícola e, ao mesmo tempo, aumentar a quantidade de nutrientes dos grãos. Logo que acabei a faculdade, ingressei no mestrado, na mesma universidade, em Peshawar.

Desde então, trabalho com biofortificação agrônômica, técnica que utiliza uma série de ferramentas, como a adubação mineral, para deixar as plantas mais nutritivas para o consumo humano e animal. Acredito muito nessa proposi-

ta: é uma forma de aprimorar a dieta e a qualidade de vida dos mais pobres. Na época, fiz experimentos utilizando fertilizante foliar. Ou seja, apliquei ferro e zinco nas folhas e consegui bons resultados de pesquisa.

Após finalizar o mestrado, enviei várias solicitações de bolsa para tentar ingressar no doutorado em alguma instituição internacional. Fui aprovado em três delas, inclusive na Universidade Agrícola de Nanjing, na China, mas escolhi o Brasil.

Um dos fatores que me fizeram decidir pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia da Unesp [Universidade Estadual Paulista], campus de Ilha Solteira, foi a linha de pesquisa do meu orientador, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho. Também adepto da biofortificação agrônômica, ele não apenas realiza estudos para enriquecer os grãos com ferro e zinco, como trabalha com bactérias para aumentar a eficiência da

adubação nitrogenada e fosfatada. O uso de bactérias na biofortificação é uma novidade e fiquei curioso para saber mais sobre essa possibilidade.

Cheguei em São Paulo em 2019. E, claro, foi um desafio me adaptar à cultura brasileira. Sou muçulmano, como a maioria do povo paquistanês. Em meu país, por exemplo, homens não cumprimentam as mulheres com beijos no rosto e abraços – a não ser que elas façam parte do círculo familiar, como mãe, irmã ou esposa. Também por motivos religiosos, não bebo nada alcoólico, tampouco como carne de porco e de boi. Confesso ter estranhado a alimentação do Brasil, mas, ao mesmo tempo, adorei várias coisas: os peixes, o açaí, os sorvetes de frutas, além dos sucos naturais de vários sabores.

O professor Marcelo me ajudou muito: foi comigo achar uma casa para alugar, me acompanhava nos restaurantes. De qualquer forma, vi que precisava aprender logo o português para ganhar autonomia. Aí fiz um trato com alguns colegas do mestrado e do doutorado: eu poderia ensinar inglês para eles, que, em troca, me ensinariam português. No Paquistão, o inglês é uma das línguas oficiais e sou fluente no idioma. Por causa disso, ajudei na redação de muitos artigos para publicações internacionais.

À esquerda, Jalal em seu laboratório na King Abdullah University of Science and Technology, na Arábia Saudita. Abaixo, em pesquisa de campo na Unesp de Ilha Solteira



Jalal com Marcelo Teixeira Filho, orientador de sua pesquisa de doutorado na Unesp

No início, fiquei muito sozinho. Além da dificuldade natural para um recém-chegado fazer amizade, em 2020 o mundo mergulhou na pandemia de Covid-19. Casei a distância, e minha mulher, a pedagoga Amna Gohar, chegou ao Brasil em dezembro daquele ano. Por causa da questão sanitária, apenas um avião decolava por semana para o Brasil. Às vezes, o intervalo chegava a duas semanas. Logo, ela iniciou o doutorado em Educação na Unesp, campus de Marília. Primeiro, cursou de forma remota em razão da pandemia, mas depois passou um período em Marília. Sua meta é avaliar as diferenças entre os cursos de pedagogia do Brasil e do Paquistão.

**E**m relação à minha pesquisa, contei com uma bolsa oferecida em conjunto pelo CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] e pela TWAS [Academia Mundial de Ciências], entidade voltada ao avanço científico nos países em desenvolvimento. Prossegui com meus experimentos de biofortificação no feijão, milho e trigo. Entretanto, a conselho do professor Marcelo, troquei a adubação foliar pelo uso de bactérias, que, no caso, são inoculadas diretamente na semente. É um método que reduz custos para o agricultor, pois dispensa o uso da pulverização. Além disso, como esses microrganismos potencializam a absorção de nutrientes pela planta, é possível reduzir o uso de fertilizantes minerais e, assim, seu impacto no meio ambiente.

Ao longo do processo, utilizamos várias bactérias. E obtivemos resultados positivos tanto no feijão quanto no milho e no trigo. Nos três casos, o aumento do teor de zinco nos grãos variou, em média, entre 18% e 40%, com pico de até 48%. Para completar, a produtividade dos

grãos aumentou cerca de 20%. Na pesquisa, só testamos o zinco, pois o solo da região onde está localizada Ilha Solteira já é rico em ferro e não há necessidade do fornecimento desse micronutriente.

A pesquisa foi considerada a melhor tese do campus de Ilha Solteira e ganhou o prêmio da revista científica *Plants* como uma das três melhores teses de doutorado na área de ciências agrárias defendidas no mundo em 2022. Além disso, partes do estudo saíram em publicações como a *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, a *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, da Alemanha, e a *Crop and Pasture Science*, da Austrália.

Em junho de 2022, nasceu meu filho, Muhammad Ibrahim, em Ilha Solteira. Fiquei no Brasil até maio de 2023, quando ingressei na King Abdullah University of Science and Technology, na Arábia Saudita, para fazer um estágio de pós-doutorado até o ano que vem. Continuo a trabalhar com biofortificação agrônômica, mas agora investigo a produção de um fertilizante capaz de fornecer ferro e zinco às plantas por meio da nanotecnologia. Meu plano é conseguir trabalho em uma universidade do Paquistão e poder aplicar esse conhecimento em meu país, cujo solo é carente desses dois micronutrientes. Entretanto, não pretendo ficar longe do Brasil. Neste semestre, voltarei ao país com minha mulher, que vai defender sua pesquisa de doutorado, em Marília. ■

DEPOIMENTO CONCEDIDO A RUBEM BARROS

SAIBA MAIS

TWAS (Academia Mundial de Ciências)





# Em busca de corações e mentes

Marcelo Ridenti



**Políticas de atração: Relações artístico-culturais entre Estados Unidos e Brasil (1960-1970)**

Dária Jaremtchuk  
Editora Unesp  
401 páginas  
R\$ 108,00

Os Estados Unidos tomaram várias iniciativas para conquistar artistas e intelectuais brasileiros, muitos originalmente simpáticos ao socialismo e à revolução cubana. Esse é o tema da pesquisa detalhada de Dária Jaremtchuk, em contribuição indispensável aos estudos sobre a Guerra Fria cultural desenvolvidos no Brasil e na América Latina. A autora se debruça sobre o que chama de “políticas de atração”, as quais buscavam quebrar resistências anti-imperialistas e transformar mentalidades. Influenciavam, por exemplo, o círculo das artes plásticas ao oferecer financiamento para exposições e bolsas de estudo nos Estados Unidos no período em que o Brasil viveu sob uma ditadura (1964-1985) aliada daquele país no contexto da Guerra Fria.

A pesquisa foi realizada em arquivos, sobretudo nos Estados Unidos, onde a autora revirou relatórios de agências de informação, de representações diplomáticas e de museus, consultou officios, boletins informativos e correspondência. Sem contar catálogos, fotos, jornais e outras fontes impressas. Ainda foram realizadas entrevistas exclusivas e analisadas matérias na imprensa, que cobria com destaque eventos culturais, incluindo artigos de jornalistas especializados em artes plásticas e atraídos pelas ações culturais norte-americanas.

O primeiro capítulo trata dos casos dos comunistas Roberto Pontual, do *Jornal do Brasil*, e Jayme Maurício, do *Correio da Manhã*. Eles foram peças-chave para construir redes de influência a partir de intercâmbios pessoais e institucionais, tema que perpassa toda a obra. O capítulo também analisa exposições itinerantes promovidas pelo International Art Program, empenhado em difundir a produção de artistas dos Estados Unidos, que pretendiam se tornar o centro mundial da arte contemporânea. Na oportunidade, foram usados mecanismos constituintes de verdadeiras “políticas de atração”. O termo, segundo a autora, designa atividades daquele país voltadas a “conquistar a elite culta brasileira”. Buscavam seduzir, cooptar ou, pelo menos, neutralizar adversários.

As iniciativas não eram apenas estatais, como evidência o segundo capítulo. Entidades privadas desempenhavam papel fundamental, como

nos casos analisados de mostras circulantes e exposições promovidas pelo Museu de Arte Moderna de Nova York (MoMA), indissociável da liderança de Nelson Rockefeller. O MoMA atuava articuladamente com agências governamentais, ganhando proeminência para seu país e para si próprio como instituição decisiva no cenário internacional.

O terceiro capítulo analisa o Instituto Brasil-Estados Unidos (Ibeu), do Rio de Janeiro, que ofertava prêmios e viagens em parceria com a iniciativa privada. Também se destacam outras instituições, como a Fundação Guggenheim, o Center for Inter-american Relations e a Organização dos Estados Americanos (OEA), que ajudaram a reverter a imagem negativa dos Estados Unidos e a torná-los a principal referência nas artes.

O Brazilian-american Cultural Institute é tratado no capítulo final. Ligado ao Itamaraty, o instituto surgiu em Washington no começo dos anos 1960 e seria usado pelo regime militar brasileiro para agir no meio artístico, até mesmo promovendo exposições nos Estados Unidos de artistas de oposição, como parte do esforço de melhorar a imagem do governo no exterior, onde era conhecido pelas arbitrariedades e pelas práticas de censura e de tortura.

O livro mostra em seu conjunto como iniciativas culturais dos Estados Unidos foram implementadas por instituições públicas e privadas diversas entre si, mas que tinham em comum a difusão de valores culturais e políticos do lado ocidental da Guerra Fria, liderado por aquele país. A obra também dá pistas para apreender o outro polo da relação, isto é, como essas iniciativas foram recebidas pelos sujeitos contemplados, vários deles de esquerda, e não só no âmbito das artes plásticas. Assim, colabora para o debate de temas como “acomodação, cumplicidade, resistência e dependência de financiamentos” por parte de artistas e intelectuais. Se as políticas de atração não lograram necessariamente alinhá-los aos pontos de vista de Washington, ao menos conseguiram “o esmorecimento do antiamericanismo no meio das artes em curto espaço de tempo”.

Marcelo Ridenti é professor titular de sociologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

**PRESIDENTE**

Marco Antonio Zago

**VICE-PRESIDENTE**

Ronaldo Aloise Pilli

**CONSELHO SUPERIOR**

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Herman Jacobus Cornelis Voorwald, Ignácio Maria Poveda Velasco, Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro 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), Agma Juci Machado Traina, Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Anapátria Moraes Vilha, Angela Alonso, Carlos Américo Pacheco, Claudia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Zampieri, Eduardo Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Flávio Vieira Meirelles, Francisco Laurindo, Jô Ueyama, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, Lilian Amorim, Marcio de Castro Silva Filho, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Marta Arretche, Paulo Schor, Reinaldo Salomão, Richard Garratt, Roberto Marcondes Cesar Júnior, 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)

**REPÓRTER** Christina Queiroz**ARTE** Claudia Warrak (Editora), Júlia Cherem Rodrigues e Maria

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

Felipe Braz (Designer digital)

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

de produção), Kézia Stringhini (Redatora on-line)

**MÍDIAS DIGITAIS** Maria Guimarães (Coordenadora), Renata Oliveira

do Prado (Editora de mídias sociais), Vitória do Couto (Designer digital)

**VÍDEOS** Christina Queiroz (Coordenadora)**RÁDIO** Fabrício Marques (Coordenador) e Sarah Caravieri (Produção)**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro**REVISÃO TÉCNICA** Ana Maria Fonseca de Almeida, Angela

Alonso, Célio Haddad, Claudia Plens, Deyse de Souza,

Francisco Laurindo, Gláucia Mendes de Souza, Jean Ometto,

José Eduardo Corá, José Roberto Arruda, Marta Arretche, Rafael

Oliveira, Ricardo Ribeiro Rodrigues

**COLABORADORES** Aline van Langendonck, Carolina Schwartz,

Felipe Floresti, Fernanda Ravagnani, Gilberto Stam, Julia Jabur,

Juliana Vaz, Letícia Naísa, Marcelo Ridenti, Márcio de Paula,

Marianne Wenzel, Meghie Rodrigues, Miréia Figueiredo, Rodrigo

Cunha, Rubem Barros, Sarah Schmidt, 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** 28.220 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**

## Terapia fotodinâmica

A reportagem “Em breve, no SUS” (edição 334) relata a saga de pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos da USP para ter a aprovação da Conitec de um dispositivo aprimorado para detectar e tratar câncer de pele. A petição inicial data de 2015 e só em 2023 a Conitec recomendou a incorporação desse tipo de tratamento ao SUS. A legislação é altamente restritiva e exigente na área da saúde sem, entretanto, ter as condições de responder com rapidez às demandas.

Clarissa W. Mendes Nogueira

## Autores prolíficos

Infelizmente vivemos tempos em que as pessoas pensam que quantidade é o mesmo que qualidade (“Produção assombrosa”, disponível apenas no site). Não é o volume que faz a boa ciência.

Thiago Genaro

Isso não existe. Em muitas áreas é difícil publicar um ou dois artigos por ano. Quem dirá mais. Definitivamente suspeito.

David dos Santos Soares

## Itinerários de pesquisa

Belíssima a trajetória do médico Sandro Matas (“Duro na queda”, edição 335).

Tive paralisia cerebral e lutei muito pela acessibilidade.

Ligia Eras

## Temas controversos

Sintomático isso (“Sensibilidade à flor da pele”, edição 335). Há poucos anos foi fundado o *Journal of Controversial Ideas*, um periódico dedicado à publicação de ideias “controversas”. Se bem fundamentada, pesquisa alguma deveria sofrer censura prévia. Se as ideias defendidas forem consideradas ofensivas por quem quer que seja, o melhor a fazer é refutá-las publicamente.

César Rocha

## Vídeo

Que vídeo incrível sobre o São Francisco (“Um rio com milhões de anos”). Seria altamente educativo e interessante transformar as principais pesquisas financiadas pela FAPESP em vídeos, proporcionando à população acesso de maneira didática a esses trabalhos.

Djanira Temporim

Roteiro e narração nota 10.

Evandro Oliveira

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

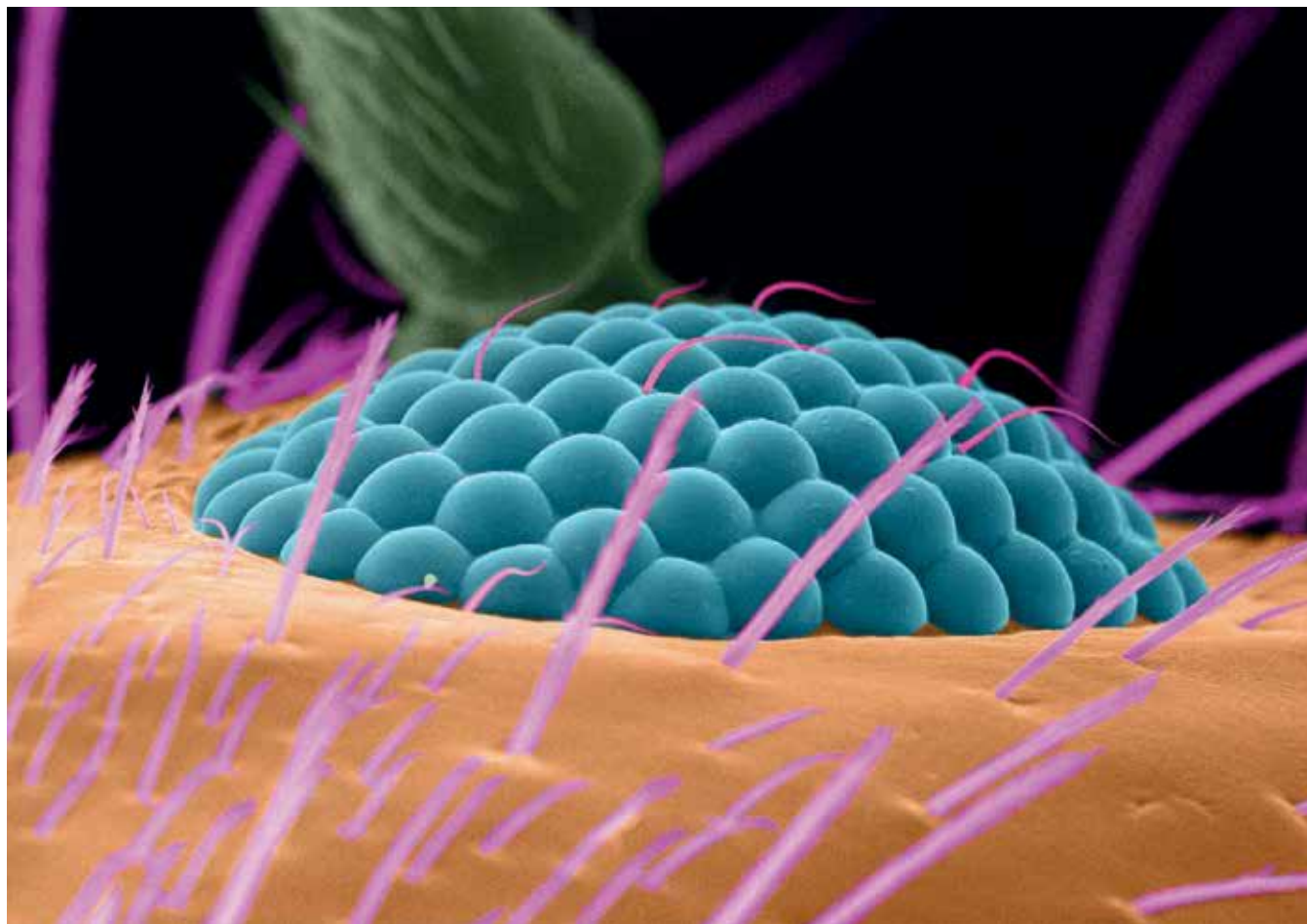
PesquisaFAPESP

pesquisafapesp

[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.



## *Visão microscópica*

Quando ciência e arte se encontram, o efeito pode ser surpreendente e inspirador. É nisso que o químico Márcio de Paula aposta quando mostra o microscópio eletrônico de varredura a alunos de grupos escolares. “Eles ficam maravilhados em ver algo que constantemente encontram no seu dia a dia, mas jamais imaginavam que era dessa forma”, relata ele, que produz imagens a partir de insetos, folhas, grãos de pólen e outras miudezas que recolhe. Acima, o olho de uma formiga que andou pelo pote de açúcar de sua casa. A imagem foi colorizada por técnicas de nanoarte e premiada em terceiro lugar, em novembro, no concurso internacional Nanoartography, entre 306 obras concorrentes de 36 países.

*Imagem enviada por Márcio de Paula, técnico de microscopia eletrônica no Instituto de Química da Universidade de São Paulo em São Carlos (IQSC-USP)*



- Ilustrações Digitais
- Ilustrações Manuais em Nanquim
- Mapas Georreferenciados
- Infográficos

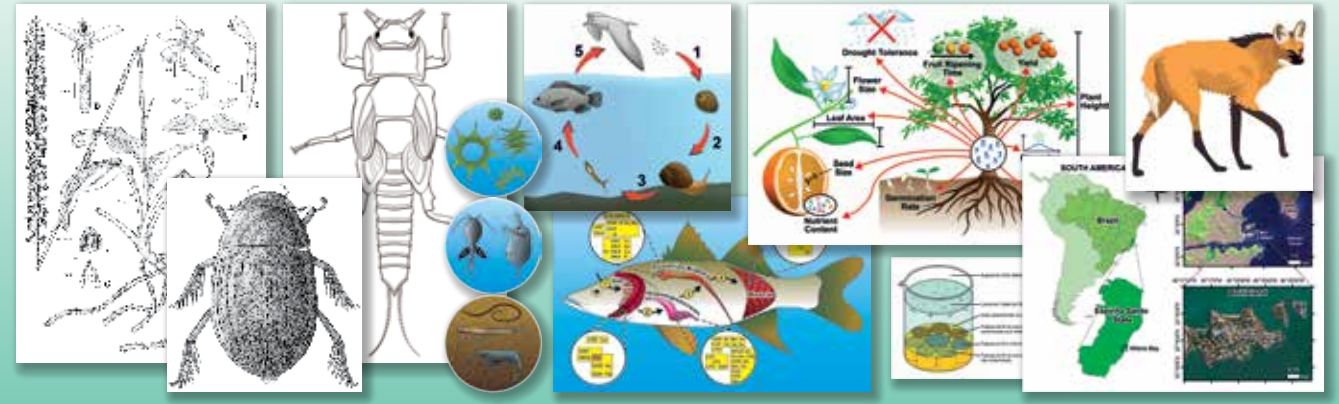
**Ilustrador Científico**  
*Ricardo Degani*  
Biólogo

(16) 99738-6733

[ricardodegani@gmail.com](mailto:ricardodegani@gmail.com)

[@degani.ilustrador](https://www.instagram.com/degani.ilustrador)

[ricardodegani.myportfolio.com](https://www.behance.net/ricardodegani)



**Pesquisa**  
FAPESP

[revistapesquisa.fapesp.br](http://revistapesquisa.fapesp.br)



FOLHEIE  
PESQUISA  
FAPESP  
ONDE  
ESTIVER



Leia a revista na  
plataforma ISSUU

Faça o download  
de edições

PARA RECEBER OS AVISOS,  
É SÓ SE CADASTRAR



[ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP](http://ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP)



APROVEITE!







**À VENDA EM BANCAS  
DE TODO O PAÍS**