

# Pesquisa

FAPESP ▾

FEVEREIRO DE 2021 | ANO 22, N. 300

## O VALOR DO SUS

Mesmo com investimento insuficiente, Brasil dispõe de um sistema universal de saúde que melhorou indicadores sociais e é um esteio na pandemia

### COVID-19

Aprovada para uso emergencial, CoronaVac é a primeira vacina aplicada no país; escassez de doses ameaça campanhas de imunização mundo afora

### BUTANTAN, 120 ANOS

Especial traz pesquisas e inovações em soros e vacinas; o diretor Dimas Covas expõe os planos para o instituto

### E MAIS

Reformulado, o FNDCT segue com recursos bloqueados; satélite brasileiro Amazonia-1 pronto para lançamento; professores contam como usam Pesquisa FAPESP em sala de aula





# VOCÊ SABIA QUE PESQUISA FAPESP TEM UM CANAL NO YOUTUBE?

Desde 2012, mais de 250 vídeos foram produzidos com base em reportagens de **Pesquisa FAPESP**

Disponibilizados quinzenalmente, sempre às segundas-feiras

A partir de 2017, legendados em português e alguns em inglês

Inscreve-se no canal e receba os avisos



ARQUITETURA AUXILIA NO COMBATE A EPIDEMIAS



AS MADEIRAS DOS ARCOS BRASILEIROS



MANUAL DE LIBRAS PARA CIÉNCIAS



CIÊNCIA AJUDA A PRESERVAR O AMBIENTE

Compartilhe conhecimento. Acompanhe!

[revistapesquisa.fapesp.br](http://revistapesquisa.fapesp.br) | Pesquisa Fapesp



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



## *Fênix vegetal*

Como a ave mítica que renasce das cinzas, a andira é uma árvore que brota do chão depois de um incêndio no Cerrado. As folhas, vermelhas como as labaredas que consomem a vegetação, parecem uma resposta ao fogo. Entender como as plantas reagem é parte do trabalho do grupo que busca maneiras de restaurar as diferentes fisionomias do bioma. "Essas folhas são a copa de uma árvore que está enterrada", conta o biólogo Rafael Oliveira.

*Imagen enviada por Rafael Oliveira, professor do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)*

**3** FOTOLAB  
**6** COMENTÁRIOS  
**7** CARTA DA EDITORA

**8** BOAS PRÁTICAS  
Fraudadores se infiltram na avaliação de artigos de revistas científicas

**11** NOTAS  
**14** NOTAS DA PANDEMIA

**COVID-19**  
**16** As controvérsias em torno da CoronaVac, a primeira vacina usada no país

**22** Os desafios que surgiram depois do desenvolvimento dos imunizantes

**BUTANTAN –120 ANOS**  
**26** Dimas Covas fala da pandemia e expõe planos para o instituto

**30** Instituição integrou equipes para enfrentar a Covid-19

**35** Pesquisadores estudam venenos não só de serpentes

**38** Controle de qualidade é uma preocupação constante

**CAPA**  
**42** O Sistema Único de Saúde (SUS) enfrenta problemas de financiamento e governança

**FINANCIAMENTO**  
**51** FNDCT é reformulado, mas governo permite bloqueio de seus recursos

**EMPREENDEDORISMO**  
**56** Pequenas fabricantes nacionais de insumos de pesquisa lutam para se consolidar

**ENSINO**  
**60** Textos de *Pesquisa FAPESP* podem estimular estudantes e ajudar professores

**OCEANOGRAFIA**  
**66** Sensores registram aumento de temperatura em regiões abissais do Atlântico Sul

**GEOLOGIA**  
**70** Sujeitas a um desgaste incessante, serras avançam lentamente para o interior do continente

**ORNITOLOGIA**  
**73** Maioria das espécies de pássaros teria emergido em ambientes extremos dos trópicos

**AMBIENTE**  
**76** Drones são usados para monitorar florestas tropicais

**ENGENHARIA AEROESPACIAL**  
**80** Satélite Amazonia-1, totalmente feito no país, deve ser lançado em fevereiro

**CIÊNCIA POLÍTICA**  
**82** Cientistas investigam o papel do dinheiro e dos tribunais nas eleições

**HISTÓRIA**  
**88** Documentos detalham a entrada de escravizados no Rio de Janeiro





2

## 91 RESENHA

O Brasil à procura da democracia: Da proclamação da República ao século XXI (1889-2018), de Newton Bignotto. Por Samuel Barbosa

## 92 MEMÓRIA

Edgard Roquette-Pinto participou de movimentos antirracistas e da radiodifusão no país

## 96 CARREIRAS

Sanitaristas respondem por ações destinadas a assegurar a saúde coletiva

Foto de capa  
LÉO RAMOS CHAVES

1. Cartões do SUS (CAPA, P.42)
2. Desenho para o livro inspirado em reportagens de Pesquisa FAPESP (ENSINO, P.60)

WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Leia no site a edição da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

VÍDEO [YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP](https://YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP)



## ▷ Manual de libras inova no ensino científico para surdos

Produzido por docentes e egressos da UFPI com o apoio de alunos deficientes auditivos, trabalho propõe cerca de 300 novos sinais

[bit.ly/igVLIBRASciencia](http://bit.ly/igVLIBRASciencia)



## ▷ Como a ciência ajuda a preservar o ambiente

O Programa Biota-FAPESP completa 20 anos colaborando para a criação de áreas de conservação e a busca por um desenvolvimento sustentável

[bit.ly/igBiota20Anos](http://bit.ly/igBiota20Anos)

## PODCAST

Programa discute estudos decoloniais, artigos que não recebem citação e origem dos pterossauros

[bit.ly/igPBR16jan21](http://bit.ly/igPBR16jan21)

## CONTATOS

revistapesquisa.fapesp.br

redacao@fapesp.br

PesquisaFapesp

PesquisaFapesp

pesquisa\_fapesp

PesquisaFAPESP

pesquisafapesp

cartas@fapesp.br

R. Joaquim Antunes, 727

10º andar

CEP 05415-012

São Paulo, SP

## ASSINATURAS, RENOVAÇÃO E MUDANÇA DE ENDEREÇO

Envie um e-mail para  
assinaturaspesquisa@fapesp.br

## PARA ANUNCIAR

Contate: Paula Iliadis

E-mail:

publicidade@fapesp.br

## EDIÇÕES ANTERIORES

Preço atual de capa  
acrescido do custo  
de postagem.

Peça pelo e-mail:  
clair@fapesp.br

## LICENCIAMENTO DE CONTEÚDO

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

# COMENTÁRIOS

cartas@fapesp.br

## Covid-19

Quanto mais o vírus circula, mais ele sofre mutações, mais fica resistente. Precisamos nos vacinar (“CoronaVac atinge eficácia recomendada pela OMS”). Quem se vacina, respeita e valoriza a ciência.

**Juliet Hyde**

## Pesquisa na quarentena

Importantes observações de Circe Bitten-court. Todos os professores deveriam ler (“Desta pandemia, espero que saia uma nova valorização do papel do professor”).

**Regina Miyeko Oshiro**

Quem dá aula sabe o quanto é difícil transformar o que era feito presencialmente em modo remoto. Mas minha impressão é de que quem já valorizava os professores e a educação permanece admirando o trabalho feito. Quem nunca valorizou, infelizmente chama professor de vagabundo, dizendo que queremos férias em casa. A polarização não é só ideológica, é moral mesmo.

**Vanessa Kruth Verdade**

## Libras na ciência

Que maravilha esse Manual de libras para ciências (“Manual de libras para ciências inova no estudo científico para surdos”). Vamos compartilhar para que chegue na maior parte das nossas escolas.

**Dami Silva**

Trabalho lindo e disponível gratuitamente.

**Ana Cristina Ferreira**

## Suicídio

Interessante a discussão sobre o tema suicídio na entrevista de Gustavo Turecki (“Detetive da mente”, edição 299). A pandemia e o isolamento social certamente terão consequências a médio e longo prazos no desenvolvimento de transtornos mentais, especialmente nos jovens.

**Bruno Hannud**

## Ciência sem dinheiro

Essa é uma ótima alternativa de fazer ciência, em qualquer circunstância (“Um notebook na mão, um projeto na cabeça”, edição 298).

**Gustavo Maia Souza**

Essas ferramentas citadas na reportagem também precisam de financiamento para serem criadas e mantidas. De algum lugar sai o custeio, mesmo que seja do bolso dos próprios pesquisadores.

**Roberto Pereira**

## Vídeo

O Biota-FAPESP tem importância para o conhecimento e monitoramento da biodiversidade. Sou grato por ter tido a chance de participar como pesquisador do programa, pois tive a oportunidade de oferecer uma excelente formação aos meus estudantes (“Como a ciência ajuda a preservar o ambiente”).

**Rogerio Caetano da Costa**

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

## Notícias que você lê no site de *Pesquisa FAPESP*

Florestas ripárias, aquelas que ladeiam os rios, tornam-se suscetíveis ao fogo e são ameaçadas pela agricultura

[bit.ly/igIncendioRio](http://bit.ly/igIncendioRio)



Chapada dos Veadeiros  
alterna matas fechadas,  
campos e florestas ripárias

BERNARDO FLORES

**PRESIDENTE**  
Marco Antonio Zago

**VICE-PRESIDENTE**  
Ronaldo Aloise Pilli

**CONSELHO SUPERIOR**

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Ignácio  
María Poveda Velasco, João Fernando Gomes de Oliveira,  
Liedi Legi Bariani Bernucci, Mayana Zatz, Mozart Neves  
Ramos, Pedro Luiz Barreiros Passos, Pedro Wongtschowski,  
Vanderlan da Silva Bolzaní

**CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**

**DIRETOR-PRESIDENTE**  
Carlos Américo Pacheco

**DIRETOR CIENTÍFICO**  
Luiz Eugênio Mello

**DIRETOR ADMINISTRATIVO**  
Fernando Menezes de Almeida

# Pesquisa

FAPESP

ISSN 1519-8774

**COMITÊ CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*),  
Américo Martins Craveiro, Anamaría Aranha Camargo, Ana Maria  
Almeida, Carlos Américo Pacheco, Catarina Segreti Porto,  
Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Gracas de Souza, Douglas  
Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita  
Neto, Fabio Kon, Francisco Rafael Martins Lauroino, João Luis  
Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, José Roberto  
Postali Parra, Letícia Veras Costa Lotufo, Lucio Angnes, Luciana  
Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco  
Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluy, Maria Julia Manso Alves, Marta  
Teresa da Silva Arretche, Paula Montero, Richard Charles Garratt,  
Roberto Marcondes Cesar Júnior, Rui Monteiro de Barros Maciel,  
Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli

**COORDENADOR CIENTÍFICO**  
Luiz Henrique Lopes dos Santos

**DIRETORA DE REDAÇÃO**  
Alexandra Ozorio de Almeida

**EDITOR-CHEFE**  
Nelson Marcolin

**EDITORES** Fabrício Marques (*Política C&T*),  
Glenda Mezarroba (*Humanidades*), Marcos Pivetta (*Ciência*),  
Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (*Editores especiais*),  
Maria Guimarães (*Site*), Yury Vasconcelos (*Editor-assistente*)

**REPÓRTERES** Cristina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade

**REDATORES** Jayne Oliveira (*Site*) e Renata Oliveira  
do Prado (*Mídias Sociais*)

**ARTE** Claudia Warrak (*Editor*),  
Júlia Cherm Rodrígues e Maria Cecília Fellini (*Designers*),  
Alexandre Alfonso (*Editor de Infografia*), Felipe Braz (*Designer digital*)

**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves

**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues

**RÁDIO** Sarah Caravieri (*Produção do programa Pesquisa Brasil*)

**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro

**COLABORADORES** Bruno de Piero, Diego Viana, Eduardo Geraque,  
Frances Jones, Joana Velozo, Patrícia Brundstatter, Tiago Jokura,  
Samuel Barbosa, Sidnei Santos de Oliveira, Rafael Oliveira

**REVISÃO TÉCNICA** Adriana Valio, Ana Maria Fonseca, Célio  
Haddad, João Lima Sant'Anna Neto, João Luiz de Azevedo, José  
Roberto Arruda, Maria Beatriz Florenzano, Nathan Berkovits, Paulo  
Artaxo, Ricardo Hirata, Walter Colli, William Roberto Wolf

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

**TIRAGEM** 30.000 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**

# Números

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

**S**egundo lugar em número absoluto de mortos por Covid-19 no mundo, o Brasil já ultrapassou a marca de 200 mil vítimas fatais. A cifra poderia ser bem menor se houvesse ampla adesão aos cuidados preventivos comprovadamente eficazes: distanciamento físico, uso de máscaras e medidas de higiene.

É igualmente inegável que o número poderia ser muito maior se não fosse o SUS, Sistema Único de Saúde, que há 30 anos oferece atendimento universal à população brasileira. Embora mais de 20% dos cidadãos também recorram a serviços privados de saúde, o SUS é aberto a todos e 150 milhões de brasileiros dependem exclusivamente dele.

A atual crise sanitária desencadeada pela pandemia evidencia as qualidades do sistema, que proporcionou em suas três décadas de existência avanços significativos no provimento de cuidados de saúde. Coloca em foco também os desafios que o sistema subfinanciado e ainda não totalmente implementado enfrenta. Reportagem de capa desta edição traz um balanço de um dos maiores sistemas de saúde pública do mundo (página 42).

No dia 17 de janeiro, a Anvisa autorizou o uso emergencial dos imunizantes CoronaVac, da chinesa Sinovac, e Covishield, da farmacêutica AstraZeneca em parceria com a Universidade de Oxford. Os sucessivos adiamentos do anúncio dos ensaios clínicos, somados à comunicação parcial dos resultados em um primeiro momento, levaram a dificuldades de compreensão quanto à eficácia da vacina chinesa por parte da opinião pública. A cobertura do novo coronavírus nesta edição procura esclarecer uma série de dúvidas que circulam nesse início da campanha de imunização (página 16).

Parte substancial dos ensaios clínicos de fase 3 da CoronaVac foi conduzida no Brasil sob a responsabilidade do Instituto Butantan – iniciativa do governo es-

tadual negociada com o governo chinês ainda nos primeiros meses da pandemia. Assumir um protagonismo nacional na busca por um imunizante que reduza as internações e mortes por Covid-19 injetou novo ânimo na instituição que, neste mês, completa 120 anos. Um conjunto de reportagens e entrevista produzidos pelo editor especial Carlos Fioravanti resgata a rica história do instituto e as suas diversas frentes de atuação hoje (página 26).

Esta edição registra outra efeméride, da própria *Pesquisa FAPESP*, que chega ao número 300. Não é um marco trivial para uma publicação nacional dedicada ao jornalismo científico, com 100 páginas mensais produzidas pela sua equipe. Com reportagens construídas a partir de resultados de pesquisas em ciência e tecnologia desenvolvidas no Brasil, nas mais diversas áreas do saber, a revista procura disseminar esse conhecimento e permitir aos leitores que se familiarizem com as instituições, as estruturas e os modos de fazer científico que viabilizam a construção desse conhecimento.

Originalmente uma publicação voltada para a comunidade científica, a revista ampliou seu público e muito se orgulha de alcançar um grupo muito importante, o de estudantes do fundamental II, do ensino médio e universitário. Reportagem à página 60 traz histórias e informações sobre o uso da revista em salas de aula, em livros didáticos e em vestibulares.

\*  
Antes da quarentena, quando a redação de *Pesquisa FAPESP* trabalhava presencialmente, meu telefone às vezes tocava e uma voz firme dizia: “Por favor, o Marcos”. Dona Rosa Carcillo Pivetta se referia ao filho, nosso editor de Ciência, há 20 anos na revista. Não tive a oportunidade de conhecê-la pessoalmente. A equipe toda se solidariza com a família e lamenta mais essa perda provocada pela pandemia.

# BOAS PRÁTICAS



## O golpe das edições especiais

Fraudadores enganam editores de revistas científicas e se infiltram no processo de revisão de artigos de números temáticos

**O**s editores do *Journal of Nanoparticle Research*, revista interdisciplinar dedicada a fenômenos e processos sobre estruturas em escala nanométrica, caíram em um golpe que comprometeu a integridade do processo de avaliação de artigos da publicação. O periódico, fundado em 1999 e vinculado à editora Springer Nature, suspendeu o lançamento de uma edição especial sobre o papel da nanotecnologia e da internet das coisas no atendimento em saúde após a descoberta de que três colaboradores incumbidos de selecionar os manuscritos eram impostores fazendo-se passar por cientistas reais.

Em setembro de 2019, a revista foi contatada por e-mail por pesquisadores das áreas de ciência da computação e engenharia afiliados a instituições do Reino Unido e da Alemanha, que sugeriam a

edição especial. A proposta vinha acompanhada de uma lista de cientistas que poderiam auxiliar na avaliação, com os respectivos endereços eletrônicos. Um dos editores do periódico, o químico Nicola Pina, da Universidade Humboldt, em Berlim, checou a lista de e-mails e não notou nada de errado. A maioria era composta por contas aparentemente institucionais, enquanto outras eram da plataforma Gmail, para a qual várias universidades migraram. A equipe editorial considerou a proposta interessante e franqueou a três pesquisadores dessa lista acesso a seu sistema de gerenciamento de *papers*, para que recebessem os artigos submetidos e coordenassem a edição.

Dezenas de manuscritos foram apresentados, mas só quando começaram a ser aceitos para publicação é que os editores perceberam uma anomalia. Vários *papers* eram de baixa qualidade e alguns nem sequer se enquadravam no escopo da edição. Constatou-se, então, que os e-mails dos coordenadores eram falsos. Em um dos endereços, o sufixo “uni”, que sugere vinculação com universidade, tinha sido trocado por “univ”. Em outro, o sufixo acadêmico “ac.uk” foi trocado por “-ac.uk”. Quem estava recebendo os manuscritos não eram os cientistas reais que, imaginava-se, estariam cuidando da edição – contatados, eles não faziam ideia do uso de seus nomes. Os destinatários dos *papers* eram fraudadores que buscavam facilitar a publicação de artigos, provavelmente em troca de dinheiro.

“Esse é um truque trivial e, se tivéssemos verificado profundamente, notaríamos que os domínios foram falsificados”, escreveram os responsáveis pelo periódico em um editorial que expôs o caso. O título do texto resume a trapaça: “O *Journal of Nanoparticle Research*, vítima de uma rede organizada de editores desonestos!”. A edição especial foi suspensa e os manuscritos com alguma qualidade estão sendo reavaliados por pesquisadores confiáveis. “Fomos descuidados? Provavelmente”, reconhecem os editores. “Mas quem teria pensado que cientistas chegariam a esse ponto de organizar uma rede e propor uma edição especial sólida e interessante em uma revista científica apenas para ter uns poucos artigos publicados?”

Uma investigação feita pelos editores e pelo Grupo de Integridade em Pesquisa da Springer Nature constatou que a fraude não envolvia apenas os coordenadores da

## Contas de e-mails eram falsas. Em uma delas, o sufixo “uni”, que indica vínculo com universidade, foi trocado por “univ”

edição especial. Os revisores convocados para analisar cada artigo também tiveram identidade apropriada por impostores e havia flagrantes irregularidades em seus pareceres. “Todas as evidências apontam para uma rede organizada que tenta, nesse caso com sucesso, se infiltrar em periódicos científicos com o objetivo de publicar facilmente manuscritos de pseudocientistas ou pesquisadores menos produtivos que desejam aparecer em periódicos respeitáveis”, afirmou o editorial. A apuração do caso continua. Os editores não revelaram os nomes dos pesquisadores que tiveram a identidade roubada nem dos autores de manuscritos suspeitos de participar do conluio.

Fraudes no processo de revisão de artigos estão longe de ser novidade e há tempos preocupam os editores de revistas científicas. De acordo com o site Retraction Watch, que monitora e noticia retratações de artigos científicos desde 2011, mais de 900 *papers* foram cancelados devido a esquemas que macularam a avaliação de seu conteúdo. Os primeiros casos envolviam estratégias mais simples: os autores de manuscritos sugeriam a revistas os nomes de potenciais revisores de seus trabalhos e forneciam contas falsas de e-mail. O farmacêutico sul-coreano Hyung-In Moon, professor da Dong-A University, em Busan, foi um dos precursores: 28 artigos de sua autoria publicados em seis diferentes periódicos foram retratados. Isso porque sugeriu pesquisadores para analisar seus artigos, mas informava e-mails que ele próprio controlava.

Aos poucos, esse tipo de golpe tornou-se mais sofisticado. Em 2014, descobriu-se que o cientista da computação Chen-Yuan Chen, ex-professor da National

Pingtung University of Education, em Taiwan, corrompeu o sistema de revisão de uma revista científica da área de acústica, o *Journal of Vibration and Control* (ver Pesquisa FAPESP nº 222). Ele criou 130 contas de e-mail fraudulentas e conseguiu inseri-las no cadastro de revisores na plataforma on-line da editora Sage, responsável pela publicação. Os artigos submetidos à edição eram endereçados a e-mails falsos e Chen revisava os *papers* – 48 deles eram de sua autoria e foram cancelados.

**N**a época, o Committee on Publication Ethics, fórum de editores para assuntos de integridade científica, estabeleceu que editoras e revistas deveriam fazer auditorias em seus cadastros de revisores em busca de perfis falsos e retratar artigos que se beneficiassem desse tipo de irregularidade. Os periódicos reforçaram a segurança e a qualidade de seus sistemas de revisão, mas os trapaceiros encontraram outros flancos. As edições especiais sobre temas específicos, cujo processo de avaliação é delegado a colaboradores, tornaram-se um novo alvo. Em dezembro de 2019, um editorial do periódico *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine* fez um alerta sobre esse tipo de golpe, ao revelar que a publicação já havia recebido várias propostas espúrias de edições especiais, algumas muito bem formuladas, e teria sido enganada em pelo menos uma ocasião.

O editor do periódico, o físico Jamie Trapp, pesquisador da Universidade Tecnológica de Queensland, na Austrália, mencionou em uma entrevista para o Retraction Watch os cuidados necessários para evitar a armadilha. Segundo ele, se a sugestão de edição especial for interessante, deve-se procurar o propONENTE pessoalmente ou, se isso não for possível, utilizar um e-mail fornecido pela universidade a que ele é afiliado para iniciar a conversa, a fim de garantir que esteja falando com um interlocutor genuíno, e não com um farsante. “Nunca responda diretamente a mensagem que recebeu, a menos que seja para rejeitá-la”, afirma. Trapp considera necessário discutir diretrizes para coibir esse tipo de fraude. Enquanto isso não acontece, resolveu o problema a seu modo, banindo as edições especiais do escopo do periódico que dirige. ■

Fábio Marques

# Recompensa para publicar gera distorções na África do Sul

**U**m levantamento feito com 967 pesquisadores da África do Sul chegou a um resultado ambíguo. Perto de 70% dos entrevistados defendem a manutenção de um programa do governo que oferece recompensa em dinheiro para pesquisadores que publicam trabalhos em periódicos – cada *paper* publicado rende cerca de 120 mil rands, o equivalente a R\$ 40 mil. Algumas universidades centralizam a captação desses recursos e sua aplicação em projetos científicos, enquanto outras destinam até 70% do valor diretamente para os pesquisadores.

Apesar da ampla aprovação ao programa, 59% dos entrevistados concordaram que o pagamento encoraja práticas antiéticas. Para dois terços, o sistema incentiva a publicação fracionada de resultados de pesquisa, a fim de multiplicar o número de artigos e os recursos recebidos, enquanto mais da metade afirmou que ele estimula a atribuição

de autoria dos *papers* de forma irregular ou inadequada.

De acordo com Lyn Horn, diretora do escritório de integridade científica da Universidade da Cidade do Cabo e uma das responsáveis pelo levantamento, a pressão é sentida especialmente por pesquisadores em início de carreira. Segundo ela afirmou à revista *Nature*, os jovens são estimulados a explorar ao máximo as possibilidades de transformar seus achados em manuscritos, fatiando os resultados no que ela denominou de “unidades mínimas para publicação”. O levantamento foi divulgado no final de novembro em uma conferência do Global Research Council, entidade criada em 2012 para estimular a cooperação entre agências de fomento de todo o mundo e semear boas práticas de gestão.

Atribui-se ao programa, criado pelo governo da África do Sul em 2005, a multiplicação da produção científica do país, que subiu de 4.063 artigos, no

ano de seu lançamento, para 25.371, em 2018. Nem toda essa produção é qualificada. Um estudo divulgado em 2017 mostrou que o governo recompensou com até 300 milhões de rands a publicação de artigos em periódicos predatórios, aqueles que divulgam manuscritos em troca de dinheiro e não fazem uma revisão por pares genuína.

David Hedding, geólogo da Universidade da África do Sul, em Pretória, que não participou do levantamento, atribui a contradição de seus resultados aos problemas de financiamento da ciência no país. “Com a crise atual, esses incentivos são cada vez mais importantes para os pesquisadores, que não querem abrir mão deles”, disse à *Nature*. O Departamento de Ciência e Inovação, principal financiador da pesquisa do país, reduziu seu orçamento em 16% em 2020, devido à desaceleração econômica causada pela pandemia (ver Pesquisa FAPESP nº 294).

## Para reconhecer a diversidade na pesquisa

**A**Cell Press, que edita mais de 50 periódicos, entre os quais os prestigiados *Cell*, *Neuron* e *Current Biology*, adotou uma política inovadora para estimular a diversidade e a inclusão na pesquisa científica. Os autores de artigos submetidos para publicação agora têm a chance de destacar seus esforços, por exemplo, para incorporar diferenças de raça e de gênero em seus alvos de pesquisa, como o uso de linhagens celulares etnicamente diversas ou conjuntos de dados genómicos representativos de ambos os sexos. Eles também podem salientar o apoio que receberam de programas que promovem a diversidade no ambiente acadêmico. Tais informações podem ser apresentadas em uma declaração semelhante às que expõem conflitos de interesse ou que esmiúcam a contribuição específica de cada autor do trabalho.

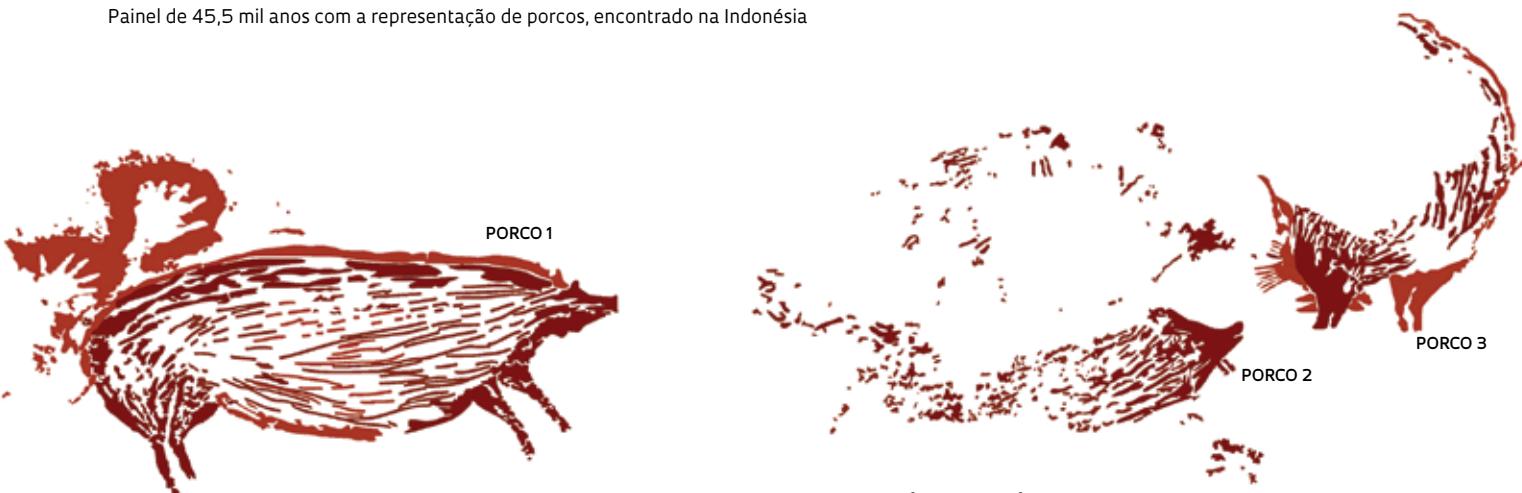
“É uma forma de reconhecimento dos autores que trabalharam para melhorar a inclusão e a diversidade na ciência e encorajar outros a fazer ainda mais no futuro”, disse, em um comunicado, a vice-presidente editorial da Cell Press, a bióloga molecular Deborah Sweet. “Essas declarações provavelmente vão ser feitas apenas por pesquisadores que já compreendem a importância da equidade, diversidade e inclusão”, afirmou à revista *Science* a ecóloga Daniela Roesler, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Universidade Harvard e líder de um grupo que pressiona as editoras científicas a reconhecer esforços de inclusão. “Mas isso vai ampliar a visibilidade desse empenho e permitir que não apenas os autores, mas também os periódicos, tomem uma posição pública sobre o assunto.”



# NOTAS

Painel de 45,5 mil anos com a representação de porcos, encontrado na Indonésia

IMAGENS A. OKTAVIANA



## A cena mais antiga

Uma cena com porcos nativos da Indonésia é possivelmente a pintura figurativa mais antiga atribuída a seres humanos modernos (*Homo sapiens*) identificada até o momento. A equipe coordenada pelo arqueólogo Adam Brumm, da Universidade Griffith, na Austrália, encontrou em 2017 o painel em que estão representados ao menos três exemplares do suíno na caverna Leang Tedongnge, que integra o complexo de grutas calcárias Maros-Pangkep, na porção sul de Sulawesi, a maior ilha da Indonésia. A datação de sedimentos acumulados sobre a pintura indica que tenha sido realizada há pelo menos 45,5 mil anos. Na interpretação dos arqueólogos, a imagem, produzida com pigmentos à base de óxido de ferro, que lhe dão o tom avermelhado, retrata um exemplar de porco verrugoso de Sulawesi (*Sus celebensis*), suíno de porte médio endêmico da região. A cena é composta por ao menos mais dois exemplares do animal, que estão incompletos por causa da esfoliação da parede da gruta (*Science Advances*, 13 de janeiro). Anos atrás o grupo de Brumm havia encontrado uma pintura de porco datada em 43,9 mil anos em outra caverna da região. Essas representações seriam as evidências mais antigas da presença de seres humanos modernos nas ilhas que compõem a atual Indonésia. Na Espanha, existem pinturas rupestres mais antigas, com idade estimada em 65 mil anos. Elas, no entanto, são atribuídas aos neandertais (*Homo neanderthalensis*), uma espécie de seres humanos arcaicos, e não são figurativas.



Lago de Constança, na Alemanha, um dos que podem tornar-se permanentemente degelado



## Encolher o cérebro para poupar energia

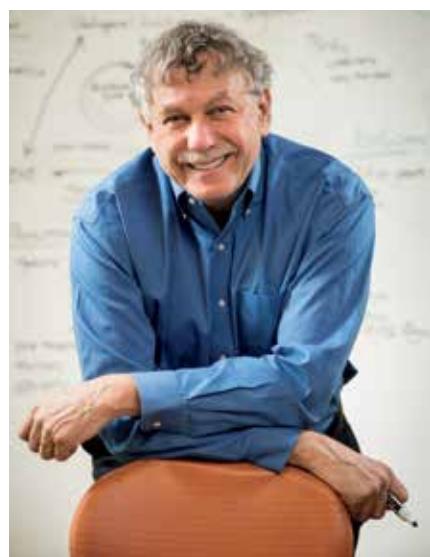
Em condições adversas como o inverno, quando a comida é escassa, o cérebro de alguns roedores diminui de tamanho, ajudando a poupar energia – o órgão volta ao normal em condições favoráveis. Para entender o impacto do fenômeno, o chamado efeito Dehnel, na estrutura cerebral e na atividade neuronal, o neurobiólogo Saikat Ray, do Instituto de Ciência Weizmann, em Israel, e colaboradores da Alemanha e da China analisaram o cérebro do menor mamífero terrestre: o musaranho-pigmeu (*Suncus etruscus*), de metabolismo elevado e baixas reservas de energia. Exames de imagens mostraram que o córtex do roedor (foto) encolheu 10% no inverno em relação ao verão (PNAS, 15 de dezembro). A área que mais diminuiu de tamanho (28%) foi o córtex somatossensorial, ligado ao tato e à capacidade de capturar presas. Para os autores, o estudo ilustra como os sistemas neurais são plásticos e se adaptam às condições extremas.

## Lagos sem gelo até 2100

Cerca de 5.700 lagos do hemisfério Norte devem perder sua cobertura de gelo durante o inverno até o fim do século se as taxas de emissão global de gases do efeito estufa não começarem a cair ainda nesta década. A previsão é da equipe da pesquisadora Sapna Sharma, da Universidade de York, no Canadá, que avaliou a situação de 1,35 milhão de lagos, a partir de projeções das temperaturas de inverno ao longo das próximas décadas realizadas com base em diferentes cenários de alterações no clima (*Geophysical Research Letters*, 6 de dezembro). Os pesquisadores concluíram que os lagos mais vulneráveis a perder completamente a cobertura de gelo são aqueles mais ao sul do hemisfério Norte e os próximos às regiões costeiras. Cento e setenta e nove lagos devem se tornar permanentemente degelados até 2030 e dois dos grandes lagos da América do Norte – o Michigan, nos Estados Unidos, e o Superior, na fronteira norte-americana com a canadense – podem ficar sem gelo até 2055, caso nada seja feito, ou até 2085, se houver reduções moderadas nas emissões. A cobertura de gelo no inverno é importante para garantir a quantidade e a qualidade de água doce disponibilizada por esses lagos, explicou Sharma. Calotas de gelo reduzem a evaporação da água. A falta de gelo no inverno eleva a temperatura no verão seguinte, realimentando o aquecimento global. O aumento da temperatura e a ausência de gelo podem provocar a proliferação de algas tóxicas e contaminar a água.

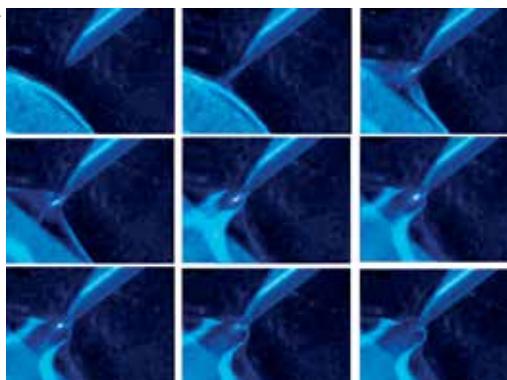
## Cientistas voltam a postos-chave do governo dos Estados Unidos

O novo presidente dos Estados Unidos, Joe Biden, nomeou o geneticista Eric Lander cientista-chefe e diretor do Escritório de Políticas de Ciência e Tecnologia (OSTP), comitê consultivo que assessorava o presidente em assuntos científicos. Lander (foto) é figura influente na comunidade científica norte-americana. Professor no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), teve papel de destaque no projeto de sequenciamento do genoma humano, concluído em 2003. Ele já havia copresidido o Conselho de Ciência e Tecnologia (PCAST), outro painel consultivo de assessoramento da presidência, de 2009 a 2017. Biden fez o anúncio em 15 de janeiro, antes de assumir a Casa Branca – diferentemente do ex-presidente Donald Trump, que demorou 19 meses para anunciar seu cientista-chefe e diretor do OSTP. Biden nomeou a engenheira química Frances Arnold, do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), e a geofísica Maria Zuber, do MIT, para copresidirem o PCAST. A cientista social Alondra Nelson, do Instituto de Estudos Avançados de Princeton, será vice-diretora de assuntos de ciência e sociedade no OSTP, um cargo recém-criado. O geneticista Francis Collins permanecerá à frente dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH).



## Plasma pode dessalinizar água do mar

Experimentos demonstraram pela primeira vez a possibilidade de usar plasma – gás ionizado, produzido em laboratório por descargas elétricas – para acelerar a formação e a precipitação de cristais de sal a partir da água do mar (*Journal of Physics D*, 4 de fevereiro). Sob a coordenação do físico Clodomiro Alves Junior, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), no Rio Grande do Norte, a engenheira Liliane de Almada registrou com câmeras e técnicas de microscopia eletrônica a evaporação natural de gotas de água hipersalina e comparou com a evaporação de gotas idênticas expostas a um plasma, que acelerou a evaporação e deformou a superfície da gota (foto). No lugar dos cristais de sal em forma de pirâmide invertida da evaporação natural, o plasma produz cristais cúbicos menores e mais numerosos. “O plasma pode permitir a extração seletiva de sais”, afirma Alves Junior.



6

## Danos além do desmatamento

Reserva particular de Mata Atlântica em Camacan, Bahia

## Uma galáxia condenada a se apagar



Astrônomos observaram uma galáxia ejetando gás frio em uma quantidade imensa, suficiente para formar 10 mil novas estrelas como o Sol todos os anos. As imagens obtidas pela rede de radiotelescópios Alma, no Chile, indicam que a formação de estrelas na galáxia ID 2299 (ilustração), situada a 9 bilhões de anos-luz da Terra, deve se encerrar por falta de gás em algumas dezenas de milhares de anos. A astrofísica Annagrazia Puglisi, da Universidade de Durham, Reino Unido, e colaboradores estimam que a ID 2299 já perdeu mais da metade de seu gás frio original. Segundo os pesquisadores, a forma do jato de gás expelido indica que a ejeção teria sido causada pela colisão de duas galáxias, que se fundiram originando a ID 2299 e o tal jato, a chamada cauda de maré (*Nature Astronomy*, 11 de janeiro). Resultado comum de colisões galácticas, as caudas de maré nunca haviam sido observadas em uma galáxia tão distante.

5

Remanescentes da Mata Atlântica já perderam de 23% a 42% de sua biodiversidade e de seus estoques de carbono florestal. A conclusão é de um estudo feito por Renato Lima, ecólogo da Universidade de São Paulo (USP), e colaboradores do Brasil, da França e dos Países Baixos. O grupo analisou dados de 1.819 levantamentos de campo, cobrindo todas as regiões do país com fragmentos florestais do bioma, que hoje ocupa cerca de 20% de sua área original. Mais de 83% dos levantamentos de campo indicaram perdas de biomassa e de diversidade de árvores, causadas por atividades humanas como a extração seletiva de madeira e a introdução de espécies exóticas (*Nature Communications*, 11 de dezembro). Caso a degradação desses remanescentes fosse revertida, estima-se que o Brasil poderia retirar da atmosfera o mesmo volume de carbono que o reflorestamento de uma área de 70 mil quilômetros quadrados, o equivalente a US\$ 2,6 bilhões em créditos de carbono.

# NOTAS DA PANDEMIA

Paris vazia durante o *lockdown* de abril de 2020, que reduziu alguns poluentes do ar

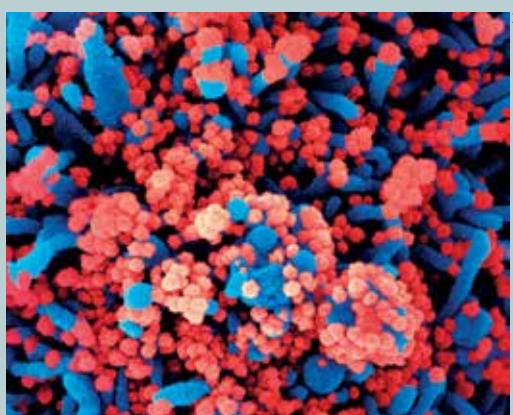


## O *lockdown* e o ar das metrópoles

As medidas de distanciamento social drástico (*lockdown*) adotadas pelos governos para tentar conter o avanço da pandemia melhoraram a qualidade do ar em algumas das principais cidades do mundo, mas não no nível que os cientistas esperavam. A conclusão consta de um estudo que avaliou a concentração de alguns dos poluentes mais nocivos à saúde humana em 11 metrópoles da Europa, China, Índia e Estados Unidos. O pesquisador Zongbo Shi, da Universidade de Birmingham, Reino Unido, e seus colaboradores verificaram que, com mais pessoas em casa, os níveis de dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) diminuíram entre 10% e 50% em todas as cidades (*Science Advances*, 13 de janeiro). Eles observaram, porém, um aumento de 30% nos níveis de ozônio ( $\text{O}_3$ ). Tanto o  $\text{NO}_2$  como o  $\text{O}_3$  estão associados a problemas respiratórios. Os pesquisadores constataram ainda uma diminuição em nove metrópoles dos níveis de material particulado fino (PM 2.5), um dos mais nocivos – as exceções foram Londres e Paris. Mesmo nas cidades em que o poluente diminuiu, seus níveis ainda permaneceram superiores aos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

## Imunidade potencialmente duradoura

Talvez esta seja uma boa notícia: a capacidade de o sistema de defesa reconhecer o novo coronavírus e combatê-lo parece durar ao menos oito meses. O grupo do virologista Shane Crotty, da Universidade da Califórnia em San Diego, Estados Unidos, avaliou 254 amostras de sangue de 188 pessoas que tiveram Covid-19 com diferentes graus de gravidade. Os pesquisadores acompanharam a evolução dos níveis de anticorpos e a quantidade de linfócitos B, as células que os produzem, e monitoraram dois tipos de linfócitos T: os CD4, que ativam os linfócitos B, e os CD8, que destroem as células infectadas pelo vírus. Os níveis de anticorpos variaram muito de uma pessoa para outra, mas a concentração sofreu um declínio apenas modesto após o sexto mês. A quantidade de linfócitos B, porém, foi maior nesse período do que no início da infecção. O número de linfócitos T caiu à metade depois do terceiro mês (*Science*, 6 de janeiro). Segundo os pesquisadores, os resultados sugerem a existência de imunidade duradoura na maior parte das pessoas.



Célula (azul) de paciente com Covid-19 altamente infectada por cópias do novo coronavírus (vermelho)

## Sim à vacina

Em 18 de janeiro, um dia após ser aprovado o uso emergencial no Brasil de duas vacinas contra a Covid-19 – a CoronaVac e a Covishield –, a FAPESP iniciou via redes sociais a campanha #vacinasim, para reforçar a confiança da população na segurança e eficácia dos imunizantes. Em uma série de vídeos veiculados nos canais da Fundação no Twitter, Instagram e Facebook, pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, formadores de opinião e divulgadores de ciência explicam a importância das vacinas e por que planejam receber o imunizante. Alguns dos depoimentos também foram ao ar pela TV Cultura e pelo canal de TV a cabo Futura. “As vacinas contra a Covid-19 que estão chegando são seguras”, afirma o médico hematologista Marco Antonio Zago, presidente da FAPESP e professor da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) em Ribeirão Preto. Com duração inicial de duas semanas, a campanha deve reunir cerca de 50 personalidades. Motivadas por essa iniciativa, outras fundações de apoio à pesquisa, como a Fapeg, de Goiás, e a Fapemig, de Minas Gerais, lançaram campanhas próprias. Levantamento de dezembro do DataFolha indicou que 22% dos brasileiros não pretendiam se vacinar. “Uma parte substancial deles pode ser convencida de que vale a pena se imunizar. Temos de trabalhar para isso”, afirma o neurocientista Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP e professor da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).



Cenas dos depoimentos de  
Marco Antonio Zago, da FAPESP,  
Ana Marisa Chudzinski-Tavassi,  
do Instituto Butantan, e  
Luiz Davidovich, da Academia  
Brasileira de Ciências



100% Ana Marisa Chudzinski-Tavassi



www.ijerpi.org | 10

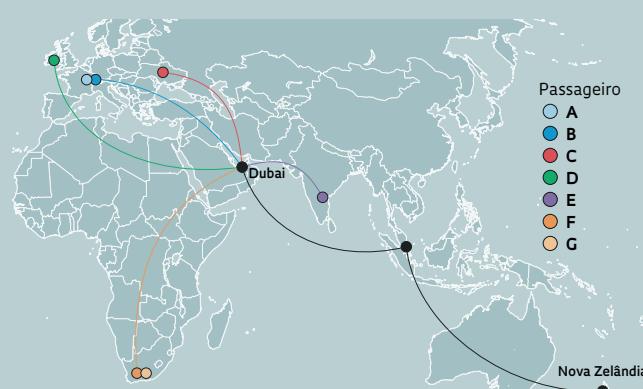


# Um jeito mais seguro de dar carona

Permanecer com outras pessoas em um carro aumenta o risco de contrair doenças infecciosas transmitidas pelo ar, como a Covid-19. Como, então, dar carona para um conhecido ou tomar um táxi com segurança? Para descobrir, o físico Varghese Mathai, da Universidade de Massachusetts em Amherst, nos Estados Unidos, e colaboradores realizaram simulações computacionais do fluxo de ar e do transporte de partículas e aerossóis em um carro transportando duas pessoas. Conclusão: a melhor forma de reduzir o risco é manter todos os vidros abertos. Quando não for possível, por exemplo em um dia de chuva, a saída mais eficiente é abrir as janelas mais distantes dos ocupantes: a dianteira direita e a traseira esquerda, no caso de um passageiro sentado à direita no banco traseiro (*Science Advances*, 1º de janeiro). Essa configuração cria uma cortina de ar entre o motorista e o carona.

## Surto de Covid-19 iniciado em voo

Um estudo feito pela imunologista Tara Swadi, conselheira-chefe do Ministério da Saúde da Nova Zelândia, está ajudando a conhecer o potencial de transmissão do novo coronavírus em viagens aéreas. Ela e colaboradores acompanharam os desdobramentos do voo EK448, que partiu em 29 de setembro de Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, com 86 passageiros a bordo (um quarto da capacidade total) e aterrissou 18 horas mais tarde em Auckland, na Nova Zelândia. Dias após a chegada, as autoridades de saúde neozelandesas identificaram sinais de um possível surto de Covid-19 iniciado na viagem: sete dos 86 passageiros testaram positivo para o novo coronavírus. Três teriam embarcado contaminados – dois reconheceram não ter usado máscaras no avião nem no aeroporto. Os outros quatro teriam se infectado no voo. Um passageiro que embarcou contaminado teria transmitido o vírus para os demais (*Emerging Infectious Diseases*, marco).



Mapa mostra a origem dos passageiros que apresentaram sinais da doença após a viagem

FONTE SWADI, T. ET AL. EMERGING INFECTIOUS DISEASES, 2021

COVID-19



**JOGO MAIS  
EQUILIBRADO**

# Imunização começa no Brasil com a CoronaVac, primeira vacina disponível; especialistas explicam as controvérsias em torno de seus dados

Yuri Vasconcelos

**E**xatos 180 dias depois que a farmacêutica chinesa Sinovac e o Instituto Butantan, de São Paulo, iniciaram a fase 3 do ensaio clínico Profiscov, que tinha como meta avaliar a eficácia e a segurança da vacina de vírus inativado CoronaVac em cerca de 13 mil profissionais da saúde do país, o imunizante foi aplicado em um brasileiro comum. A primeira pessoa a recebê-lo, em 17 de janeiro, foi a enfermeira Mônica Calazans, 54, que trabalha na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) do Instituto de Infectologia Emílio Ribas, em São Paulo.

O ato, que marcou o início da vacinação no país e teve a presença do governador paulista, João Doria, ocorreu minutos após a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) autorizar de forma temporária o uso emergencial da CoronaVac e do imunizante Covishield, criado pelo laboratório sueco-britânico AstraZeneca e pela Universidade de Oxford, do Reino Unido, e produzido pelo Serum Institute, da Índia. O órgão de vigilância concordou com o uso na população dos 6 milhões de doses importadas da China pelo Butantan e dos 2 milhões de doses da vacina de Oxford compradas da Índia pelo governo brasileiro.

Em sua decisão, a Diretoria Colegiada da Anvisa condicionou a autorização de uso da CoronaVac à assinatura de um termo de compromisso pelo Instituto Butantan, que precisa apresentar até o fim de fevereiro mais dados sobre a imunogenicidade da vacina. Imunogenicidade é a capacidade que um agente causador de doença tem de induzir o hospedeiro a produzir anticorpos, principalmente os neutralizantes, além de estimular a proliferação de células do sistema imune. “O dado é imprescindível para que se possa concluir a duração da resposta imunológica nos indivíduos vacinados”, informou a Anvisa.

O aval dado à CoronaVac ocorreu ao fim de uma semana em que o imunizante esteve no centro de uma polêmica sobre sua eficácia. O governo paulista anunciou em 12 de janeiro que a vacina obtivera uma eficácia global de 50,38%, taxa ligeiramente superior ao limiar de 50% recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e as principais agências reguladoras do mundo. Seis dias antes, autoridades estaduais haviam feito uma primeira divulgação dos valores de eficácia, apontando que a CoronaVac tinha reduzido em 78% o risco de

doença que necessitasse de assistência médica e conferido 100% de proteção contra casos moderados e graves, embora, nesses casos, seja preciso um número maior de observações.

A demora na divulgação dos números, feita em duas etapas, a falta de informações na comunicação dos primeiros índices, quando não ficou claro que as taxas de 78% e 100% se referiam a um recorte do estudo, e o fato de a eficácia global da CoronaVac, 50,38%, ser inferior à de outras vacinas contra Covid-19 geraram críticas de especialistas e levaram a questionamentos quanto à capacidade de o imunizante frear a pandemia no país.

Estudos científicos publicados anteriormente já haviam demonstrado que a vacina BNT162b2, da farmacêutica norte-americana Pfizer e da startup de biotecnologia alemã BioNTech, atingira uma eficácia de 95%, enquanto o imunizante do laboratório norte-americano Moderna, batizado de mRNA-1273, chegara a 94,1% – ambos os resultados foram divulgados em dezembro no *New England Journal of Medicine*. A formulação da AstraZeneca/Oxford, que tem como parceira no Brasil a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), do Rio de Janeiro, obtivera uma eficácia média de 70,4%, segundo artigo publicado no periódico *The Lancet*, também em dezembro. Especialistas, advertem, contudo que a eficácia das vacinas não é diretamente comparável, pois os estudos clínicos empregaram metodologias diferentes, como explicaremos mais à frente.

## CARTÃO DE VISITA

*Pesquisa FAPESP* ouviu imunologistas, virologistas, infectologistas e epidemiologistas para esclarecer as dúvidas em torno da eficácia da CoronaVac. Em primeiro lugar, os pesquisadores consultados foram unâimes em afirmar que se trata de uma vacina adequada, diante do cenário da doença no país, eficaz e segura. O Instituto Butantan informou que não houve nenhum registro adverso grave associado à formulação.

“O grande cartão de visita da CoronaVac é a redução em 78% do número de casos de Covid-19 que precisam de atendimento médico e internação”, comenta a infectologista Raquel Stucchi, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM-Unicamp). “Com sua eficácia global de 50%, se temos hoje, em média, 60

A enfermeira Mônica Calazans foi a primeira pessoa a receber a CoronaVac fora de um ensaio clínico, dando início à vacinação contra Covid-19 no país

mil casos por dia no país, com a vacina esse número deve cair pela metade à medida que for aplicada. Para o momento atual da pandemia, é fantástico.”

Avaliação similar tem o imunologista Ricardo Gazzinelli, presidente da Sociedade Brasileira de Imunologia (SBI). “Ainda que o número de eventos [indivíduos do estudo que manifestaram sintomas da Covid-19 e testaram positivo para o vírus] precise ser ampliado, houve uma tendência entre os vacinados de redução dos casos moderados e graves que demandaram internação. Além disso, a quantidade de pessoas que precisaram de assistência médica sem ser hospitalizadas foi reduzida de forma significativa em quem tomou a vacina. São resultados relevantes”, destaca Gazzinelli, pesquisador da Unidade de Medicina Translacional da Fiocruz instalada na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP).

**D**e acordo com o biólogo Flávio da Fonseca, presidente da Sociedade Brasileira de Virologia (SBV) e professor do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB-UFGM), a CoronaVac poderá mitigar a mortalidade pelo Sars-CoV-2 no país e o problema de saúde pública gerado pela pandemia. “Essa é a pior crise sanitária dos últimos 50 anos e, até bem pouco tempo, não havia uma solução para o contexto brasileiro. Ter uma vacina que reduz em 50% a chance de alguém adoecer é melhor do que não ter nenhuma”, diz.

Os pesquisadores destacam que certas vacinas do Programa Nacional de Imunizações (PNI) têm

eficácia similar à da CoronaVac. “É o caso da vacina da gripe [influenza], que o brasileiro toma todos os anos. Sua eficácia gira em torno de 40% a 60%”, conta Fonseca. Outros exemplos são as vacinas contra rotavírus, que ataca o trato digestivo causando desidratação grave, com eficácia próxima de 50%, e BCG, para prevenção da tuberculose, cuja taxa varia de 60% a 80%.

“A BCG impede o surgimento da doença, assim como a CoronaVac. Você pode ser infectado, mas não desenvolve a enfermidade – ou tem apenas sintomas leves”, ressalta Fonseca. “São poucas as vacinas que bloqueiam totalmente a instalação e a replicação do vírus no organismo. A maioria previne a doença. Pode até haver a infecção, mas sem importância clínica nem surgimento da enfermidade.”

Os estudos das principais vacinas desenvolvidas para o novo coronavírus não tinham como objetivo avaliar a capacidade dos imunizantes de barrar a infecção. “A busca de vacinas para Covid-19 foca, no momento, em controle de sintomas. Com o tempo, poderemos nos dedicar à busca de imunidade que proteja da infecção. Nenhum dos estudos atuais está medindo isso, mas certamente essa preocupação virá logo depois de controlar a doença e reduzir as hospitalizações”, destacou a SBI em nota sobre a eficácia das vacinas para Covid-19.

“É estranho que nenhum estudo tenha medido a capacidade das vacinas de evitar a infecção”, ressalva a imunologista Cristina Bonorino, membro do comitê científico da SBI e professora da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), no Rio Grande do Sul. “No início da pandemia, quando as farmacêuticas lançaram seus

## COMO FOI FEITO O CÁLCULO DE EFICÁCIA DA VACINA

Método usou uma variável, a densidade de incidência, que computa o tempo de exposição de cada voluntário ao risco de contrair Covid-19

### 1 Cálculo da densidade de incidência da doença no grupo-controle

$$\frac{167 \text{ pessoas infectadas}}{706,42 \text{ pessoas-anو}} \times 100 = 23,64 \text{ casos por grupo de 100 pessoas-anо}$$

Os valores pessoas-anо são encontrados somando-se o tempo em dias que cada participante permaneceu no estudo e dividindo o resultado por 365

### 2 Cálculo da densidade de incidência da doença no grupo dos vacinados

$$\frac{85 \text{ pessoas infectadas}}{724,62 \text{ pessoas-anо}} \times 100 = 11,73 \text{ casos por grupo de 100 pessoas-anо}$$

### 3 Cálculo de eficácia global da vacina (VE)

$$VE = \frac{\text{Densidade de incidência no grupo-controle} - \text{Densidade de incidência nos vacinados}}{\text{Densidade de incidência no grupo-controle}} = \frac{23,64 - 11,73}{23,64} = \frac{11,91}{23,64} = 0,5038 = 50,38\%$$

FONTE MARCELO CARVALHO DE RAMOS, INFECTOLOGISTA DA UNICAMP

# CORONAVAC E OUTROS IMUNIZANTES PARA COVID-19

Uma comparação entre a vacina do Butantan e os principais imunizantes aprovados no mundo

	CORONAVAC	PFIZER/BIONTECH	MODERNA	ASTRAZENECA/OXFORD
เทคโนologia	Vírus inativado	mRNA	mRNA	Vetor viral
Preço estimado*	US\$ 10,30	US\$ 20	US\$ 25 a US\$ 37	US\$ 5,25
Eficácia	50,38%	95%	94,1%	70,4%
Desfecho primário	Pelo menos um dos seguintes sintomas: cefaleia, congestão nasal ou coriza, diarreia, dor de garganta, dor muscular ou no corpo, fadiga, falta de ar ou dificuldade para respirar, febre ou calafrios, náusea ou vômito, perda de olfato ou paladar, tosse	Pelo menos um dos seguintes sintomas: calafrios, diarreia, dor de garganta, dor muscular, falta de ar, febre, perda de olfato ou paladar, tosse, vômito	Pelo menos dois dos seguintes sintomas: calafrios, cefaleia, dor de garganta, dor no corpo, febre acima de 37 °C, perda de olfato ou paladar; ou pelo menos um dos seguintes sintomas respiratórios: evidência clínica ou radiológica de pneumonia, falta de ar ou dificuldade para respirar, tosse	Pelo menos um dos seguintes sintomas: falta de ar, febre a partir de 37,8 °C, perda de olfato ou paladar, tosse

Para que a eficácia das vacinas seja diretamente comparável, o desfecho primário de cada uma, ou seja, o que foi considerado como **caso de Covid-19** deve ser exatamente o mesmo

\*OS VALORES PODEM VARIAR ENTRE OS PAÍSES  
FONTES EMPRESAS; FDA BRIEFING DOCUMENT MODERNA COVID-19 VACCINE; PROFISCOV STUDY PROTOCOL; SAFETY AND EFFICACY OF THE BNT162B2 mRNA COVID-19 VACCINE; SAFETY AND EFFICACY OF THE CHAD0X1 NCOV-19 VACCINE (AZD1222) AGAINST SARS-COV-2: AN INTERIM ANALYSIS OF FOUR RANDOMISED CONTROLLED TRIALS IN BRAZIL, SOUTH AFRICA, AND THE UK

estudos, a comunidade científica cobrou que medissem também a infecção – e não apenas a doença. A resposta foi que era inviável, pois seria preciso testar semanalmente todos os voluntários com o PCR [exame molecular padrão ouro para detecção do vírus], atrasando a conclusão dos estudos.” O procedimento também encareceria os ensaios.

Idealmente, as vacinas deveriam impedir a infecção, além da doença. No entanto, é possível atingir a imunidade coletiva se muitas pessoas forem vacinadas contra a Covid-19, o que na prática dificulta a circulação do vírus. A maioria das vacinas em uso hoje efetivamente só protege contra o desenvolvimento da doença, como a do sarampo e a BCG, contra a tuberculose.

## O CÁLCULO DO ÍNDICE

Outro ponto que gerou dúvidas e agitou as redes sociais foi o cálculo empregado pelo Instituto Butantan para chegar aos 50,38% de eficácia da vacina. Em artigo intitulado “Qual a verdadeira eficácia da CoronaVac?”, publicado no jornal *O Estado de S. Paulo*, o biólogo Fernando Reinach contestou a taxa divulgada pelo instituto. “Resolvi olhar os dados apresentados com todo o cuidado e, com a ajuda de amigos epidemiologistas e engenheiros, refiz as contas. [...] E o resultado é que a eficácia, como definida em qualquer livro de epidemiologia, é de 49,69%”, escreveu Reinach.

Para o epidemiologista e infectologista Marcelo de Carvalho Ramos, da FCM-Unicamp, o índice divulgado pelo Butantan – e posteriormente confirmado pela Anvisa – é o correto. Segundo ele, o cálculo que resultou em 49,69% cometeu o equívoco de considerar apenas o número absoluto

de participantes e de doenças em cada um dos dois grupos do estudo, o dos que tomaram placebo (substância inócuia) e o dos que receberam a vacina. Segundo Ramos, o correto é contabilizar também outra variável, o tempo que cada voluntário esteve exposto ao risco de adquirir Covid-19.

Para entender a divergência, na casa dos decimais, é preciso saber que a análise da eficácia da vacina incluiu 9.252 participantes, selecionados entre os 12.508 voluntários que tinham recebido a segunda dose da vacina ou do placebo havia pelo menos duas semanas. Daquele total, 4.653 receberam as duas doses da vacina e 4.599 o placebo. Foram detectados 252 casos de Covid-19 no ensaio, sendo 85 infecções no grupo vacinado e 167 no grupo-controle.

Pelo método que considera apenas o número absoluto de participantes e doenças, a fórmula é simples. Primeiro é preciso calcular o chamado coeficiente de incidência da doença em cada um dos dois grupos. Isso é feito dividindo o número de pessoas que adoeceu pelo total de voluntários de cada grupo. No caso da CoronaVac, o coeficiente de incidência no grupo-controle (CIC) foi de 3,6312%, enquanto entre os vacinados (CIV) foi de 1,8267%. O passo seguinte é subtrair do coeficiente de incidência de doença nos indivíduos não vacinados (CIC) o coeficiente de incidência nos vacinados (CIV). O resultado obtido (1,8045%) deve ser dividido pelo coeficiente de incidência nos não vacinados (3,6312%). Feitas as contas, chega-se aos 49,69% de eficácia.

No entanto, para contemplar o fato de que os voluntários não permaneceram o mesmo tempo expostos ao risco de contrair a doença, pois entraram no estudo em momentos diferentes, explica Ramos, deve-se utilizar, em vez do número absoluto de par-

ticipantes expostos ao risco de se infectar, o recurso do cálculo de pessoas-ano. “Isso é feito somando-se o tempo em dias que os participantes de cada grupo permaneceram no estudo e dividindo o resultado por 365. Caso dois pacientes permaneçam no estudo por seis meses, eles constituem um paciente-ano. O coeficiente de incidência resultante é também chamado de densidade de incidência”, explica o infectologista da Unicamp.

O Butantan informou que no grupo dos vacinados houve 724,62 pessoas-ano e no grupo-controle foram 706,42 pessoas-ano. Ao refazer o cálculo com a fórmula detalhada anteriormente, substituindo-se o número de participantes de cada grupo pelo respectivo número de pessoas-ano, chega-se aos 50,38% de eficácia apontados pelo estudo (*ver infográfico na página 18*).

Ao submeter o protocolo de ensaio clínico aos órgãos regulatórios, as farmacêuticas devem informar o método que será usado para calcular a eficácia do produto em desenvolvimento. A escolha metodológica deve ser definida e comunicada antes do início dos testes para permitir uma avaliação imparcial dos dados resultantes. No estudo da CoronaVac, por ser de curta duração, em que o tempo de exposição dos voluntários ao vírus pode variar muito, o Butantan achou mais adequado o cálculo baseado na densidade de incidência.

#### OUTRAS NA BERLINDA

O Butantan não foi o único a ter que dar explicações sobre a eficácia de sua vacina. Ao divulgar os resultados preliminares dos estudos de seu imunizante, a AstraZeneca e a Universidade de Oxford foram duramente criticadas. Uma falha no ensaio levou parte dos voluntários a receber meia dose da vacina seguida de uma dose inteira, quando o esperado era a aplicação de duas doses.

Como resultado do erro, foram apresentadas três taxas de eficácia: 62%, para quem recebeu duas doses completas; 90%, para o grupo vacinado inicialmente com meia dose; e 70%, uma média dos dois índices anteriores. O cálculo foi contestado por parte da comunidade científica. Além disso, causou estranheza o fato de a efí-

cacia resultar da análise combinada de estudos com protocolos distintos feitos em vários países (Reino Unido, Brasil e África do Sul). “Não é correto o cálculo de 70% como uma média de dois regimes diferentes, sendo que um deles não estava no desenho do estudo clínico”, afirma Bonorino.

**M**ais recentemente, o pesquisador Peter Doshi, da Faculdade de Farmácia da Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, e editor-associado do *BMJ*, revista científica da Associação Médica Britânica, questionou a transparéncia dos dados relativos às vacinas da Moderna e da Pfizer. Em artigo de opinião publicado no *BMJ*, ele apontou o que considerou ser inconsistências nos estudos, principalmente no do imunizante BNT162b2.

Segundo Doshi, a Pfizer desconsiderou do cálculo de eficácia milhares de casos do ensaio clínico classificados como “suspeitos de Covid-19” – pessoas com sintomas da doença, mas que não haviam sido testadas para identificar a presença do vírus. Documento da Food and Drug Administration (FDA), órgão regulador de medicamentos e alimentos nos Estados Unidos, apontou “3.410 casos suspeitos, mas não confirmados de Covid-19 na população total do estudo, 1.594 ocorrendo no grupo vacinado e 1.816 no grupo placebo”. “Com base apenas nos sintomas, me parece plausível que a eficácia da vacina da Pfizer fique abaixo do limite de 50%”, declarou Doshi a *Pesquisa FAPESP*.

O editor do *BMJ* apontou outros problemas, a partir da análise do documento da FDA, como a exclusão de 317 indivíduos do estudo da Pfizer por “desvios de protocolo”, sem que a farmacêutica apresentasse maiores detalhes. Doshi pediu respostas ao laboratório, mas não obteve retorno. “Eles não soltaram os dados. Na melhor das hipóteses, pretendem divulgar em um ano e meio, quando os estudos terminarem.”

Etapa final de produção da CoronaVac no Instituto Butantan (*abaixo*); embarque de lotes da vacina para estados brasileiros (*ao lado*); vacinação de indígena em aldeia em Maricá (RJ)



## LINHA DO TEMPO

Dez fatos que marcaram o desenvolvimento da CoronaVac

2020

JANEIRO

Sinovac começa a desenvolver uma vacina contra Covid-19 usando a tecnologia de vírus inativado

ABRIL

CoronaVac mostra-se eficaz em ensaios pré-clínicos e avança na China para testes de fase 1 em humanos

11 DE JUNHO

Instituto Butantan fecha parceria com a Sinovac para testar e produzir a vacina no país

21 DE JULHO

Início no Brasil do estudo clínico Profiscov, de fase 3, com cerca de 13 mil voluntários

17 DE NOVEMBRO

Artigo publicado no periódico *The Lancet* mostra que ensaio de fase 2 da vacina teve boa imunogenicidade



19 DE NOVEMBRO

Chega a São Paulo o primeiro lote da CoronaVac enviado da China, contendo 120 mil doses

24 DE DEZEMBRO

CoronaVac tem eficácia de 91,25% em estudo na Turquia, feito com 1,3 mil voluntários

2021

11 DE JANEIRO

Resultados preliminares da vacina chinesa na Indonésia apontam eficácia de 65,3%

12 DE JANEIRO

Butantan divulga que o imunizante atingiu uma eficácia global de 50,38% no estudo brasileiro

17 DE JANEIRO

Aprovada pela Anvisa, CoronaVac começa a ser aplicada em São Paulo no mesmo dia

Outra controvérsia em torno da CoronaVac resultou da comparação entre sua eficácia e a de outras vacinas contra Covid-19. Afinal, por que tomar um imunizante com 50% de eficácia quando há outros com taxas acima de 90%? Pesquisadores comprehendem que a população tenha esse tipo de dúvida, mas afirmam que não é possível comparar diretamente a eficácia das vacinas, uma vez que a metodologia empregada pelas farmacêuticas nos ensaios clínicos não é a mesma.

Os estudos do Butantan, da Pfizer, Moderna e AstraZeneca/Oxford coincidem em um ponto: têm como meta avaliar a proteção oferecida por seus imunizantes contra a doença Covid-19. “O desfecho primário dos ensaios foi o aparecimento da forma clínica da doença nos voluntários”, explica Gazzinelli, da SBI. Ocorre que o detalhamento do desfecho primário, ou seja, a definição dos sintomas que devem ser levados em conta para a posterior realização do teste molecular de PCR que confirme ou não a infecção pelo Sars-CoV-2, difere entre os ensaios.

No caso da CoronaVac, foi estabelecido como caso da doença a presença nos voluntários de um entre 11 sintomas, entre eles cefaleia, coriza, diarreia, dor de cabeça, falta de ar e tosse, seguido da realização de um diagnóstico por PCR para confirmar a infecção. Nos demais estudos, também havia a necessidade de um PCR para confirmar a infecção, mas menos sintomas foram levados em conta para definir a doença (ver infográfico na página 19).

“A Sinovac e o Instituto Butantan usaram um critério muito sensível para diagnóstico da doença. Se o voluntário tivesse um único sintoma, mesmo que inexpressivo, como fadiga ou coriza, já fazia o PCR. As outras vacinas foram menos rígidas”, analisa Stucchi. “Além disso, os voluntários eram profissionais da saúde, um grupo com maior risco de contrair o Sars-CoV-2.” Para a infectologista da Unicamp, quando a CoronaVac for aplicada em massa, sua efetividade possivelmente seja até maior do que a eficácia revelada pelo estudo, porque a população em geral está menos exposta ao vírus. “Talvez consigamos, finalmente, transformar a Covid-19 numa gripezinha.” ■

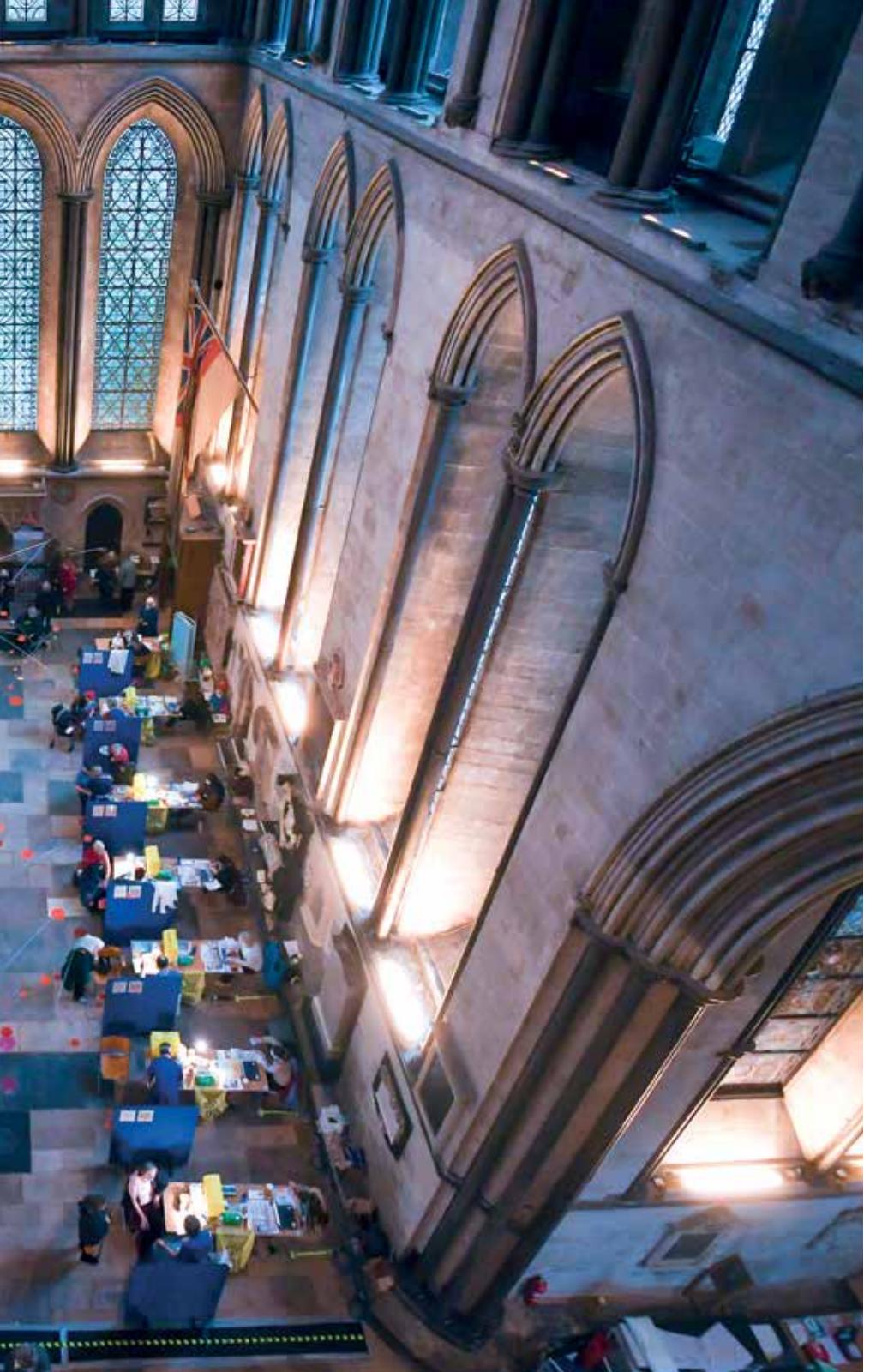
COVID-19

# HABEMUS VACINA. E AGORA?

A introdução de imunizantes no combate à Covid-19 traz novos desafios ao esforço contra a pandemia

Frances Jones





Na Inglaterra, a catedral da cidade de Salisbury foi transformada em um centro de vacinação contra a Covid-19

O desenvolvimento de várias vacinas seguras e eficazes em tempo recorde é um feito extraordinário de cientistas que trabalham em todo o mundo para conter a pandemia do novo coronavírus. A aprovação em 17 de janeiro, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), de dois imunizantes para uso emergencial contra a Covid-19 no Brasil pode marcar o começo de uma nova fase no combate ao vírus Sars-CoV-2, que já matou mais de 2 milhões de pessoas ao redor do planeta, 220 mil delas apenas no Brasil. Os especialistas advertem, no entanto, que o início da aplicação das vacinas não significa que o fim da epidemia esteja próximo – nem aqui, nem em outros países.

No Brasil, as três primeiras fases previstas no Plano Nacional de Operacionalização da Vacina contra a Covid-19 deveriam atingir cerca de 70 milhões de pessoas de grupos de risco, com duração de quatro meses. Depois, seria necessário mais um ano para vacinar o restante da população brasileira – excluindo grávidas e crianças, que não participaram dos testes clínicos. Em uma nota do dia 20 de janeiro, ao responder a um questionamento do site de notícias UOL, o Ministério da Saúde estimou que, “no período de 12 meses, posterior à fase inicial, concluirá a vacinação da população em geral, o que dependerá, concomitantemente, do quantitativo de imunobiológico disponibilizado para uso”.

As vacinas CoronaVac, fabricada pelo laboratório chinês Sinovac Life Sciences e envasada no Brasil pelo Instituto Butantan, e a Covishield, da Universidade de Oxford e da empresa farmacêutica sueco-britânica AstraZeneca, vêm da China e da Índia, respectivamente. Como a produção dos dois laboratórios não é suficiente para atender prontamente aos pedidos que vêm de muitos países, a incerteza permanece. A fabricação dos imunizantes no Brasil está prevista para começar no segundo semestre deste ano na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no caso da Covishield, e no segundo semestre de 2022 no Butantan, no caso da CoronaVac (o prédio para produção ficará pronto até outubro deste ano).

O problema brasileiro é também o principal desafio global: a escassez de doses. Em um primeiro momento, após a aprovação do uso emergencial pela



Anvisa, o país tinha à disposição 6 milhões de doses da CoronaVac. Como a imunização exige duas doses, a quantidade é o bastante para vacinar 3 milhões de pessoas, número inferior ao da força de trabalho da saúde, estimado em 6 milhões. Outros 4,8 milhões de doses foram autorizadas para uso pela Anvisa no dia 22. Nesse mesmo dia, o país recebeu da Índia 2 milhões de doses da segunda vacina aprovada, a Covishield, hoje fabricada pelo laboratório Serum. “A produção mundial de vacinas atual é insuficiente para as necessidades de qualquer país”, afirma o médico José Cassio de Moraes, da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo e integrante da Comissão de Epidemiologia da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco).

Novos problemas surgem à medida que as campanhas de vacinação se desenrolam no mundo. Até 28 de janeiro, 80,3 milhões de doses haviam sido aplicadas em cerca de 50 países, segundo o site Our World in Data. Os que mais vacinaram em números absolutos foram Estados Unidos (23,5 milhões), China (22,7 milhões), Reino Unido (7,6 milhões) e Israel (4,2 milhões). Problemas de logística, confusão na distribuição e até falta de mão de obra para a aplicação da vacina vêm sendo noticiados nos Estados Unidos e na Europa.

A escassez de vacinas levou alguns países a modificar o intervalo de aplicação

das doses inicialmente previsto, suscitando debates entre os pesquisadores. No Reino Unido, onde a população está sendo imunizada com a vacina Covishield e a da Pfizer/BioNTech, o Comitê Conjunto para Vacinação e Imunização recomendou a aplicação da primeira dose ao máximo possível de pessoas elegíveis nas primeiras fases da campanha, para maximizar o impacto de curto prazo.

**A** segunda dose das duas vacinas, segundo essa recomendação, pode ser aplicada após um intervalo que vai de três semanas (no caso da Pfizer) e quatro (Covishield) a até 12 semanas. Nos ensaios clínicos de fase 3 da Pfizer o intervalo entre doses preconizado foi de 21 dias. De acordo com o estudo publicado na revista científica *New England Journal of Medicine*, após a primeira dose da Pfizer a eficácia foi de 52% e, sete dias depois da segunda dose, subiu para 95%. Espera-se que um intervalo maior dê mais tempo aos fabricantes para aumentar a produção. Os pesquisadores do comitê britânico orientam que não se aplique uma dose única nem que se tome uma vacina diferente da primeira na segunda dose.

“É importante ressaltar que, em nenhum momento, a recomendação determina que se pare em uma dose”, afirma a imunologista brasileira Daniela Ferreira,

professora titular em vacinologia e chefe do Departamento de Ciências Clínicas na Escola de Medicina Tropical de Liverpool, no Reino Unido. De acordo com a pesquisadora, que coordenou os testes da Covishield em Liverpool, estudos publicados sobre esse imunizante mostram que as pessoas que receberam as doses com um intervalo maior tiveram proteção mais robusta. Já com relação à vacina da Pfizer, não há dados mostrando se a alteração do intervalo entre as doses afeta positiva ou negativamente a proteção por ela concedida.

Nos Estados Unidos, onde estão sendo aplicadas as vacinas da Pfizer e da Moderna, pesquisadores têm se manifestado contra a disposição de autoridades para ministrar uma dose apenas. “Os achados obtidos a partir dos ensaios clínicos com dezenas de milhares de voluntários são os regimes de duas doses com intervalos um tanto apertados. Até que tenhamos evidência empírica para sugerir que possíveis mudanças não reduzem a segurança e a eficácia, a aplicação de duas doses espaçadas é a que mostrou alta eficácia nos ensaios”, escreveram os médicos Larry Corey, da Universidade de Washington, e Chris Beyrer, da Escola de Saúde Pública Bloomberg, da Universidade Johns Hopkins, em texto publicado no site da Johns Hopkins.

Os testes com outros imunizantes também foram feitos com intervalo de doses menor que o habitual, em razão da ur-



gência do desenvolvimento. De acordo com Ferreira, os dados da Covishield indicando resultados melhores após um intervalo maior entre as doses está em linha com os conhecimentos sobre imunologia. “Ao observarmos outras vacinas, quando se aumenta esse intervalo vê-se uma melhor imunogenicidade [capacidade de estimular o sistema imunológico a produzir anticorpos] e uma melhor proteção. Sabe-se também que uma segunda dose é importante não apenas para aumentar o nível de proteção do indivíduo, mas também para a duração da resposta imune”, afirma.

Um ponto importante, ressaltam os pesquisadores, é que as informações dos ensaios clínicos e do início das campanhas ainda não permitem responder se as vacinas protegem contra a transmissão da infecção. Os testes concentraram-se em avaliar a capacidade de proteger contra doença grave, de modo a evitar a hospitalização (ver reportagem na página 16). Bloquear a infecção e a transmissão faz diferença quando se trata da proteção coletiva contra a doença. “Nenhum desses estudos verificou, ainda, se houve bloqueio da transmissão. Nós não sabemos se de fato a pessoa não é infectada pelo vírus e, portanto, não o passa para frente, ou se ela contrai o vírus e não desenvolve o sintoma”, diz o físico Renato Coutinho, professor da Universidade Federal do ABC (UFABC) e membro do Observatório Covid-19 BR.

As respostas para essas e outras questões devem surgir nos próximos meses. “Este ano, teremos o resultado do monitoramento de 12 meses das pessoas que participaram dos primeiros ensaios clínicos. Conseguiremos ter alguma ideia sobre o nível da resposta imunológica, se dura pelo menos um ano”, afirma Ferreira. Os pesquisadores coletam dados para saber se a vacina protege igualmente contra as novas variantes do Sars-CoV-2.

Os especialistas defendem também que quanto mais tipos de vacina um país tiver, melhor. “O número de doses necessárias para imunizar populações inteiras é muito grande. Isso nunca foi feito em escala global. Precisamos de todas as vacinas, das que já estão aprovadas e de todas as outras que virão”, ressalta a pesquisadora.

O médico Jorge Kalil, professor de Imunologia Clínica e Alergia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e diretor do Laboratório de Imunologia do Instituto do Coração (InCor), concorda. “A solução aguda são as primeiras vacinas. A solução permanente serão outras vacinas, de novas gerações.” Kalil lidera uma equipe no InCor que desenvolve uma vacina contra a Covid-19 que está na fase pré-clínica, com estudos feitos em modelo animal.

Vacinação em trabalhadores chineses em Beijing, profissionais da saúde israelenses em Tel Aviv e norte-americanos em Nova York (da esq. para a dir.): corrida pela imunização da população

Para Ferreira, mais importante que a diferença nas eficácia anunciamos pelos laboratórios é a publicação clara dos dados de ensaios clínicos de fase 3 e a aprovação prévia de uma agência reguladora. No Brasil, os pesquisadores também alertam para o desafio reapresentado pela necessidade de se ter uma boa comunicação para uma campanha de vacinação. “Lamentamos a discussão política a respeito do uso da vacina, que não leva a nada”, critica Moraes, da Abrasco. “Temos uma estrutura construída ao longo de quase 50 anos, com quase 37 mil salas de vacinação, rede de distribuição montada e sistema de informação. Todos esses atritos geram desconfiança e dificultam convencer a população a se vacinar.”

Mesmo que as recém-iniciadas campanhas de vacinação se mostrem bem-sucedidas, pesquisadores e médicos ao redor do mundo ressaltam que, ao menos nos próximos meses, a população não deve abandonar as medidas de proteção já conhecidas: máscaras, higiene das mãos e distanciamento social. ■

# OS RUMOS DO BUTANTAN

Hematologista da USP mobiliza o instituto paulista no combate à pandemia e quer transformá-lo em um dos maiores produtores de vacinas e soros do mundo

**Carlos Fioravanti e Yuri Vasconcelos** | RETRATO **Léo Ramos Chaves**

**P**aulista de Batatais, interior paulista, o médico Dimas Tadeu Covas deixou temporariamente o cargo de professor na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) de Ribeirão Preto em 2017 para assumir a direção do Instituto Butantan, na capital. No início de 2020, quando começou a pandemia, ele suspendeu os planos de reorganização institucional e começou a ganhar visibilidade pública ao tornar o instituto paulista, que neste mês de fevereiro completa 120 anos de fundação, um dos centros do combate à Covid-19 no Brasil.

Aos 64 anos, casado, com um casal de filhos, de 17 e 23 anos, católico, admirador da obra do frade italiano Tomás de Aquino (1225-1274), Covas (sem parentesco com o prefeito paulistano) está à frente da CoronaVac, vacina contra a Covid-19 produzida pela empresa chinesa Sinovac, aprovada para uso emergencial no Brasil no dia 17 de janeiro, após ensaios clínicos fase 3 coordenados pelo Butantan. No começo de janeiro ele concedeu a entrevista a seguir por videoconferência.

## *Como o Butantan participa do desenvolvimento da CoronaVac?*

A associação com a Sinovac foi feita para agilizar o desenvolvimento de uma vacina contra a Covid-19. O primeiro fator que justificou esse acordo é que a CoronaVac já estava pronta em abril de 2020. Foi uma adaptação de uma vacina anterior contra outro coronavírus, o Sars-CoV-1, causador da Sars [Síndrome Respiratória Aguda Grave]. Ela era feita com uma tecnologia de produção que dominamos, a de vírus inativado, muito parecida com a usada na fabricação da vacina contra a dengue. O segundo fator foi a possibilidade de trazer uma vacina rapidamente para o Brasil. O acordo envolvia o fornecimento de matéria-prima pela Sinovac. O Butantan já trouxe para o país o equivalente a 10 milhões de doses até dezembro de 2020, e teremos volumes adicionais até o final de 2021. Hoje, cuidamos apenas do envase e de uma mudança de formulação. Na China, as ampolas têm dose única. Já no Butantan, produzimos 10 doses por frasco, que é o habitual. Para incorporar a tecnologia de produção, estamos

**IDADE** 64 anos

## **ESPECIALIDADE**

Hematologia,  
biotecnologia,  
células-tronco

## **INSTITUIÇÃO**

Universidade  
de São Paulo (USP)

## **FORMAÇÃO**

Graduação em  
medicina (1981),  
mestrado (1986)  
e doutorado (1993)  
na Faculdade de  
Medicina de Ribeirão  
Preto (FMRP) da USP

## **PRODUÇÃO**

305 artigos científicos,  
autor ou coautor  
de 15 livros, o mais  
recente, *Manual de  
medicina transfusional*,  
de 2014



construindo uma fábrica multipropósito. Ali, produziremos a vacina contra a Covid-19 e outras com base em cultivo viral em células Vero [linhagem comumente usada em culturas microbiológicas, sintetizadas a partir de células isoladas dos rins de macacos]. A transferência que nos interessa é exatamente a do banco de células Vero, pois conhecemos a tecnologia de produção. Utilizamos o cultivo do coronavírus na produção de soro anticoronavírus [vacinas induzem a produção de anticorpos, enquanto soros são os próprios anticorpos]. As células usadas pela Sinovac, na produção da vacina, são as mais adequadas para o crescimento do vírus. O acordo prevê o repasse, se for de nosso interesse.

#### **O interesse depende de quê?**

O que precisamos avaliar é a conveniência de produzirmos a vacina no Brasil. Isso depende do ritmo da pandemia e do desenvolvimento de outras vacinas. A Sinovac tem uma grande capacidade de produção. A partir de outubro de 2021, quando a fábrica estiver operacional, é que vamos decidir sobre a incorporação dos bancos e a possibilidade de produção da vacina no instituto.

#### **As vacinas contra a Covid-19 foram desenvolvidas rapidamente, em menos de um ano, em vez dos 10 habituais. Como foi possível?**

O processo de produção da CoronaVac estava pronto, o que é novo é o vírus. O vírus em si pode ser mudado a qualquer momento. A questão mais importante é termos uma linhagem definida para a produção de uma vacina. As mutações são esperadas, à medida que o vírus convive com o organismo humano. Até o momento, não apareceu nenhuma mutação que prejudique a produção de anticorpos neutralizantes. O mundo está preparado para acompanhar essa evolução viral e aperfeiçoar as vacinas caso seja necessário. As formulações iniciais são feitas rapidamente para atender as emergências, como acontece nessa pandemia. Com o passar do tempo, teremos condições de aperfeiçoar e produzir vacinas melhores. Vacinas de vírus inativados são tradicionais e seguras. Já as realizadas com outras tecnologias, como as RNA e de adenovírus, terão ainda que demonstrar sua segurança a longo prazo.

#### **Como está o trabalho do instituto na vacina contra a dengue?**

A inclusão de voluntários na fase 3 de testes já acabou e agora estamos na etapa de acompanhamento, para avaliar os casos e eventuais efeitos colaterais da vacina. Após dois anos, os casos de dengue voltaram a crescer. Esse crescimento nos permite estudar a ação da vacina sobre quatro subtipos de vírus da dengue. Imagino que ainda em 2021 teremos as conclusões e poderemos pedir o registro na Anvisa [Agência Nacional de Vigilância Sanitária] para uso dessa vacina na população.

#### **Atualmente o Butantan só produz uma vacina integralmente, contra influenza, e importa e embala outras seis...**

Na realidade, produzimos integralmente, em escala, duas vacinas. Uma contra a gripe e, em escala-piloto, contra a dengue. A vacina mais tradicional do Butantan, a DTP [contra difteria, tétano e pertussis ou coqueluche], de fato não é mais produzida aqui. A da hepatite B é produzida por meio de uma parceria com a Coreia. Houve uma mudança na forma de entender como funciona a cadeia mundial de vacinas. Muitas vezes se contrata a produção em outros países, a chamada CMO [contract manufacturing organization ou organização de manufatura por contrato]. Aliás, estamos no processo de fazer com que uma das nossas fábricas seja usada como CMO por outra produtora de vacinas. Os acordos de complementação de cadeia produtiva apontam para um novo futuro nessa área. Não é necessário estar presente em todas as etapas do processo de realização de uma vacina, mas ter a capacidade de nos associarmos a outros parceiros para realizar essas complementações. A associação com a Sinovac é nossa primeira experiência nesse campo.

#### **Não é arriscado depender de importações para quase tudo?**

Não dependemos de importação e não estamos importando. O que existe são acordos comerciais de produção com empresas, o que é habitual para o Butantan. Um exemplo disso é a contratação de uma empresa chinesa para fabricar o seu iPhone. O importante é o desenvolvimento de biotecnologia. Hoje temos independência em apenas três processos biotecnológicos, os das vacinas contra

raiva, dengue e gripe. Na área de soros, temos independência total, o Butantan não perdeu a tradição nessa área, pelo contrário, está ampliando a capacidade produtiva. Estamos fornecendo para outros países e brevemente vai entrar em operação mais uma unidade de produção de soros. Pretendemos mandar soros para o mundo inteiro.

#### **Como o senhor está lidando com a contínua perda de pesquisadores do instituto, que se aposentam e não são reposados, já que não há concursos públicos?**

O Butantan não tem contratado pessoas para a carreira de pesquisador, criada muito tempo atrás. No entanto, a Fundação Butantan tem mais autonomia, contrata pesquisadores e traz oportunidade para muitos profissionais. Um quadro em expansão. Nos últimos anos, o ritmo de contratação foi muito grande. Quando um pesquisador vai embora, por exemplo, não significa que haverá uma reposição naquela área, pois estamos realizando a estruturação da instituição em direção ao seu verdadeiro propósito, que é investir em pessoas que nos ajudem a combater os problemas que podemos de fato enfrentar. Tínhamos aqui um setor que estudava zoologia de pássaros. Um trabalho bacana, mas que não faz parte da missão do instituto. Assim como o setor que estudava insetos. As atividades que não são próprias do instituto tendem a desaparecer, o que é absolutamente normal em um processo de reestruturação.

#### **Como estava o Butantan antes da pandemia e como está agora?**

Quando cheguei e assumi meu cargo, há quase quatro anos, encontrei um Butantan meio adormecido, com problemas de gestão e de falta de foco, com atividades dispersas e sem entender sua missão principal. O que pode ser normal em uma instituição centenária. Eu vivia outra realidade, pensava de outra forma e estava focado nas áreas médicas e de biotecnologia. Quis trazer para o Butantan o entusiasmo para enxergar o grande potencial desse instituto. A pandemia chegou em um momento importante, quando nos preparamos para dar um grande salto. Esse salto ocorreu no ano passado. Tínhamos a nova fábrica para a vacina contra gripe, uma das maiores do mundo, com capacidade para produ-

zir quase 160 milhões de doses por ano. Esse fato mudou completamente a face do Butantan. Acho que consegui infundir o entusiasmo e a vontade de acertar. Hoje o Butantan é uma instituição com um propósito bem definido, uma instituição de pesquisa, sim, mas fazer pesquisa não é a sua finalidade principal. Somos também uma instituição de ensino e de cultura. No entanto, nosso foco é a produção de soros, de vacinas e de soluções tecnológicas a favor da saúde das pessoas. Fomos abalroados por essa pandemia e atuamos em várias frentes. Fizemos uma rede de laboratórios e testes de coronavírus em todo o estado de São Paulo. Realizamos trabalhos de modelagem epidemiológica e saímos a campo para fazer testes. Nossa equipe foi até as comunidades, testamos por meio de *drive-thru*, enfim, muitas atividades que não eram habituais.

#### ***Quais os planos para depois da pandemia?***

O Butantan será um dos maiores produtores de vacinas e soros do mundo. Fomos interrompidos pela pandemia, mas já há um esforço enorme nessa direção, inclusive com um projeto de sete novas fábricas, que queremos retomar assim que possível. Em nossos planos está a construção também de uma fábrica de anticorpos monoclonais, que logo deve entrar em operação. Nossa área de soros está sendo totalmente reformada.

#### ***O que o senhor aprendeu nessa pandemia?***

Primeiro, aprendi que o esforço humano não tem limite. Sempre que você acha que chegou no limite, descobre que não foi o seu limite e ainda tem muito a dar. A pandemia tem sido um desafio para o qual ninguém estava preparado, mas que, por um lado, criou uma janela enorme de oportunidades. Por outro lado, mostrou de forma clara nossas deficiências. Nunca ficaram tão estampadas para o cientista brasileiro as deficiências que temos de recuperar, as necessidades a sanar.

#### ***Que deficiências?***

Temos deficiências profundas, como a de formação, de educação, de objetivo de país, de política industrial, assuntos que todos já ouvimos falar. Uma crise como essa mostra que temos muito ainda a planejar e construir, como país, como

“  
A pandemia chegou quando nos preparávamos para dar um grande salto. Esse salto ocorreu no ano passado

nação. Somos pouco treinados em filosofia e lógica, que ajudam a entender a realidade. Penso que uma de minhas tarefas, como professor universitário, é ajudar os outros a olhar para o ambiente propício ao desenvolvimento do pensamento estruturado, o pensamento profundo da lógica, e constantemente se perguntar se está de fato olhando para a realidade ou se está perdido em simulacros da realidade. Gosto muito de ler também sobre filosofia da ciência. Não abandonei a obra de Tomás de Aquino. Ele anda comigo, é meu refúgio e me ajuda a questionar sobre o que preciso nesses momentos de crise. Não me interessa o pensamento teológico de Tomás de Aquino, mas o pensamento do filósofo realista, que fala como é o mundo.

#### ***O senhor ainda faz pesquisa?***

Sou coordenador do Centro de Terapia Celular [um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão apoiados pela FA-PESP] e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Células-Tronco e Terapia Celular, ambos na USP de Ribeirão Preto. Minha área de pesquisa sempre foi biotecnologia e células-tronco também, sempre procurando resolver problemas práticos (ver Pesquisa FAPESP nº 286). Diminuí muito o número de alunos e de orientações, mas mantendo contato com meu grupo de pesquisa, que funciona muito bem, com pouca conversa e muito trabalho.

#### ***Há meses o senhor tem sido constantemente solicitado para entrevistas. Como está lidando com a mídia?***

Quer dizer, como estou aprendendo a lidar? Tenho sobrevivido à mídia desde o início da pandemia porque sou absolutamente sincero e tenho opiniões coerentes. Gosto de levar transparência e verdade sobre o que penso nas entrevistas. Tenho sido convidado com frequência para a bancada do *Jornal da Cultura* e é um grande aprendizado. No começo, percebo que eu era absolutamente incompreensível. Falava em RT, taxa de progressão, mas essa linguagem era a mesma que usava para os colegas da universidade e percebi que não atingiria o grande público. Com o tempo descobri que, em vez de ficar falando em RT, tenho que dizer que a epidemia está explodindo ou o número de casos está subindo numa velocidade que nunca vimos antes. Aí as pessoas começam a prestar atenção. Ainda estou aprendendo a linguagem de comunicação com o grande público. Às vezes, é difícil.

#### ***O senhor faz algum midia training?***

Minha midia training é a minha filha Giulia, de 17 anos, que fala: “Pai, hoje o senhor foi bem”. Ou então: “Hoje o senhor não agradou não, viu? Hoje o senhor falou umas coisas aí...”. Por um tempo ela pensou em seguir a carreira médica, mas avisei: “Não pense que sou um modelo para você, está certo? Vou ficar bravo se você escolher ser médica só porque sou médico. Você vai ter que me convencer de que tem vocação e vai se dar bem”. Hoje acho que ela nem pensa mais nisso. ■

BUTANTAN – 120 ANOS

INSTITUTO

# RITMO RENOVADO

O instituto paulista se fortaleceu, mobilizou competências e integrou equipes para enfrentar a pandemia

Carlos Fioravanti



Um dos primeiros  
prédios do instituto  
criado para combater  
a peste bubônica

## BUTANTAN

**R**espira-se entusiasmo no Instituto Butantan. A necessidade de buscar formas de combater a pandemia de Covid-19 integrou em projetos comuns equipes que viviam distantes. Em consequência, pesquisadores e grupos de apoio da instituição que completa 120 anos neste mês de fevereiro se sentiram com sangue novo, estimulados com as possibilidades de ação. “Estávamos nos preparando para um salto quando a pandemia começou”, comenta o médico Dimas Covas, diretor do instituto (*ver entrevista na página 26*).

No final de dezembro de 2020, ao avaliar as ações contra a pandemia, a biomédica Sandra Coccuzzo Sampaio Vessoni, diretora do Centro de Desenvolvimento Científico (CDC) e coordenadora do Laboratório Estratégico de Diagnóstico, reiterou: “Estamos aqui para atender

demandas de saúde pública de maneira rápida, como exige a pandemia”. Em março, quando os primeiros casos de Covid-19 começaram a ser registrados no Brasil, ela e a bióloga Carolina Sabbag adaptaram espaços do setor de controle de qualidade para fazer testes diagnósticos rápidos de detecção do vírus. O instituto chegou a fazer 4 mil deles por dia e assumiu a coordenação de uma rede de 29 laboratórios públicos e privados que fechou 2020 com cerca de 2 milhões de exames realizados no estado de São Paulo.

O Butantan entrega atualmente sete tipos de vacinas e 13 de soros para distribuição nacional. Pela venda desses produtos ao Ministério da Saúde o instituto recebe cerca de R\$ 2 bilhões por ano – outros R\$ 500 milhões chegam da Secretaria de Estado da Saúde, ao qual é vinculado. A FAPESP é a principal financiadora das atividades científicas do instituto: 941 projetos

foram concluídos desde a década de 1990; os 54 projetos em andamento, com duração de dois a quatro anos, somam R\$ 136,7 milhões. Em 2018 e 2019, a Fundação contribuiu com R\$ 17 milhões dos R\$ 20 milhões na área de pesquisa e com R\$ 6 milhões dos R\$ 18 milhões investidos em inovação. Outros R\$ 17 milhões chegaram por meio de outras agências de apoio à pesquisa e de convênios com empresas.

**Q**uando a pandemia começou, a farmacêutica Ana Marisa Chudzinski-Tavassi, diretora do Centro de Desenvolvimento e Inovação (CDI), chamou os diretores dos 12 laboratórios com quem trabalha para planejar o que deveriam fazer. Conseguiram o vírus isolado, por meio de um projeto com o Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP), e o replicaram e inativaram, por meio de radiação, com a colaboração do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). “Fizemos um trabalho integrado, como sempre deveria ter sido, com vários setores do instituto”, ela observou. “Todos se conheciam, mas poucos já haviam trabalhado juntos.”

Em dezembro, o Butantan anunciou a conclusão do desenvolvimento de um soro anticonavírus, que poderia ser usado para deter a infecção em pessoas com sintomas da doença (ver “Butantan desenvolve soro contra coronavírus” em Pesquisa FAPESP). Sua utilização em pessoas com Covid-19 depende da aprovação para os testes clínicos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Em junho de 2020, o instituto anunciou um acordo com a empresa chinesa Sinovac para a realização de testes fase 3, para avaliação de segurança e eficácia em pessoas, e produção no Brasil da vacina CoronaVac. Iniciado em julho e com apoio da FAPESP (R\$ 32,5 milhões), o estudo mobilizou 12 centros de pesquisa de 10 cidades em seis estados das regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, com a participação de 12.476 voluntários.

“O ensaio clínico da vacina contra a Covid-19 vai mudar a história do Butantan. Estamos muito mais ágeis”, diz a enfermeira Ana Paula Batisse, gerente de Operações em Projetos Clínicos do instituto. “Desde o planejamento dos testes, tudo tem sido feito em tempos muito curtos, incluindo a importação das vacinas.” Segundo ela, como esse trabalho é prioritário, o prazo para o Departamento Jurídico do instituto aprovar um acordo de parceria com os centros de pesquisa caiu de três meses para 10 dias. A liberação das notas fiscais para envio de materiais, que antes tomava dois dias, agora sai em uma hora. “As outras equipes do instituto hoje entendem cla-

ramente o que é um ensaio clínico e o trabalho de cada um para cumprirmos as metas”, diz.

Em dezembro passado, o instituto começou a envasar a vacina produzida na China. “Cada vacina tem processos específicos de mistura, agitação e manutenção da homogeneidade”, explica o farmacêutico Tiago Rocca de Moraes, gerente de Parcerias Estratégicas e Novos Negócios da Fundação Butantan, instituição criada em 1989 inicialmente para facilitar a produção do instituto e que atualmente apoia também a pesquisa e o ensino. O acordo de transferência tecnológica com a empresa chinesa é um dos 10 em vigor – o primeiro foi em 1999, com a farmacêutica francesa Sanofi, por meio do qual o instituto começou a produzir, em 2010, a vacina contra influenza.

A implantação de outras etapas de produção da vacina contra Covid-19 depende do ritmo da pandemia, que determinará a necessidade de mobilização das equipes e dos equipamentos de produção. Uma das unidades de produção está sendo reformada, com financiamento da iniciativa Todos pela Saúde, no montante de R\$ 50 milhões, e deve estar pronta em outubro deste ano para receber os equipamentos que estão sendo comprados. “Como será uma planta multipropósito, se não for usada para a produção da vacina contra Covid-19 poderá servir para retomarmos outras, à base de cultura de células, que paramos de produzir inteiramente”, informa o biólogo Ricardo das Neves Oliveira, diretor de Produção.

Segundo ele, por inadequação às regras novas sobre boas práticas de produção estabelecidas pela Anvisa, o instituto interrompeu em 2010 a produção das vacinas contra raiva, tétano, pertussis (coqueluche) e difteria, que passaram a ser importadas e envasadas ou rotuladas no instituto. “A decisão à época foi interromper a produção, diante das dificuldades de atender às novas exigências”, comenta. Dos sete tipos de vacina fornecidas para o Programa Nacional de Imunização, a única produzida integralmente no instituto é a contra influenza. O Butantan produz também 13 tipos de soros neutralizadores de toxinas de serpentes, escorpiões, aranhas e dos efeitos do vírus da raiva e das bactérias causadoras do tétano, da difteria e do botulismo.

#### PRODUÇÃO FLEXÍVEL

A linha de produção do instituto vive se refazendo. Por causa de doenças que avançam ou recuam, resultados insatisfatórios de soros e vacinas, defasagem tecnológica, dificuldades de desenvolvimento e de financiamento ou ainda por razões incertas, muitos projetos ou linhas de produção estacionaram.

Em 1943, o Butantan produziu penicilina em escala semi-industrial e a usava para tratar infecções graves. Ainda que os resultados tenham

## Butantan em números

\*Dados de 2020

### FUNCIONÁRIOS

► 2.179

Fundação Butantan

► 519

Instituto

### ORÇAMENTO

► R\$ 1,7 bilhão

Vendas ao Ministério da Saúde  
(para a Fundação Butantan)

► R\$ 99,1 milhões

Secretaria de Estado da Saúde  
(para o Instituto Butantan)

► R\$ 39,8 milhões

FAPESP, BNDES, Capes, CNPq

### PRODUÇÃO

► 91,4 milhões

de doses de vacinas  
(7 tipos)

► 422,7 mil

ampolas de  
soros (13 tipos)

► 69

patentes em vigência

### EXTENSÃO

► 4

museus

### MUSEU BIOLÓGICO

► 380

exemplares vivos  
de serpentes, lagartos,  
anfíbios, aracnídeos, dos  
quais 100 em exposição



1



2

Por dentro do instituto (sentido horário a partir da foto maior à esq.): controle de qualidade da vacina contra influenza, veneno liofilizado, cavalos usados na produção de soros, vacina contra Covid-19



3



4

## VISITANTES

► **35.023**

ingressos vendidos de janeiro a março de 2020 (visitação suspensa com a pandemia)

## COLEÇÕES ZOOLÓGICAS

► **670 mil**

exemplares de aracnídeos

► **23 mil**

de miríápodes

► **180 mil**

de ácaros

► **6,5 mil**

de insetos

► **25,2 mil**

de serpentes

► **3,7 mil**

de anfíbios, lagartos e anfisbenas

sido bons, como relatado na revista *Memórias do Instituto Butantan* em 1944, a diretoria concluiu que seria melhor transferir a responsabilidade da produção a empresas privadas, já que não era possível dar conta dos investimentos necessários para atender à demanda crescente. Na década de 2010, por razões diversas, também não avançou o surfactante pulmonar, feito a partir de resíduos descartados de porcos, para ser usado em recém-nascidos prematuros com dificuldade para respirar (ver Pesquisa FAPESP nºs 70, 121 e 147), nem a fábrica de hemoderivados, que, além da dificuldade de financiamento, enfrentou a concorrência da Empresa Brasileira de Hemoderivados e Biotecnologia (Hemobras), vinculada ao Ministério da Saúde (ver Pesquisa FAPESP nº 147).

Acordos com outros centros de pesquisa ou fabricantes ajudam a ganhar tempo, mas não resolvem todas as dificuldades. Um exemplo é a vacina contra dengue, que começou a ser desenvolvida com os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos

Estados Unidos em 2009. A equipe chefiada pela bacteriologista Neuza Gallina desenvolveu os métodos de produção industrial e uma formulação do imunizante com vírus liofilizado (desidratado e congelado sob vácuo), que pudesse ser transportado facilmente e armazenado em geladeiras comuns, como as outras vacinas.

A formulação inicial, TV003, que se mostrou eficaz em testes nos Estados Unidos em pessoas não expostas previamente ao vírus, é produzida com quatro proteínas – uma para cada tipo de vírus – que devem ser mantidas refrigeradas a -70 graus Celsius (°C). Elas são misturadas apenas na hora da aplicação. No teste clínico fase 2, realizado na cidade de São Paulo de novembro de 2013 a setembro de 2015, com 300 pessoas com idade entre 18 e 59 anos, a versão paulista, chamada Butantan-DV, com vírus liofilizados, apresentou resultados equivalentes aos da formulação original norte-americana: ambas induziram a produção de anticorpos e de células de defesa em pessoas com ou sem contato prévio com algum dos quatro sorotipos do vírus da dengue, como detalhado em um artigo publicado em março de 2020 na revista *The Lancet Infectious Diseases* (ver Pesquisa FAPESP nº 291). Os testes da fase 3,

com 17 mil participantes, começaram em 2016 e devem terminar no final deste ano. Os pesquisadores tiveram de fazer um acompanhamento dos participantes mais longo do que o habitual para ter certeza sobre a segurança do uso da formulação, após imprevistos com a de outro produtor.

**H**á outras duas razões para a satisfação que transparece para quem circula pelo centro administrativo da instituição. A primeira é a demanda crescente, mesmo na pandemia, pelos cursos da Escola Superior do Instituto Butantan (Esib), formalizada em dezembro de 2018 para integrar cerca de 35 cursos de especialização ou de pós-graduação antes dispersos. A primeira versão do curso on-line sobre envenenamento por serpentes preencheu em um dia as 50 vagas, a segunda recebeu 100 inscritos e a terceira 200.

A segunda são os planos de ampliação. Segundo Oliveira, diretor de Produção, está concluída a construção da unidade de produção de anticorpos monoclonais para câncer e doenças autoimunes, cuja atividade poderia começar efetivamente no final de 2021, após a certificação pela Anvisa. Trabalha-se também para refazer as unidades de produção de vacinas desaprovadas pela Anvisa – um projeto estimado em US\$ 500 milhões – e aumentar a quantidade de doses da vacina contra

influenza e de soros. “Melhoramos a coleta e o aproveitamento do plasma de sangue dos cavalos, o que deve aumentar a produtividade de soros”, diz o farmacêutico Rui Curi, diretor-presidente da Fundação Butantan. “Queremos também produzir soro liofilizado, o que tornará mais fácil o transporte e o armazenamento, além de aumentar a validade.”

O plano de obras para ciência básica inclui a construção de um biotério central, previsto para ser concluído em 2032, e a mudança de laboratórios, hoje em prédios históricos, para outros, mais adequados e seguros. “Estamos tomando fôlego para enfrentar os próximos 20 anos”, diz Vessoni. Persiste, porém, um problema antigo: a contínua perda de funcionários. “Metade dos líderes dos grupos de pesquisa já tem idade para se aposentar, sem deixar substitutos”, diz ela. “A geração que entrou nos anos 1980 está saindo, sem reposição”, reforça o médico sanitário Nelson Ibañez, coordenador do Laboratório Especial de História da Ciência do instituto. “Precisamos, com urgência, criar uma base nova de pesquisadores, para manter o instituto vivo.” ■

#### Projetos

Em andamento: <http://bit.ly/BVFapespButantan>  
Concluídos: <http://bit.ly/BVButantanDados>

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

Em instalações como esta, o Butantan planeja a produção de anticorpos monoclonais contra câncer



\*Dados de 2020



#### PESQUISADORES

104

na Coordenação de Desenvolvimento Científico (CDC)

150

46

na Coordenação de Desenvolvimento de Inovação (CDI)

#### ÁREAS DE PESQUISA

4

CDC

12

CDI



#### LABORATÓRIOS DE PESQUISA

14

CDC

26

CDI

#### PROJETOS DE PESQUISA

50

CDC

140

CDI

# ENTRE VENENOS, NÃO SÓ DE SERPENTES

Pesquisadores investigam a ação e os possíveis usos de toxinas

**E**m um sábado à tarde de 1978, diante de um grupo de turistas suíços, em um cercado hoje ocupado pelo guichê de venda de ingressos para os museus do Instituto Butantan, o biólogo Carlos Jared extraía veneno das glândulas de uma cascavel (*Crotalus durissus* spp.). Terminado o trabalho, exercido em salas fechadas durante a semana, a serpente avançou e cravou os dentes em um de seus pés, coberto por uma bota recém-comprada que deveria bloquear qualquer picada. Jared manteve a calma e guardou a serpente na caixa de onde a tinha retirado. Em seguida, saiu correndo e gritando em direção ao hospital Vital Brazil, a 100 metros de distância, onde recebeu o soro anticrotálico. Durante duas semanas, como efeito do veneno, sentiu a vista turva e as pálpebras caídas, mas recuperou-se completamente. Hoje os visitantes podem ver as cobras em um serpentário e no Museu Biológico; as extrações públicas de veneno foram suspensas na década de 1990 e hoje são feitas apenas em laboratório.

Ligado ao instituto desde a infância – era filho de um funcionário e estagiou ali, aprendendo a lidar com serpentes, quando estava no ensino médio –, Jared cursou biologia e foi contratado em 1972 como assistente de produção. Traba-

lhou como serpentista e com células do sangue desses animais no laboratório de microscopia eletrônica antes de entrar, cerca de seis anos depois, na área a que se dedica até hoje, a biologia comparada. “Com a teoria da evolução, comecei a ver um mundo novo e a buscar os mecanismos de adaptação que explicassem por que os anfíbios tinham glândulas de veneno na pele e as serpentes na boca”, diz.

Inicialmente sozinho e depois com a bióloga Marta Antoniazzi, ele examinou as estruturas celulares de produção dos venenos de serpentes, sapos, pererecas, rãs, arraias e lacraias – e como outros animais resistem a eles. Sapos, por exemplo, resistem ao veneno de escorpiões, dos quais se alimentam, como descrito na revista *Toxicon* de abril de 2020, indicando que a escassez dos primeiros pode contribuir para a proliferação dos segundos. O biólogo Pedro Mailho-Fontana, de sua equipe, identificou glândulas de veneno próximas aos dentes em cecílias (cobras-cegas), que formam um grupo de anfíbios. Detalhado em um artigo de julho de 2020 na *iScience*, esse trabalho mostrou que as cecílias desenvolveram as glândulas de veneno dentárias antes das serpentes, que surgiram de modo independente 150 milhões de anos depois.

Uma rara cascavel albina do Museu Biológico

“Os venenos não deveriam ser tão complexos nem variar tanto, porque, em princípio, bastaria que matassem a presa”, admira-se, em outro laboratório, o biólogo Inácio Azevedo, representante da nova geração de pesquisadores – foi contratado em 2004. Em resposta à expressão diferenciada de genes, a composição química da também chamada peçonha pode variar em animais da mesma espécie, do mesmo gênero (macho ou fêmea) e com a mesma idade, que vivem próximos. Foi essa a conclusão de um estudo com jararacas-do-norte (*Bothrops atrox*) de que ele participou, coordenado pela farmacêutica Ana Moura da Silva e publicado em junho de 2018 na revista científica *Journal of Proteomics*. “Um veneno tem pelo menos 15 tipos de proteínas, com suas variações”, diz ele. Atuando em conjunto, as toxinas podem causar hemorragia, hipotensão arterial, paralisia ou necrose dos músculos, matando em poucos minutos, se essa cascata de reações não for bloqueada.

Em dezembro de 2020, na *Molecular Biology and Evolution*, Azevedo, com seu grupo, descreveu um mecanismo genético responsável pela produção de uma toxina – uma metaloprotease – diferente das da jararaca, mas com a mesma função, no veneno de um grupo de 58 espécies de serpentes classificadas como não peçonhentas, que formam a maior parte da diversidade desse grupo de répteis. No início do século XX, o médico mineiro Vital Brazil Mineiro da Campanha (1865-1950), primeiro diretor do instituto, já havia alertado que as serpentes não peçonhentas também poderiam produzir veneno, com o qual capturaram suas presas, embora a posição dos dentes não lhes permita injetá-lo em pessoas.

A pesquisa que levou à identificação do veneno de serpentes vistas como não peçonhentas é

uma das que se apoiam nos sequenciadores de DNA ou RNA que começaram a ser instalados em 1997 para o estudo do genoma (conjunto de genes) da bactéria *Xylella fastidiosa*, a causadora de uma doença dos citros que causava sérios prejuízos para os produtores de laranja no estado de São Paulo (ver Pesquisa FAPESP nº 50). Ao participar do programa Genoma, apoiado pela FAPESP, o Butantan ganhou autonomia também para, com o tempo, levar adiante projetos próprios de sequenciamento, como o do genoma do verme causador da esquistossomose, em conjunto com a Universidade de São Paulo (USP). Desde 2002, segundo Azevedo, que participou da instalação dos sequenciadores, durante estágio de pós-doutorado, a análise genômica entrou na rotina dos grupos de pesquisa do instituto, com o apoio de cinco bioinformáticos que ajudam a reunir e interpretar os dados.

**P**or meio do Centro de Toxinologia Aplicada (CAT) – um Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid), também apoiado pela FAPESP, atualmente chamado Centro de Pesquisa em Toxinas, Resposta Imune e Sinalização Celular (CeTICS) –, o Butantan apoiou o desenvolvimento de novos medicamentos a partir de moléculas com potencial biológico extraído de animais, em colaboração com empresas (ver Pesquisa FAPESP nºs 63, 87, 100, 110, 137).



1

Trabalho delicado (sentido horário, a partir do alto): aranha-marrom, extração e moagem de cerdas de lagartas-de-fogo (*Lonomia obliqua*) para produção de soro, extração de veneno de escorpião



4



2



3



5



6

mais recentes, publicados em setembro de 2020 na *Frontiers in Immunology*. Essa pesquisa é uma das que estão em andamento no Centro de Excelência para Descoberta de Alvos Moleculares (Centd), financiado pela FAPESP e pela empresa farmacêutica GSK, visando estratégias de bloqueio dos quadros de inflamação severa.

Laboratórios de microscopia eletrônica (à esq.) e de cultura de células do Centro de Excelência para Descoberta de Alvos Moleculares (acima)

Um dos projetos em andamento no CeTICS é o teste clínico duplo-cego de uma pomada contra picada de aranha-marrom, *Loxosceles* spp. (ver Pesquisa FAPESP nº 116). Do final de 2018 até o início da pandemia, 140 pessoas atendidas em postos de saúde do estado de Santa Catarina, onde esse tipo de aranha é muito comum, haviam recebido placebo ou a pomada à base do antibiótico tetraciclina, usada com o propósito de favorecer a cicatrização, como estratégia complementar ao tratamento já adotado, com soros neutralizantes e anti-inflamatórios aplicados sobre o local da picada.

A pomada experimental resulta de cerca de 20 anos de pesquisas da bióloga Denise Tambourgi. Com sua equipe, ela identificou a enzima esfingomielinase D como a principal responsável pela ação do veneno e depois verificou em culturas de células e em modelos animais (coelhos) que a tetraciclina poderia neutralizar seus efeitos, especialmente a necrose da pele, como detalhado em um artigo publicado em maio de 2020 na revista *Frontiers in Pharmacology*.

Tambourgi identificou também em culturas de células humanas o mecanismo de ação dos venenos da lagarta pararama (*Premolis semirufa*), que vive nos troncos de seringueiras, especialmente na Amazônia. O contato com as cerdas da lagarta causa uma inflamação severa e a perda dos movimentos da mão, a chamada pararamose. “O veneno contém toxinas que induzem a um quadro clínico semelhante ao da osteoartrite”, explica a bióloga, com base nos experimentos

**N**o Butantan há várias vacinas em desenvolvimento. A química Luciana Cerqueira Leite trabalha para levar para testes clínicos quatro versões da BCG (bacilo Calmette-Guérin) recombinante, uma para tuberculose, outra para câncer de bexiga, uma terceira para pertussis (coqueluche) e uma quarta, agora priorizada, para Covid-19. Sua equipe, em decorrência do Projeto Genoma Schistosoma, coordenado pelo laboratório do médico Sergio Verjovski-Almeida, agora também no Butantan, observou que as vesículas de membrana de bactérias usadas em uma vacina experimental contra esquistossomose poderiam ser adaptadas para estimular a produção de anticorpos contra o vírus causador da Covid-19. Também no laboratório de desenvolvimento de vacinas, a farmacêutica Viviane Gonçalves, com sua equipe, em conjunto com o Instituto de Ciências Biomédicas da USP, trabalha para ampliar a escala de produção de uma vacina recombinante contra zika. Por sua vez, um grupo coordenado pelo biólogo Osvaldo Sant'Anna estuda as possibilidades de usar nanoesferas de sílica para transportar a vacina contra hepatite B, que então poderia ser aplicada por via oral. ■

Carlos Fioravanti

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

BUTANTAN – 120 ANOS

# METAMORFOSES CONTÍNUAS

As descobertas científicas se somam à atenção ao  
controle de qualidade na produção de soros e vacinas



**E**m janeiro de 1916, Vital Brazil (1865-1950) estava em Nova York, nos Estados Unidos, para um congresso científico quando foi chamado para cuidar de um funcionário do zoológico do Bronx que havia sido picado por uma cascavel e não havia melhorado com outros tratamentos. O médico brasileiro aplicou-lhe o soro que trazia consigo e o homem melhorou em poucas horas. Noticiado no *New York Times*, o episódio trouxe visibilidade internacional ao instituto que o médico mineiro dirigia havia 15 anos.

A origem do instituto é um pouco mais antiga. Durante o surto de peste bubônica em Santos em 1899, o médico paulista Emílio Ribas (1862-1925), diretor do Serviço Sanitário de São Paulo, percebeu que o surto poderia se alastrar – de fato, logo depois chegou à cidade do Rio de Janeiro (ver Pesquisa FAPESP nº 294). Portanto, seria necessário produzir soro antipestoso para não depender das escassas importações. O governo paulista aceitou sua argumentação, comprou a fazenda Butantan, na zona oeste da capital paulista, e instalou uma unidade de produção, inicialmente como um anexo do Instituto Bacteriológico, atual Instituto Adolfo Lutz. O laboratório ganhou autonomia em 1901, com o nome de Instituto Soroterápico e em 1928 mudou oficialmente para Butantan, como era chamado desde o início.

“O Butantan, como o Instituto Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, nasceu sob a inspiração do Instituto Pasteur francês e integra o plano de vigilância epidemiológica no estado de São Paulo elaborado por Emílio Ribas, que inclui o Instituto Bacteriológico e o Vacinogênico, incorporado pelo Butantan em 1926”, conta o médico sanitário Nelson Ibañez, coordenador do Laboratório Especial de História da Ciência do instituto.

Formado em medicina no Rio de Janeiro, Vital Brazil Mineiro da Campanha participou do combate da peste bubônica como funcionário do Bacteriológico. Ao assumir o Butantan, em 1901, como seu primeiro diretor, ampliou a produção de soros. Com o apoio do médico e zoólogo carioca Adolfo Lutz (1855-1940), fez os primeiros experimentos com venenos de serpentes, que ele havia começado a estudar quatro anos antes, e produziu as primeiras ampolas de soro contra a peçonha de jararaca e cascavel. Por causa da derrubada de matas e da expansão da agricultura no interior paulista, no início do século XX cerca de 3 mil pessoas morriam por ano no estado de São Paulo picadas por serpente. Ele também criou uma escola de alfabetização de crianças e adultos, fez campanhas públicas para os moradores do campo se protegerem contra animais venenosos, que deveriam ser preservados para

evitar a propagação de roedores, e inventou uma caixa de madeira segura para os fazendeiros lhe mandarem serpentes por trem, recebendo soro em troca.

O pioneiro no tratamento contra picadas de serpentes foi o médico português Otto Wucherer (1820-1874), que vivia em Salvador, na Bahia, e escreveu um artigo sobre o assunto na *Gazeta Médica da Bahia* em 1867. Vital Brazil foi além e fez uma descoberta importante: em 1901, ele concluiu que cada soro neutralizava o veneno de apenas um gênero taxonômico de serpentes, diferentemente do que afirmavam os pesquisadores do Instituto Pasteur, da França, segundo os quais os soros poderiam agir contra qualquer veneno. Em 1911, ele publicou o livro *A defesa contra o ofidismo*, com descrições de serpentes brasileiras e formas de prevenir e tratar o envenenamento (ver Pesquisa FAPESP nº 180).

Sua primeira gestão à frente do instituto terminou em 1919, quando, descontente com a dificuldade em manter e contratar funcionários, por causa dos salários baixos, aceitou o convite do governo do Rio de Janeiro para criar, na capital fluminense, o Instituto de Higiene, Soroterapia e Veterinária, logo renomeado como Instituto Vital Brazil e, anos depois, transformado em instituição privada. O médico voltou a São Paulo em 1924 e, por mais três anos, dirigiu o Butantan.

Os diretores do instituto paulista não eram exclusivamente executivos e iam a campo. Antes de ocupar o cargo de Vital Brazil em 1919, o médico baiano Artur Neiva (1880-1943) havia participado de uma expedição de nove meses pelo interior dos estados da Bahia, de Pernambuco, de Goiás e do Piauí com pesquisadores do Instituto Oswaldo Cruz, para fazer levantamentos sobre a flora, a fauna, as doenças e as condições de vida das populações. O médico paraense Afrânio do Amaral (1894-1982), que sucedeu a Neiva, coordenou, em 1920, a primeira expedição à ilha da Queimada Grande, ocupada por duas espécies de serpentes, uma delas a jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*), exclusiva dali. Amaral descreveu essa espécie, desconhecida dos pesquisadores, estudou seu veneno e voltou à ilha sete vezes.

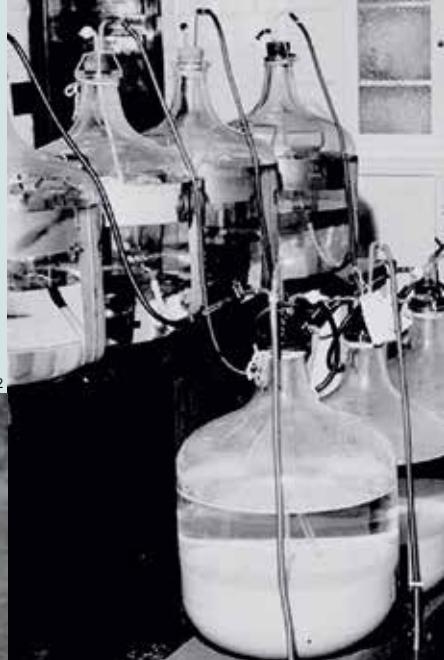
Em 1948, o então governador paulista, Adhemar de Barros (1947-1951), decidiu intervir no Instituto Butantan e reduzir a pesquisa sem ligação direta com a produção de soros antifídicos. O diretor do instituto, Eduardo Vaz (1947-1951), demitiu pesquisadores das áreas de química e endocrinologia. As demissões mobilizaram outros cientistas de São Paulo e foram um dos motivos que levaram à criação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência –SBPC (ver Pesquisa FAPESP nº 269).

Ao assumir a direção do instituto, em 1983, o biólogo francês Willy Beçak modernizou as redes elétrica e telefônica e as técnicas de pro-

# Marcos históricos



Pavilhão Lemos Monteiro, um dos prédios do instituto, em 1930 (ao lado), e Vital Brazil extraíndo veneno de serpente com auxílio de técnico no início do século



## ► 1901

- Decreto estadual de 23 de fevereiro cria o Instituto Soroterápico, com sede na fazenda Butantan
- Começa a produção de vacina e soro contra peste bubônica e soro contra veneno de serpentes

## ► 1911

- Vital Brazil mostra que os soros deveriam ser específicos para cada espécie de serpente
- O primeiro lote de jararaca-ilhoa (*Bothrops insularis*) da ilha de Queimada Grande (SP), espécie até então desconhecida, chega ao Butantan

## ► 1922

- Produção de uma vacina experimental contra hanseníase

## ► 1925

- O Soroterápico é renomeado oficialmente Instituto Butantan, como já era chamado

## ► 1926

- Com a anexação do Instituto Vacinogênico, o Butantan começa a produzir vacina contra varíola
- Começa a produção da vacina BCG (bacilo de Calmette-Guérin) e dos soros contra tétano e picadas de aranhas

## ► 1934

- Recém-criada, a USP incorpora o Butantan como órgão complementar

## ► 1953

- Iniciada a fabricação da vacina contra febre amarela

## ► 1962

- O instituto começa a produzir a vacina contra poliomielite do tipo Sabin

## ► 1963

- Início da produção da vacina tríplice bacteriana (difteria, tétano e coqueluche)

## ► 1983

- Criação do Centro de Biotecnologia

## ► 1984

- Início da produção do soro antiaracnídico trivalente, contra picadas da aranha-marrom (*Loxosceles spp.*), armadeira (*Phoneutria spp.*) e escorpiões (*Tityus spp.*)

## ► 1989

- Criação da Fundação Butantan, inicialmente para apoiar a produção de soros e vacina e depois a pesquisa e o ensino

## ► 1997

- Butantan ingressa no Programa Genoma da FAPESP, participando dos projetos Xylella, Câncer e Schistosoma

## ► 1999

- Acordo com a Sanofi para transferência de tecnologia de produção de uma vacina contra influenza
- Início da produção de vacina contra hepatite B, com tecnologia própria

## ► 2005

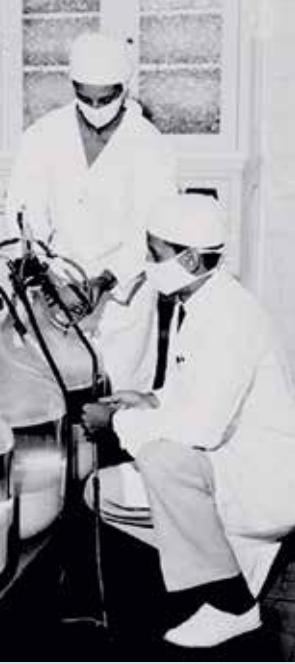
- Acordo com Institutos Nacionais de Saúde (NIH), dos Estados Unidos, para desenvolver as vacinas contra rotavírus e dengue

## ► 2010

- Incêndio destrói 70 mil exemplares de serpentes e 450 mil de artrópodes, escorpiões e outros animais do prédio das coleções biológicas
- Criação do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) para promover a interação com empresas
- Início da produção da vacina contra influenza

## ► 2020

- Em junho, assinatura de acordo com a empresa farmacêutica chinesa Sinovac para testes e produção da vacina CoronaVac, contra Covid-19
- Em dezembro, começa o envase da CoronaVac



3

Métodos de produção de soros e vacinas que vigoraram até o início dos anos 1980, quando foram reformulados por Isaias Raw (acima) e sua equipe



4

Placa do Hospital Vital Brazil, criado em 1945 no instituto, especializado no atendimento de vítimas de animais venenosos, e crianças de pré-escola em atividade lúdica sobre metamorfose no horto do instituto, em 2005



5

6

dução de soros e vacinas. Contratado em 1971 como estagiário e depois como assistente de pesquisa, o biólogo Giuseppe Puerto, atual diretor do Centro de Desenvolvimento Cultural e do Museu Biológico, tinha por hábito espiar a sala de purificação de soros quando ia para seu laboratório de extração de venenos. “Os técnicos, sem luvas ou botas, deixavam as garrafas no chão, com um funil e um papel de filtro, e ali filtravam o soro”, observou. “Tive de tomar soro pela primeira vez em 1974, depois de um acidente no laboratório, e tive alergia severa, porque a pureza não era boa.”

**P**ara melhorar a produção de soros e vacinas, Beçak contratou no início dos anos 1980 o médico e bioquímico Isaias Raw, recém-chegado de uma temporada de 10 anos nos Estados Unidos (ver Pesquisa FAPESP nº 113). “Descobri que os soros não funcionavam”, contou Raw em depoimento para o livro *Ciência para o Brasil – 70 anos da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)*, de 2019. “Imediatamente me deram uma autorização para contratar 24 pessoas para o laboratório. Eram recém-doutores que aprenderam a integrar a pesquisa à produção. Valorizei o pessoal da produção e formamos um grupo forte”, acrescentou, lamentando a desativação em 2010, para reformas, das linhas de produção de vacinas de pertussis, difteria e outras, que ele havia implantado. “Ficamos totalmente nas mãos das multinacionais.”

“A equipe do centro de biotecnologia, criado por Isaias Raw, fez a produção de soros e vacinas sair de processos artesanais para sistemas fechados, com controle de qualidade”, comenta a química Luciana Cerqueira Leite, que trabalhou com Raw durante 30 anos. “Ele também inves-

tigou novos adjuvantes, que reforçam a ação de vacinas, e estabeleceu a transferência de tecnologia para a produção das vacinas de influenza com a Sanofi e da dengue com o NIH [Institutos Nacionais de Saúde, dos Estados Unidos].” O médico e imunologista Jorge Kalil, diretor de 2011 a 2017, fez outra grande reforma nas linhas de produção e robusteceu as equipes de engenharia (ver Pesquisa FAPESP nº 240).

Puerto participou dessa modernização ao, primeiramente, aperfeiçoar a extração de venenos de serpentes. Ele criou uma caixa de madeira inclinada com um vidro frontal para evitar que o técnico aspirasse as partículas de veneno após a secagem – hoje esse trabalho é feito em capelas amplas e seguras. “Desenhei também uma mesa anatômica, em três lances, para o corpo da serpente, que assim deixaria de ser presa pelo braço”, conta. “Quando a equipe de marcenaria trouxe a mesa, cinco anos depois, nem lembrava mais. Hoje a mesa é de aço inox.”

Em 2005, logo após criar o Núcleo Educativo do Museu Biológico, Puerto atendeu o telefonema de uma professora que perguntou se o instituto teria alguma atividade sobre metamorfose de borboletas para crianças de pré-escola. “Não temos, mas vamos criar e a senhora poderá trazer seus alunos”, ele respondeu. Com sua equipe, planejou uma atividade para apresentar a metamorfose de maneira lúdica: as crianças entravam em um casulo com bambus e elas próprias se transformavam, ganhando asas de papelão. Essa é uma das atividades previstas no Parque de Ciências Butantan, um projeto a ser lançado assim que a pandemia amainar, com o propósito de integrar as atividades culturais do instituto. ■

Carlos Fioravanti

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

CAPA



# SISTEMA EM CONSTRUÇÃO

Crucial no combate à pandemia, o SUS enfrenta problemas novos e antigos de financiamento e governança

Fábricio Marques



Desembarque de paciente no hospital de campanha Lagoa-Barra, no Rio de Janeiro, montado no início da pandemia

# A

pandemia que já matou mais de 220 mil pessoas no país e sobrecregou enfermarias e unidades de terapia intensiva (UTI) de hospitais expôs a relevância e as fragilidades do Sistema Único de Saúde (SUS), responsável por dar assistência gratuita e universal a toda a população, em especial aos 150 milhões de brasileiros (71,5% do total) que não têm plano ou seguro privados. Graças a sua estrutura descentralizada nos estados e municípios, ergueu-se quase uma centena de hospitais de campanha, foram credenciadas 3,1 mil vagas extras em UTIs em hospitais públicos, equipes de vigilância sanitária se mobilizaram para fiscalizar o cumprimento de medidas de distanciamento social e 3,3 mil equipes do Serviço de Atendimento Médico Móvel de Emergência, o Samu, socorreram e transportaram doentes. O desafio para 2021 é aplicar imunizantes contra o novo coronavírus – o SUS dispõe de 37,6 mil salas de vacinação em todo o país.

É certo que as mazelas do sistema também foram evidenciadas na emergência sanitária. A persistente desigualdade no acesso à saúde, a limitação de recursos e problemas de gestão ficaram demonstrados no colapso de Manaus e na incapacidade de promover testagens em massa dos indivíduos. “Apesar dos pesares, o SUS foi uma joia na pandemia”, diz o sanitarista Reinaldo Guimarães, professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e vice-presidente da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco). “Sem ele, estariam em uma situação mais dramática, como se pode ver em países onde as pessoas não procuram assistência porque não podem pagar.”

Um relatório divulgado em outubro por um grupo de especialistas da Abrasco fez um diagnóstico do desempenho do SUS e mostrou que o sistema ainda não foi consolidado. O documento enumera as conquistas e alguns objetivos não atingidos: a queda na mortalidade infantil e o aumento da expectativa de vida ao nascer convivem com altas prevalências de tuberculose e hanseníase, assim como o notável desempenho dos programas nacionais de imunização, de combate à Aids e de transplantes coexistem com a incidência em alta de sífilis neonatal e uma epidemia de partos cesáreos. “Houve expansão de serviços e ampliação da cobertura de ações, em especial na atenção primária, mas persistem dificuldades de acesso a serviços especializados e falta coordenação entre os pontos de atenção”, conclui. Os especialistas propuseram medidas para fortalecer o SUS. As principais envolvem garantir financiamento re-

Pacientes buscam atendimento nos ambulatórios do Hospital das Clínicas de São Paulo, maior complexo hospitalar da América Latina

gular e suficiente e investir ainda mais em atenção primária, ampliando o alcance de programas como o Estratégia Saúde da Família para reduzir os vazios de assistência médica no país.

O SUS é criado da Constituição de 1988, que definiu a saúde como “direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”. Sua organização dependeu de um conjunto de políticas públicas, baseado na atuação coordenada e solidária dos governos federal, estaduais e municipais em atenção primária e especializada, vigilância sanitária e epidemiológica e assistência farmacêutica.

“Entre 1994 e 2002, muitas inovações foram introduzidas no SUS, como a exigência de que estados e municípios investissem mais e a oferta de recursos federais para implantação de progra-

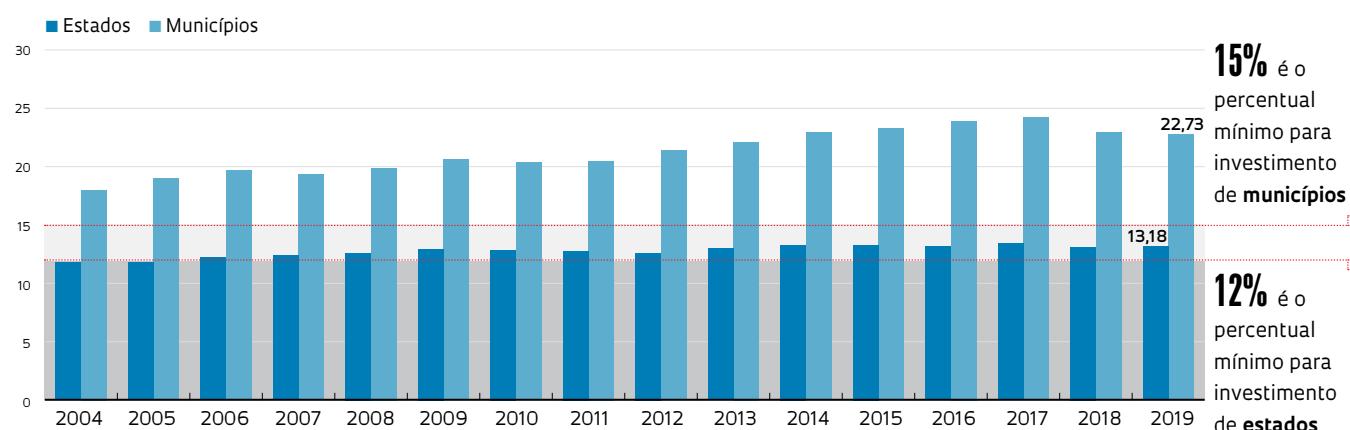


mas específicos”, explica o economista da saúde André Medici, que trabalhou no Banco Mundial e no Banco Interamericano de Desenvolvimento. No período seguinte, diz Medici, parte desse dinamismo se perdeu. “Houve inovações, como o programa nacional contra o tabagismo, mas o sistema passou a funcionar com uma lógica mais política, com ênfase na mobilização de recursos para estados e municípios, o que abriu espaço até para desvios como o da máfia das ambulâncias, em 2006. Já em anos recentes, vem lidando com o agravamento da situação econômica do país e atendendo também um público que não pode mais pagar planos privados.”

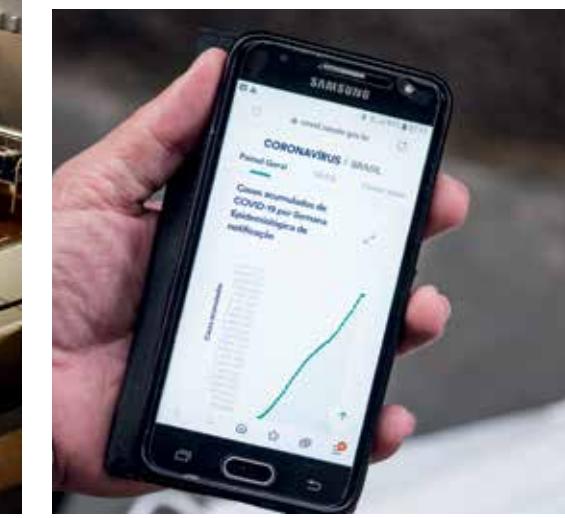
Antes do advento do SUS, só os brasileiros que contribuíram para a previdência podiam ser atendidos pelo sistema público, enquanto os mais pobres e sem emprego dependiam da caridade

## O ESFORÇO DE ESTADOS E MUNICÍPIOS NO SUS

Evolução do investimento em ações de saúde – em % das receitas de estados e municípios



FONTE MINISTÉRIO DA SAÚDE – ELABORAÇÃO DE FRANCISCO FUNCIA

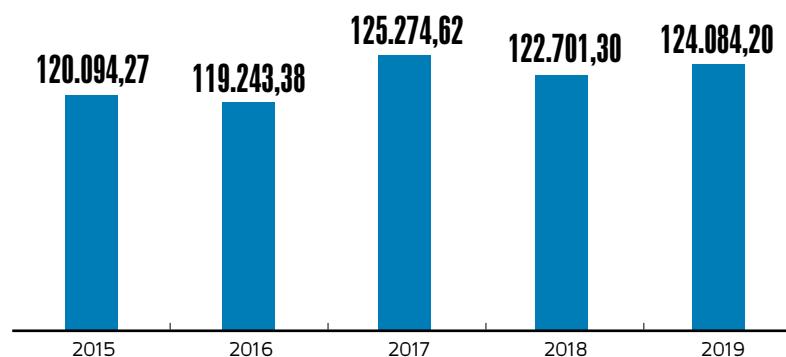


Hospital de campanha em Santo André, no ABC paulista, e aplicativo criado pelo Ministério da Saúde, o Coronavírus SUS, com informações úteis sobre a doença

de hospitais filantrópicos. Inspirado no National Health Service, do Reino Unido, o SUS nasceu com grandes ambições. Nenhum congênero do mundo se propõe a atender uma população tão grande sem impor restrições ou algum tipo de coparticipação nas despesas. “Não conheço sistemas universais de saúde de países com a extensão territorial, tamanho da população e desigualdades regionais e sociais como o Brasil que tivessem o desempenho e os êxitos do SUS em apenas 30 anos, apesar de tantos obstáculos”, afirma Jairnilson Silva Paim, professor da Universidade Federal da Bahia. “Sempre lembro o Serviço Sanitário Nacional italiano que, tal como o SUS, sofreu uma ‘operação descrédito’. Apesar da tradição histórica e cultural da Itália, precisou de 30 anos para transformar o preceito constitucional do direito à saúde em lei, entre 1948 e 1978.

## O ORÇAMENTO DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

Investimentos em ações e serviços públicos de saúde – em R\$ milhões – em valores de 2019\*



FOTOS 1 E 3 LÉO RAMOS CHAVES 2 GUSTAVO BASSO / NURPHOTO / NURPHOTO / VIVA AFP

\*VALORES CORRIDOS PELO IPCA/IBGE FONTE RELATÓRIO DE GESTÃO DO MINISTÉRIO DA SAÚDE – 2019

Já o Brasil conseguiu em dois ao aprovar a legislação ordinária da saúde e do SUS, em particular.”

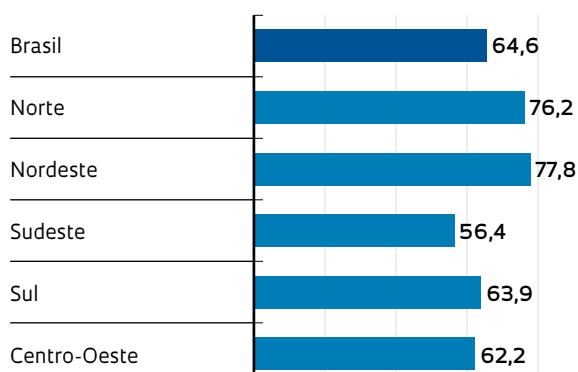
**A**dissociação entre as grandes aspirações do SUS e a existência de financiamento suficiente para cumpri-las ajuda a explicar por que vários de seus objetivos não foram alcançados. A ideia de dar acesso a todos não se materializou. O SUS se cristalizou como esteio dos mais pobres, enquanto as classes média e alta no país recorreram a planos e seguros privados para garantir assistência especializada de mais qualidade ou de acesso mais rápido. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o contingente de brasileiros com acesso à saúde suplementar era de 28,5% da população em 2019, ante pouco mais de 5% nos anos 1980. Gasta-se mais com saúde privada do que com a pública no Brasil. O governo é responsável por despesas com saúde da ordem de 3,9% do Produto Interno Bruto (PIB), enquanto os gastos das famílias na mesma rubrica alcançam 5,4% do PIB.

O país gasta muito menos com saúde do que nações que dispõem de sistemas universais. Dados elaborados por Fabiola Sulpino Vieira, especialista em políticas públicas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), publicados no ano passado em um artigo da *Revista de Saúde Pública*, mostram que o gasto público *per capita* com saúde no Brasil em 2017 foi de US\$ 606. Na Turquia esse valor chegou a US\$ 921, no Reino Unido, a US\$ 3,3 mil, e na Alemanha a US\$ 4,9 mil. Esses valores foram corrigidos pela paridade do poder de compra de cada país. Segundo o artigo, houve entre 2014 e 2018 redução da despesa *per capita* de 2% no governo federal, 5% nos estados e 2% nos municípios.

# O PESO DO SUS NAS INTERNAÇÕES NO BRASIL

Proporção de pessoas que ficaram internadas em hospitais por 24 horas ou mais e a última internação foi pelo SUS – 2019 \* (em %)

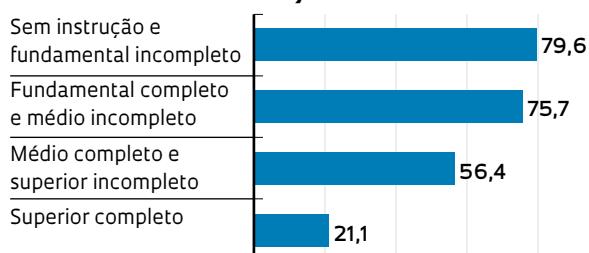
## SEGUNDO GRANDES REGIÕES



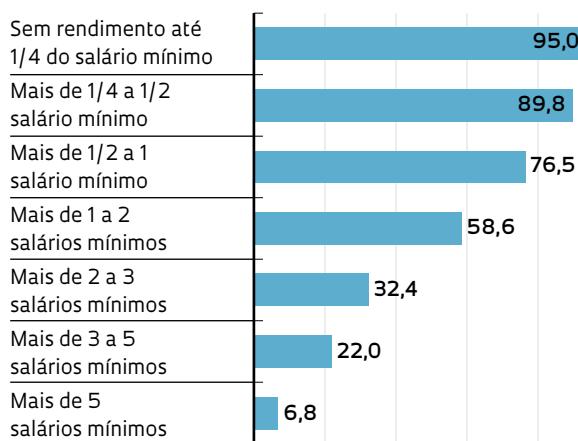
## SEGUNDO COR OU RACA



## SEGUNDO GRAU DE INSTRUÇÃO



## SEGUNDO RENDA DOMICILIAR PER CAPITA



FONTE IBGE, DIRETORIA DE PESQUISAS, COORDENAÇÃO DE TRABALHO E RENDIMENTO, PESQUISA NACIONAL DE SAÚDE 2019. \* NOS ÚLTIMOS 12 MESES ANTERIORES À DATA DA ENTREVISTA

Em três décadas de existência, o SUS enfrentou vários problemas de financiamento. “O sistema nunca foi visto como prioridade no momento de definir os gastos públicos e sempre foi preciso brigar por recursos”, diz Vieira. Nos anos 1990, foi recriado um imposto provisório sobre movimentações financeiras, a CPMF, no bojo de uma campanha do então ministro Adib Jatene (1929-2014), para complementar os recursos para o SUS. Apesar da destinação à saúde expressa na lei, o orçamento do ministério não foi ampliado e em 1999 a CPMF passou a abastecer programas de erradicação da pobreza e o déficit de previdência. Foi extinta em 2007. Um marco para a consolidação do SUS foi a Emenda Constitucional nº 29, em 2000, que determinou a vinculação de percentuais mínimos de recursos orçamentários que a União, estados, Distrito Federal e municípios são obrigados a aplicar no sistema.

**N**os últimos anos, o financiamento tem sido ameaçado por restrições impostas pela emenda 95, de 2016, que incluiu na Constituição um dispositivo que congela por 20 anos os gastos do governo. Em 2018 e 2019, o orçamento do Ministério da Saúde foi reajustado apenas pela inflação. Em 2020, o teto pode ser descumprido em razão dos gastos emergenciais da pandemia. Mas a lei de diretrizes orçamentárias de 2021, aprovada em dezembro, retomou a regra do teto e estipulou em R\$ 134 bilhões o orçamento da saúde, cerca de R\$ 30 bilhões menos do que foi executado no ano passado. Uma petição pública com 583 mil assinaturas entregue ao Congresso pelo Conselho Nacional de Saúde pede que o orçamento do ministério deste ano seja de pelo menos R\$ 168,7 bilhões. Uma das justificativas é de que a pandemia continua e cirurgias e atendimentos adiados no ano passado devem pressionar a demanda em 2021.

É provável que o SUS volte a receber recursos extraordinários. Uma medida provisória apresentada em dezembro abriu um crédito de R\$ 20 bilhões para compra de vacinas. Na prática, nada impede governo e Congresso de aumentarem o orçamento da Saúde, desde que se desloquem recursos de outras áreas e o teto global de gastos seja mantido. A lógica dos orçamentos aprovados tem sido a de congelamento linear de despesas. Uma das implicações naturais é que o gasto *per capita* comece a cair. “A população brasileira cresce 0,8% ao ano e os recursos disponíveis deveriam crescer ao menos na mesma proporção”, afirma o economista Francisco Rózsa Funcia, da Universidade Municipal de São Caetano do Sul, um especialista em financiamento do SUS. “A população idosa, que tem prevalência maior de doenças crônicas, aumenta 3,8% ao ano, e isso também eleva os custos do sistema.”



1



2

Como o teto de gastos deve vigorar até 2036, há tendência de agravamento de outro problema do SUS, ligado à sua governança. Com menos recursos, o governo federal disporá de margem cada vez menor para cumprir seu papel de indutor de políticas públicas em saúde. Foi o Ministério da Saúde quem propôs programas inovadores como o Estratégia Saúde da Família ou o Samu, comprometendo-se a fornecer recursos aos municípios para a sua manutenção. Vieira, do Ipea, menciona o exemplo dos serviços de média e alta complexidade nos municípios, que requerem habilitação pelo Ministério da Saúde. “Para ampliar o número de leitos para pacientes com câncer, um hospital público estadual ou municipal precisa de autorização federal. O ministério hoje tende a ser restritivo nessas autorizações porque, se atender, se obrigará a transferir recursos para financiar esses leitos e está impedido de gastar mais”, explica a pesquisadora.

Em outro trabalho publicado em dezembro na revista *Saúde em Debate*, Vieira e sua colega do Ipea Luciana Servo mostraram como o Ministério da Saúde vem reduzindo o papel de coordenador do sistema. Segundo o estudo, cresceu o quinhão do orçamento da pasta fora de seu controle, vinculado a emendas parlamentares: de R\$ 240 milhões, em 2014, para R\$ 6,6 bilhões, em 2018. O problema se agravou na pandemia, não pelas dificuldades orçamentárias, e sim pelas divergências entre governo federal e estados e mu-



3

nícios acerca de como enfrentar a emergência sanitária. Parte do trabalho de coordenação do SUS foi desempenhada pelo Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Saúde (Conass). O artigo enumera episódios que “denotam a escalada do conflito na relação tripartite”, como o impedimento para que representantes de conselhos de secretários estaduais e municipais de Saúde participassem da posse do ministro da Saúde Nelson Teich, em abril, e “a desconsideração desses conselhos na tomada de decisão de ações para enfrentamento da pandemia, como quando da publicação de orientação para uso de cloroquina e hidroxicloroquina no tratamento da Covid-19, sem seguir a norma que estabelece a análise pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias em Saúde”.

**S**e existe um consenso sobre o que precisa ser aperfeiçoado no SUS, ele se refere à necessidade de investir mais em atenção primária, a porta de entrada do sistema, que fornece os cuidados mais simples e encaminha os casos mais complexos para serviços especializados. Ações do SUS em programas de atenção primária produziram resultados notáveis, como foi o caso do Estratégia Saúde da Família. Lançado em 1994, o programa é feito de forma descentralizada, com recursos do governo federal e gestão municipal, e leva cuidados essenciais à população das periferias e lugares remotos. O programa cresceu nos últimos 20 anos e hoje dispõe de mais de 43 mil equipes, compostas por médico generalista, enfermeiro, dentista, auxiliares técnicos e agentes comunitários, atuando em quase a totalidade dos municípios brasileiros. Um estudo divulgado em 2020 mapeou o impacto do programa na redução

Equipe de Saúde da Família atende mulher em Marabá, Pará; paciente do SUS em Recife, Pernambuco, com seus remédios; e vacinação de indígenas em Manaus, Amazonas

# CIÊNCIA PARA APERFEIÇOAR O SUS

Programa mobiliza pesquisadores para solucionar problemas do sistema de saúde

A produção de conhecimento para aperfeiçoar o Sistema Único de Saúde (SUS) mobilizou milhares de cientistas brasileiros por meio do Programa Pesquisa para o SUS (PPSUS). A iniciativa, que já promoveu 172 chamadas públicas em 27 estados, investiu R\$ 395 milhões em quase 4 mil projetos desde 2002 e é financiado pelo Ministério da Saúde, por meio do Departamento de Ciência e Tecnologia (Decit), em parceria com secretarias estaduais de Saúde e fundações de amparo à pesquisa.

O objetivo do PPSUS é estimular pesquisadores a solucionarem problemas do sistema em sua região. "Trabalhamos com as secretarias estaduais de Saúde para identificar quais os principais agravos enfrentados pela gestão e assistência do SUS localmente e como a academia pode ajudar a mitigá-los", explica Marge Tenório, coordenadora nacional do programa no Ministério da Saúde. Ela destaca o papel do PPSUS no desenvolvimento de recursos humanos especializados em saúde: entre colaboradores e bolsistas dos projetos, contam-se 500 mestres e 300 doutores formados no âmbito dos projetos financiados.

Há projetos de impacto desenvolvidos em todas as regiões. Daniel Canavese, da Universidade do Rio Grande do Sul, ajudou a aprimorar a vigilância em saúde de populações vulneráveis ao avaliar as situações de violência no estado de acordo com raça, gênero e orientação sexual. Thaís Gigonzac, da Universidade Estadual de Goiás, criou estratégias para investigação genética e intervenção precoce de indivíduos com transtorno do espectro autista no sistema de saúde local. Isabella Monlleo, da Universidade Federal de Alagoas, consolidou uma estratégia para criar um sistema de referência no atendimento a pacientes com fendas orais.

Desde 2006, a FAPESP já apoiou, em conjunto com o Ministério da Saúde, 241 projetos de pesquisadores de instituições paulistas em chamadas do PPSUS. "A intenção é que os resultados dos projetos sejam incorporados pelos serviços e pelo sistema de saúde.

Há projetos mais aplicados, outros que

testam novas tecnologias. Alguns parecem ter pouca abrangência, mas começam a responder a perguntas e a repercussão será percebida mais adiante", diz Maritsa Bortoli, pesquisadora do Instituto de Saúde de São Paulo, que já atuou na coordenação nacional do PPSUS e hoje trabalha com o programa na Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Um dos destaques foi um projeto liderado pelo oftalmologista Antonio Carlos Lottelli Rodrigues, da Faculdade de Medicina de Botucatu da Universidade Estadual Paulista (Unesp), que desenvolveu uma linha de cuidado para crianças com alterações no chamado teste do olhinho, que foi implantado em todo o estado de São Paulo. O exame, realizado em recém-nascidos ainda na maternidade, é obrigatório em São Paulo, mas o diagnóstico não evitava que muitas crianças com catarata congênita sofressem sequelas por atraso no atendimento. A catarata congênita atinge um em cada 2,5 mil nascidos e, se não for operada até os 3 meses de vida, pode resultar em cegueira definitiva. "Era comum que os pais de bebês recebessem o diagnóstico, mas não conseguissem um encaminhamento para cirurgia no SUS em tempo hábil", diz o pesquisador.

Com apoio da Secretaria de Estado da Saúde e pesquisadores de faculdades de medicina das universidades Estadual de Campinas (Unicamp), de São Paulo (USP), Federal de São Paulo (Unifesp) e da Santa Casa de São Paulo, Lottelli desenvolveu um fluxo que acelera o atendimento. Agora, sempre que uma maternidade detecta um caso suspeito de catarata congênita, um teste para confirmar o diagnóstico é agendado em um ambulatório próximo ao lugar onde a família vive. Se houver confirmação, o caso é encaminhado imediatamente para um dos seis hospitais universitários associados ao projeto, que fazem a cirurgia. Só o serviço dirigido por Lottelli em Botucatu já realizou mais de 200 cirurgias organizadas pela linha de cuidado.

Também há projetos para aperfeiçoar a gestão do SUS. Uma iniciativa coordenada por Cinira Fortuna, da Escola

de Enfermagem de Ribeirão Preto da USP, ajudou a transformar as práticas de profissionais incumbidos de desenvolver, em 24 municípios de abrangência do Departamento Regional de Saúde de Araraquara, as políticas nacionais de humanização do atendimento e da gestão no SUS e de educação permanente em saúde. Esses profissionais, que atuam como articuladores e apoiadores da implementação dessas políticas, são acompanhados e qualificados em suas práticas pelo Centro de Desenvolvimento e Qualificação para o SUS (CDQ-SUS) da regional de Araraquara, pois trabalham com as equipes de saúde nos municípios.

O projeto reuniu cerca de 40 profissionais em oficinas e sessões de grupos de discussão, estimulando-os a refletir e discutir conjuntamente os problemas que enfrentam. Um dos resultados foi a construção de uma "caixa de ferramentas", abastecida por práticas e soluções compartilhadas que ajudam a lidar com problemas na interlocução com as equipes de saúde. "Esses atores são essenciais para articular regionalmente as políticas, mas faltava a eles acolhimento e apoio para reagirem às dificuldades", diz Fortuna, que implementou o projeto em parceria com Monica Vilchez e Ana Franceschini, do CDQ-SUS de Araraquara.

Reinaldo Guimarães, pesquisador da UFRJ que foi secretário de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde entre 2007 e 2010, destaca que, neste século, os responsáveis pela gestão do sistema de saúde do Brasil passaram a exercer um papel maior na definição de políticas de pesquisa – a criação do PPSUS e do Decit, com um orçamento para investir em ciência básica e aplicada, é um exemplo desse movimento. "Em países como Estados Unidos, Canadá e Reino Unido foram criadas agências de fomento específicas para financiar a pesquisa em saúde", diz. "Nos últimos 50 anos, o próprio conceito de pesquisa em saúde foi ampliado, com o crescimento de áreas como bioquímica e microbiologia, passando a gerar tecnologias e inovações com impacto na qualidade de vida das pessoas."



1



2



3



4

Vacina contra o vírus influenza e teste rápido para detecção de sífilis (acima, à esq.); coleta de sangue de doador de medula no Instituto da Criança do Hospital das Clínicas de São Paulo (acima, à dir.); e consulta oftalmológica à distância em clínica do SUS em Porto Alegre

da mortalidade infantil, ao analisar os resultados de mais de 50 artigos científicos sobre o tema. Entre 1994 e 2017, a taxa de crianças mortas antes de completarem 1 ano caiu de 43 por mil nascidos vivos para 12,4 por mil nascidos vivos. O trabalho, coordenado pelo economista Naercio Menezes, do Insper, observou que a queda foi mais expressiva nos municípios atendidos pelo programa: após oito anos, a redução registrada oscilou entre 20% e 34%.

Também há razões econômicas para investir mais em atenção primária. Grande parte das despesas do SUS se refere a internações. Um diagnóstico apresentado em 2018 pelo Banco Mundial indicou que existem ineficiências na aplicação de recursos que, uma vez corrigidas, poderiam economizar 23% das despesas com atenção básica e até 34% na atenção secundária e terciária. “Existe ineficiência não só no sistema do Brasil, mas em vários sistemas mundiais”, diz André Medici. “O SUS ainda é ‘hospitalocêntrico’ e precisa se organizar melhor para atender

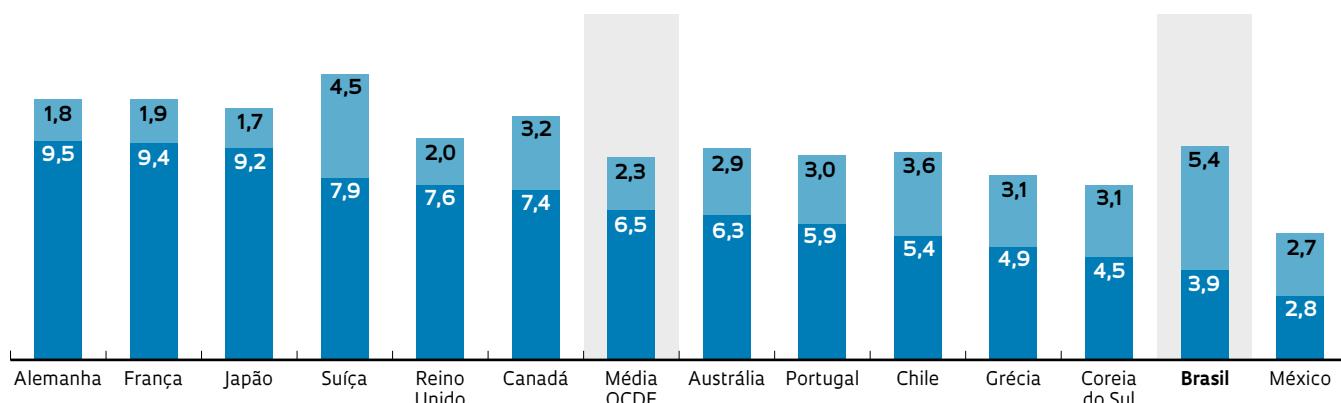
as pessoas. Os usuários não têm a cultura de utilizar um posto ou um centro de saúde. Elas vão direto para o hospital. Quando chegam lá, pode acontecer duas coisas: ou o hospital não tem condição de atender ou ele atende, deixa a pessoa internada alguns dias gastando de R\$ 3 mil a R\$ 4 mil por dia, que é muito mais do que aquele atendimento custaria se tivesse sido feito em um centro de atenção básica. Em muitos casos, isso poderia ser resolvido com a ação de um médico da família”. Medici considera fundamental corrigir esses problemas. “Aproveitar de modo mais racional os recursos disponíveis é importante inclusive para planejar a expansão do sistema.”

**P**ara Fabiola Vieira, é necessário combater as ineficiências. “Mas, infelizmente, muitos estudos sobre a eficiência do sistema acabam sendo feitos e utilizados para justificar o não aporte de recursos adicionais ao invés de sinalizar para a implementação de medidas que melhorem o seu desempenho”, afirma. A médica Ligia Giovanella, pesquisadora da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Ensp-Fiocruz), adverte que a ideia de que há ineficiências na atenção básica desconsidera fatores como a diversidade geográfica, econômica e social dos municípios. “É impróprio sugerir redução de recursos em um sistema tão subfinanciado como o SUS.” Um dos grandes desafios para melhorar a atenção básica é organizar o atendimento em redes regionalizadas. A maioria dos municípios brasileiros tem poucos habitantes e lhes falta dinheiro e capacidade de gestão. O desenho original do SUS previa a construção dessas redes, mas só em 2011 o governo dividiu o território nacional em 430 regiões de

# QUANTO O GOVERNO E AS FAMÍLIAS GASTAM COM SAÚDE

Despesas como proporção do PIB, por setor institucional (%), 2017

■ Governo ■ Famílias



FONTES CONTA-SATÉLITE DE SAÚDE: BRASIL 2010-2017 – MINISTÉRIO DA SAÚDE / ANS / FIOCRUZ / IBGE / IPEA

saúde, que reúnem uma massa de 500 mil a 600 mil habitantes cada. O objetivo é coordenar ações sem sobreposição de esforços e de modo a garantir atendimento primário e especializado para todas as pessoas. A organização das redes vem ocorrendo de forma desigual. “Em alguns estados, como o Ceará, governo estadual e municípios fizeram consórcios e em cada região passaram a oferecer policlínicas de especialidades e centro de atendimento odontológico. Em São Paulo também há estruturas regionais bem estabelecidas, mas em outros lugares há dificuldades de articulação”, afirma Giovanella. Segundo a pesquisadora, secretários municipais de Saúde se reúnem em comissões intergestores regionais para organizar ações das redes, mas é comum surgirem impasses. “Não existem governos regionais. As competências para as ações de saúde são municipais”, diz.

Segundo ela, é necessário universalizar a cobertura por equipes de saúde da família, passando dos atuais 63% para no mínimo 90% da população. “A atenção primária, se bem estruturada, pode resolver mais de 80% das demandas, mas não deve existir descolada de uma rede de qualidade”, diz. Para Giovanella, um dos entraves para melhorar a atenção primária é a escassez de médicos da família. “Há pouco interesse por uma formação generalista nas faculdades de medicina.”

À parte as medidas de reorganização, ampliar o alcance da assistência no Brasil vai depender da capacidade e da disposição do país de ampliar investimentos em políticas públicas de saúde. Um relatório do Tribunal de Contas da União (TCU) divulgado em maio de 2020 estimou em R\$ 31 bilhões os recursos necessários para suprir o déficit atual de atendimento do SUS. Esses recursos precisariam ser investidos em equipes de saúde

da família, atendimentos odontológicos, consultas médicas e internações, exames e sessões de hemodiálise, que hoje têm demanda reprimida. O documento afirma que devem aumentar a tensão gerada pelos anseios da população e a oferta de recursos disponíveis. “De um lado, há uma tendência de aumento da necessidade de recursos para o SUS. De outro, o cenário fiscal se mostra desfavorável à ampliação de gastos.”

**E**m um trabalho publicado na revista *Ciência & Saúde Coletiva*, o economista Francisco Funcia levantou opções para ampliar o financiamento do SUS, como destinar a ele uma fração dos recursos hoje usados para pagar a dívida pública ou reduzir as renúncias fiscais com gastos privados com saúde. Em uma das projeções, Funcia calculou o quanto o SUS teria hoje de receita adicional caso tivesse sido aprovado o projeto de lei de iniciativa popular Saúde+10, de 2013, rejeitado pelo Congresso, que propunha a aplicação mínima de 10% das receitas brutas da União em saúde. O valor adicional, estimado em R\$ 36 bilhões em 2018, seria suficiente para quadruplicar as despesas com o Piso de Atenção Básica repassadas aos municípios, os investimentos na oferta de remédios e os gastos do Samu, além de ampliar em 50% as verbas do Estratégia Saúde da Família. “Esses dados mostram que existe espaço fiscal para buscar uma equação política que resulte em recursos adicionais para o financiamento federal do SUS no curto prazo sem a necessidade de uma reforma tributária e sem comprometer o equilíbrio das contas públicas”, sustenta Funcia. ■

Os projetos financiados pela FAPESP relacionados ao SUS podem ser consultados em [bit.ly/2XPiell](http://bit.ly/2XPiell).



# SEM ALÍVIO PARA A CIÊNCIA

Principal fundo de fomento à pesquisa científica do país, o FNDCT é reformulado, mas governo veta proibição de bloqueio de seus recursos

Rodrigo de Oliveira Andrade

Manifestantes saem às ruas de São Paulo em outubro de 2017 para protestar contra os cortes no orçamento da CT&I no Brasil

O presidente Jair Bolsonaro (sem partido) sancionou com vetos em janeiro o Projeto de Lei Complementar nº 135/20 que estabelece mudanças no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), principal instrumento de fomento à ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. O projeto, aprovado no ano passado por ampla maioria na Câmara e no Senado, transforma o FNDCT em um fundo financeiro cumulativo – atualmente, o fundo recebe receitas de diferentes setores da economia, mas tem natureza apenas contábil. Com a mudança, seus valores poderão ser alocados em fundos de investimento, gerando rendimentos que deverão ser usados no financiamento de atividades de CT&I. Outra novidade importante diz respeito ao reaproveitamento de saldos anuais não utilizados para reinvestimento, de modo que os recursos se acumulem ao longo dos anos – os valores não desembolsados hoje voltam para a União.

O projeto também proibia novos contingenciamentos dos recursos do fundo – nos últimos cinco anos, apenas uma fração dos valores disponíveis pôde ser executada – e determinava a liberação dos R\$ 4,2 bilhões bloqueados em 2020. Essas duas alterações, porém, foram vetadas por recomendação da equipe econômica. Na decisão, publicada na edição de 13 de janeiro do *Diário Oficial da União*, o governo argumenta que, do modo como foram aprovados no Congresso, os dispositivos “contrariam o interesse público”, já que colidem com disposições legais existentes. Se-

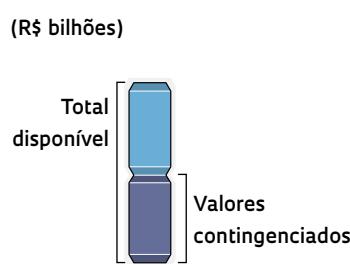
gundo essa visão, isso resultaria em um aumento não previsto das despesas e em um impacto significativo nas contas públicas, podendo levar ao descumprimento da Emenda Constitucional nº 95, que em 2016 instituiu por 20 anos o teto dos gastos públicos. Informa ainda que, ao obrigar a imediata execução dos recursos contingenciados em 2020, a medida forçaria o cancelamento de dotações das demais pastas já programadas para o exercício, atrapalhando a realização de projetos e ações planejadas pelas outras áreas do governo, elevando a rigidez orçamentária.

“Os vetos presidenciais desfiguram o PLP 135/20, que tinha como principal objetivo impedir o bloqueio dos recursos do FNDCT já este ano”, diz o senador Izalci Lucas (PSDB-DF), autor do projeto de lei. A decisão, para ele, demonstra “a falta de visão estratégica” do governo federal em relação ao papel da CT&I para o desenvolvimento social e econômico do país. “Os vetos contrariam o espírito do projeto de lei, colocando o Brasil na contramão do mundo, que, durante a pandemia, aumentou os aportes em CT&I [ver Pesquisa FA-PESP nº 294]”, complementa Fernando Peregrino, presidente do Conselho Nacional das Fundações de Apoio às Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa Científica e Tecnológica (Confies).

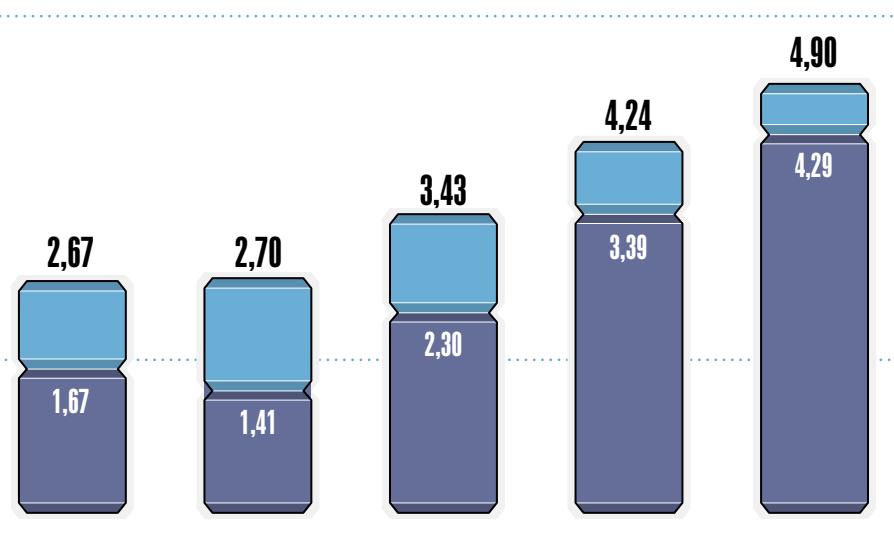
A imposição de vetos ao PLP 135/20, agora transformado na Lei Complementar nº 177, não surpreendeu o engenheiro Pedro Wongtschowski, presidente do Conselho de Administração da Ultrapar Participações e líder da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) da Confederação Nacional da Indústria (CNI), que há mais de uma década promove a interlocução entre o governo e setores da indústria. “Sabíamos que a maior oposição viria da equipe econômica, que espera poder usar as receitas futuras oriundas

## ORÇAMENTO APERTADO

Sucessivos bloqueios fizeram com que o dinheiro no FNDCT diminuisse progressivamente nos últimos quatro anos



FONTE: FINEP/LOA



GRÁFICOS: ALEXANDRE AFFONSO

dos fundos setoriais que alimentam o FNDCT em seus esforços de ajuste das contas públicas”, esclarece Wongtschowski, que é membro do Conselho Superior da FAPESP. Já Gianna Sagazio, diretora de Inovação da CNI e coordenadora da MEI, argumenta que os dispositivos vetados não impactariam as contas do governo. “A dotação orçamentária prevista para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações [MCTI] na proposta de lei orçamentária já computa o valor total arrecadado pelo FNDCT, de modo que o investimento feito com recursos do fundo não entra no cálculo dos gastos que compõem o déficit primário”, ela explica. “Tampouco há risco de violação do teto de gastos, dado que a proposta defendida no PLP 135/20 não pressupõe aumento do orçamento do MCTI.”

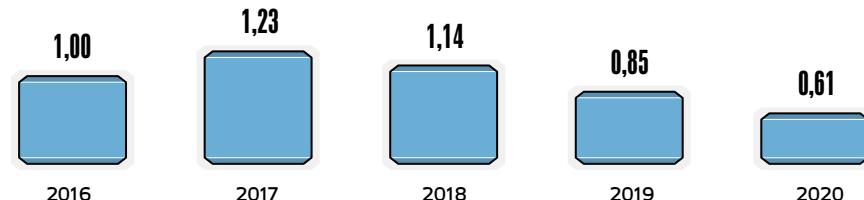
A expectativa da comunidade científica é que o Congresso derrube os vetos. “Aprovamos o projeto de lei com expressiva maioria na Câmara e no Senado, o que sugere que as chances de os vetos serem derrubados são grandes. Seja como for, vamos ter de aguardar a volta do recesso parlamentar para reiniciar a articulação”, afirma o senador Lucas. O problema, na avaliação de Celso Pansera, ex-deputado e ex-ministro da Ciência, Tecnologia e Inovações, é que isso pode demorar para acontecer. “Tem a eleição dos presidentes das duas casas legislativas em fevereiro e várias outras pautas para votar, de modo que a análise dos vetos pode ficar para março, abril ou maio, após o início do ano fiscal”, diz. A lei, nesse caso, valeria à luz das alterações feitas pelo governo, e, mesmo com a derrubada dos vetos, as medidas só entrariam em vigor em 2022. Com isso, as perspectivas para a CT&I em 2021 seguem críticas e podem se agravar caso o Projeto de Lei Orçamentária Anual de 2021 (PLOA 2021) apresentado pelo Executivo

seja aprovado. A lei prevê um aumento de 13% no valor total contingenciado do FNDCT em 2021 em relação ao ano anterior, isto é, pouco mais de R\$ 4,8 bilhões (*ver gráfico na página 54*).

Apesar dos vetos, a lei garante algumas conquistas, como a transformação do FNDCT em fundo financeiro cumulativo e a possibilidade de aproveitamento de saldos anuais não usados para reinvestimento. “Se isso tivesse sido feito há 10 anos, mesmo com todos os contingenciamentos no período, o FNDCT teria um saldo acumulado de cerca de R\$ 45 bilhões”, afirma o economista e ex-deputado federal Marcos Cintra, professor da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (Eaesp-FGV). Cintra foi o idealizador da proposta de transformação do FNDCT em fundo financeiro e de reinvestimento de seus saldos anuais não utilizados quando presidiu a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), agência vinculada ao MCTI e responsável pela administração do fundo, entre 2016 e 2018. Segundo ele, essas mudanças devem ajudar a transformar o FNDCT em uma fonte de investimento sustentável. “O reaproveitamento de saldos acumulados não usados deverá assegurar a previsibilidade dos recursos governamentais para projetos estratégicos, permitindo à Finep planejar melhor suas atividades de financiamento”, diz. “Isso é importante, já que os investimentos em CT&I são de longo prazo e, por isso, requerem estabilidade.” No entanto, complementa Izalci Lucas, para que essas mudanças façam sentido, é preciso que o Congresso derrube os vetos. “Não adianta ter um fundo financei-

## APESAR DOS VETOS, NOVA LEI GARANTE A TRANSFORMAÇÃO DO FNDCT EM FUNDO FINANCEIRO E A POSSIBILIDADE DE REAPROVEITAMENTO DE SALDOS ACUMULADOS

### VALORES REAIS DISPONÍVEIS NO FUNDO PARA INVESTIMENTO EM CT&I



ro que não tem dinheiro para investir”, afirma. “Se os governantes não entenderem que só vamos sair dessas crises investindo em educação, ciência e tecnologia, não chegaremos a lugar nenhum.”

**H**á ampla concordância em relação a isso no Congresso Nacional. A aprovação do PLP 135/20 no Senado, em agosto, deu-se quase por aclamação. Foram 71 votos a favor e apenas um contra, o do senador Flávio Bolsonaro (Republicanos-RJ). Na Câmara dos Deputados, em dezembro, não foi diferente: 385 votaram a favor do projeto de lei, enquanto 18 se manifestaram contra a medida, entre eles todos os deputados do partido Novo e alguns parlamentares do PSL. Na avaliação de Lucas, a quase unanimidade em relação ao futuro do FNDCT resulta de um alinhamento entre deputados e senadores de diferentes partidos em torno da importância e do potencial estratégico da CT&I para o país. Para Cintra, isso mostra “que projetos de mérito, como esse, têm o condão de congregar parlamentares de várias correntes políticas e ideológicas”.

A construção desse consenso foi viabilizada por uma extensa articulação política, construída no âmbito da Frente Parlamentar Mista de Ciência, Tecnologia, Pesquisa e Inovação, presidida por Lucas, nos últimos dois anos. A frente tem 207 parlamentares de vários partidos, que se reúnem em sessões com membros da comunidade científica e da sociedade civil para discutir temas de interesse do setor. Em parceria com a MEI, a frente promoveu, em novembro de 2019, em Brasília, um encontro que contou com a participação de diversas autoridades, entre elas Rodrigo Maia (DEM-RJ) e Davi Alcolumbre (DEM-AP),

presidentes da Câmara dos Deputados e do Senado, respectivamente, além de empresários de vários setores da indústria. A ideia era discutir a inovação como vetor para o desenvolvimento e a importância de uma política própria de longo prazo, baseada em metas e na garantia de recursos. Paralelamente, por parte da comunidade científica, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) lançou em maio daquele ano a Iniciativa de Ciência e Tecnologia no Parlamento (ICTP.br), em parceria com a Academia Brasileira de Ciências (ABC) e outras entidades. O objetivo era promover uma articulação mais integrada com os parlamentares para poder apresentar a eles as demandas do setor.

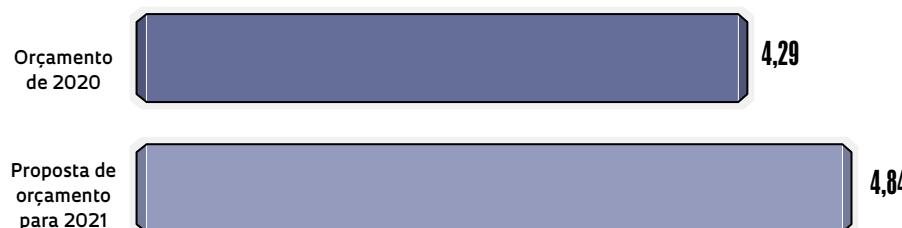
Essa articulação entre entidades científicas, representantes de diferentes setores da indústria e parlamentares ajudou a estancar a deterioração do orçamento para a CT&I em 2020 (ver Pesquisa FAPESP nº 289). Mais recentemente, impediu também a extinção do próprio FNDCT. Em março de 2020, a Comissão de Constituição e Justiça do Senado retirou o fundo do escopo da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) nº 187 de 2019, a qual propunha extinguir os fundos públicos vinculados a áreas específicas e direcionar seus recursos para outras finalidades, de modo a tentar estimular a economia (ver Pesquisa FAPESP nº 290). Além do FNDCT, salvaram-se os fundos de Segurança Pública, Antidrogas e o de Defesa da Economia Cafeeira (Funcafé). Permaneceu indefinida, porém, a situação dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, principal fonte dos recursos do FNDCT. A PEC nº 187 deverá ser

## PARA MOREIRA, PRESIDENTE DA SBPC, O BLOQUEIO DE RECURSOS DO FNDCT COMPROMETE O COMBATE À COVID-19 E EMPERRA A RECUPERAÇÃO ECONÔMICA DO BRASIL

### BLOQUEIO AINDA MAIOR

Proposta de lei orçamentária prevê aumento de 13% no valor total contingenciado do FNDCT em 2021

(R\$ bilhões)



votada este ano. A expectativa é que a promulgação do PLP 135/20 carregue consigo os fundos setoriais, excluindo-os do escopo da proposta. “Não adiantaria ter o FNDCT sem os fundos que o alimentam”, diz Pansera.

A atual estrutura de arrecadação de recursos do FNDCT resulta de um longo trabalho realizado entre 1998 e 2001, com a criação dos fundos setoriais. “Eles permitiram mobilizar recursos de várias fontes, a partir de projetos de lei aprovados praticamente por unanimidade no Congresso Nacional”, diz o economista e engenheiro Carlos Américo Pacheco, diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo (CTA) da FAPESP. “A expectativa sempre foi criar uma fonte estável de recursos para financiar o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação no país. A aprovação do PLP 135/20 coroaria isso com chave de ouro”, complementa Pacheco, um dos idealizadores dos fundos à época em que foi secretário-executivo do então Ministério da Ciência e Tecnologia, entre 1999 e 2002.

**I**contingenciamento de recursos constitui o principal gargalo do FNDCT (*ver Pesquisa FAPESP nº 285*). Sucessivos bloqueios orçamentários decretados pelo governo, na tentativa de conter a deterioração das contas públicas, fizaram com que o dinheiro disponível no fundo diminuisse progressivamente nos últimos anos, comprometendo sua capacidade de custear bolsas e projetos de pesquisa em universidades e empresas (*ver gráfico na página 52*). Em 2020, o contingenciamento do FNDCT atingiu o maior nível dos últimos cinco anos. Dos R\$ 4,9 bilhões que compunham seu orçamento, R\$ 4,2 bilhões (87,5%) foram transferidos para um fundo de

reserva, ficando à disposição do governo para o pagamento da dívida pública e superávit fiscal. “Trata-se de flagrante ilegalidade”, destaca o físico Ildeu de Castro Moreira, presidente da SBPC. “Não há o que justifique o uso desses recursos para outra coisa que não para o aprimoramento da infraestrutura de CT&I das instituições de pesquisa do país e o fomento à inovação tecnológica nas empresas.” Segundo Moreira, o bloqueio de recursos para a CT&I não apenas compromete o combate à Covid-19, como também emperra a recuperação econômica do Brasil, levando o país “para uma situação de maior atraso, desigualdades crescentes e empobrecimento geral”.

As disputas entre a área científica e a equipe econômica de governo pelos recursos do FNDCT são antigas, mas se intensificaram a partir de 2015, com o crescimento acelerado dos gastos e da dívida pública brasileira. Entre janeiro e outubro de 2020, as contas do governo federal acumularam um déficit de aproximadamente R\$ 681 bilhões – em 2021, esse valor pode chegar a mais de 90% do Produto Interno Bruto (PIB) do país. “A área econômica sempre vai querer ter espaço para reduzir os gastos do governo. É natural”, pontua Wongtschowski. “O problema é que, do outro lado, o MCTI, nos últimos anos, perdeu força e influência política para fazer valer seus interesses. A balança ficou muito desequilibrada.” Enquanto isso, vários países estão fortalecendo suas políticas de CT&I, investindo acima de 2% do PIB no setor. No Brasil, esse número ainda está abaixo disso. “Essa tem sido uma das razões para a relativa estagnação da CT&I no país nos últimos anos. Por isso, é importante que os vetos sejam revistos pelo Congresso e derrubados o quanto antes”, conclui Cintra. ■



Senador Izalci Lucas durante sessão remota para votação do PLP 135/20 no plenário do Senado em agosto de 2020

EMPREENDEDORISMO



# GARGALOS NA BASE DA PESQUISA

Pequenas fabricantes nacionais de insumos  
científicos lutam para se consolidar no país

Rodrigo de Oliveira Andrade

**A**s dificuldades para importar insumos como reagentes, células, modelos animais, entre outros itens indispensáveis à pesquisa, são apontadas como entraves para o avanço da ciência e tecnologia (C&T) no Brasil. Na ausência de grandes fabricantes instalados no país, adquire-se quase tudo do exterior. Ocorre que esses produtos custam caro e, não raro, demoram a chegar, o que tende a comprometer a competitividade da ciência brasileira. Em um esforço para atender a essa demanda, pequenas empresas de bens de pesquisa lutam para se consolidar no mercado nacional, em meio a um cenário de redução dos investimentos em C&T, alta carga tributária e complexa malha burocrática.

É o caso da Cellco Biotec, fundada em São Carlos, interior paulista, no início de 2015. Maria Amélia Dotta, uma das sócias-fundadoras, conta que a ideia de empreender surgiu das dificuldades que ela enfrentava para conseguir ingredientes básicos para suas pesquisas. “No doutorado em biologia molecular no Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo [IFSC-USP], eu e outros colegas tínhamos de importar reagentes, mas eles levavam muito tempo para chegar, de modo que, sempre que possível, produzíamos nossos próprios reagentes em pequenas quantidades para dar conta das atividades em laboratório”, conta.

Em 2011, após o doutorado, Dotta ingressou na farmacêutica EMS, enquanto uma de suas colegas no IFSC-USP, a bióloga Fernanda Costa, foi fazer um estágio de pós-doutorado no Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), em Campinas. “Há algum tempo falávamos de criar uma empresa de bens para pesquisa em biotecnologia, mas não avançávamos por falta de experiência”, relata Dotta. A oportunidade surgiu em 2014, quando Costa viajou à Alemanha para um estágio na Jena Bioscience, uma das principais fabricantes de reagentes para laboratórios de pesquisa na área de ciências da vida. Lá, conheceu Mathias Grün, diretor-executivo da companhia, que demonstrou interesse em investir nesse segmento no Brasil. Costa e Dotta criaram então um plano de negócio e o apresentaram a Grün. Um ano depois, fundaram a Cellco, tendo a Jena e mais um colega como sócios. Instalaram-se no Parque Tecnológico de São Carlos, com auxílio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, que apoia startups e firmas de base tecnológica de até 250 empregados.

A parceria e os recursos do programa Pipe ajudaram a Cellco a enfrentar obstáculos comuns no país a esse tipo de empreendimento. O principal deles envolve os equipamentos usados na produção de insumos. Eles custam caro e, por isso, demandam forte investimento inicial. Ocorre que

muitas empresas não sobrevivem aos primeiros anos fora das incubadoras porque não conseguem estabelecer um ritmo de produção capaz de cobrir esse investimento e os gastos operacionais. “São grandes as dificuldades para monetizar o negócio nos primeiros anos; as que monetizam, muitas vezes não atingem um ponto de equilíbrio operacional capaz de dar conta dos gastos com equipe, aluguel e manutenção da infraestrutura”, explica Leila Lopes-Bezerra, sócia-fundadora da BIDIagnostics, startup fundada em 2019, incubada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec) da USP e focada na produção de antígenos para testes sorológicos usados no diagnóstico de zoonoses.

Isso acontece porque leva tempo para criar uma rede sólida de clientes. Em geral, os pesquisadores costumam ser relutantes em comprar de empresas que não conhecem. “Como no início produzíamos e comercializávamos apenas os produtos da Jena, uma empresa conhecida da maioria dos pesquisadores, nossos custos de produção eram baixos, o que nos deu fôlego para manter o fluxo de caixa enquanto investíamos no laboratório”, explica Dotta. A empresa ainda comercializa os reagentes da empresa alemã, mas hoje conta com um portfólio próprio e diversificado de enzimas. “No nosso caso, com seis meses, montamos, com recursos próprios, uma estrutura laboratorial básica no Cietec. Isso nos permitiu ter clientes que nos contratam como prestadores de serviços, embora a monetização ainda seja tímida”, diz Lopes-Bezerra. Assim como a Cellco, a BIDIagnostics também contou com apoio do programa Pipe.

A dificuldade para alavancar recursos fez com que o biólogo molecular João Bosco Pesquero, em 2011, usasse estratégia semelhante à de Dotta para fundar a Exxtend, especializada na produção de oligonucleotídeos, um tipo de reagente muito usado em estudos em biologia molecular e diagnósticos em saúde. Professor do Departamento de Biofísica da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), Pesquero decidiu criar a Exxtend para suprir uma demanda de outra empresa da qual era proprietário à época: a Helixxa, dedicada à prestação de serviços em genômica. Um de seus principais insumos eram os oligonucleotídeos, ou *primers* – segmentos de ácidos nucleicos necessários para a replicação de RNA e DNA –, que eram caros e precisavam ser importados. “Pensei em criar uma empresa-irmã, que produzisse e vendesse *primers* para a Helixxa e crescesse com ela”, diz Pesquero. Sem recursos para o negócio, recorreu a um contato que conheceu na Alemanha à época de seu estágio de pós-doutorado no Centro de Medicina Molecular Max Delbrück de Berlim. Esse contato o apresentou aos donos do grupo K&A, fabricantes de máquinas de oligos, que aceitaram entrar como

Cultura de células usada na fabricação de anticorpos monoclonais na Rheabiotech, em Campinas

parceiros e forneceram parte dos equipamentos usados na síntese de oligonucleotídeos.

A Exxtend atende hoje clientes de todo o país, entre eles laboratórios de pesquisa como o do biólogo Alessandro Farias, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Farias é coordenador da frente de diagnóstico da força-tarefa da universidade contra a Covid-19 e usou os *primers* produzidos pela Exxtend para desenvolver um teste de detecção do tipo RT-PCR para a doença. As negociações com a empresa faziam parte de uma estratégia para substituir reagentes importados por outros, produzidos no Brasil. “Percebemos no início da pandemia que haveria uma alta na demanda mundial por reagentes, uma vez que os países passariam a investir mais em testes para a Covid-19”, diz o pesquisador. “Resolvemos nos antecipar a esse problema e começamos a avaliar a eficácia de reagentes de empresas nacionais equivalentes aos validados pela Organização Mundial da Saúde [OMS].” Além da Exxtend, o grupo usou insumos da Cellco e da RheabioTech, criada em 2008, em Campinas.

**N**a avaliação de Pesquero, a situação das fabricantes nacionais de insumos costuma ser melhor em São Paulo em comparação com estados de outras regiões do país. “Elas avançam um pouco mais aqui, em parte, por causa de iniciativas como o programa Pipe, da FAPESP”, comenta. Assim como a Cellco e a BIDiagnostics, a RheabioTech também se beneficiou dessa modalidade de financiamento. A FAPESP, indiretamente, também estimula esse mercado por outras vias: os pesquisadores que adquirem insumos de empresas de São Paulo com recursos concedidos pela Fundação podem baratear seus custos. “Desde 2017 a FAPESP exige que os documentos fiscais da compra de bens de pesquisa sejam emitidos em nome da Fundação, o que garante isenção do ICMS [Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços] em São Paulo”, destaca o biólogo Daniel Martins-de-Souza, coordenador do Laboratório de Neuroproteômica da Unicamp. “Isso pode representar ganhos de 18%, ou mais, no poder de compra dos cientistas, resultando em uma economia para o projeto de pesquisa e em um incentivo para que eles adquiram insumos de empresas paulistas.”

Tais medidas ajudam a amenizar o problema, mas, sozinhas, não são suficientes para criar um ambiente propício a esse tipo de empreendimento no Brasil. Um dos problemas é que as empresas que produzem insumos em geral também dependem de matérias-primas do exterior e ficam vulneráveis às flutuações do câmbio. “Os custos da

compra de itens básicos em dólar associados aos impostos de importação nos forçam a aumentar o preço dos nossos produtos, o que diminui nossa competitividade no mercado interno”, pontua Pesquero. Algumas empresas procuram trabalhar com fornecedores locais, como é o caso da RheabioTech. “O problema é que não existe uma cadeia de produção bem estruturada nessa área no país. Nossos fornecedores são pequenos e não conseguem dar conta de todas as nossas demandas”, explica Fernanda Rojas, sócia-fundadora da companhia.

A diminuição dos investimentos em C&T é apontada pelos pesquisadores como um dos gargalos para a expansão das fabricantes de insumos. “Com menos dinheiro, retarda-se ou se interrompe o andamento das pesquisas e, por tabela, a compra de insumos e equipamentos”, observa o engenheiro elétrico Alain Savatovsky, fundador da AVS Projetos, especializada na fabricação de equipamentos para pesquisas com animais, como esteiras, estimuladores elétricos e amplificadores. Savatovsky começou a desenvolver equipamentos à época em que trabalhava no Departamento de Engenharia Biomédica da Escola Paulista de Medicina (hoje parte da Unifesp), no início dos anos 1990. Com as mudanças na direção e restrição orçamentária, suspendeu-se as atividades no departamento e Savatovsky precisou interromper o trabalho de desenvolvimento desses aparelhos, concentrando-se na manutenção dos que já existiam. Em paralelo, fora da instituição, decidiu aproveitar sua experiência para abrir uma empresa especializada na fabricação desses equipamentos. “Comecei trabalhando na garagem de casa”, relembra. Segundo ele, um dos desafios para se estabelecer no mercado foi se aproximar dos pesquisadores e desconstruir a ideia de que os produtos de fora são melhores que os produzidos no país. “Outro foi produzir a um custo competitivo. Os pesquisadores que compram insumos de fora têm isenção de imposto de importação, mas eu, como empresa, não tenho esse benefício.”

A baixa incidência de empresas fabricantes de insumos no país também está associada a outros fatores. Na avaliação da economista Fernanda de Negri, coordenadora do Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), é possível que esse fenômeno guarde relação com a baixa escala da infraestrutura de pesquisa do Brasil. Em um levantamento divulgado em 2015, Negri e seus colaboradores verificaram que a infraestrutura brasileira é formada sobretudo por pequenos laboratórios ligados a universidades, nos quais trabalham, em média, quatro pesquisadores e cujo somatório de equipamentos não excede os R\$ 250 mil (ver Pesquisa FAPESP nº 232). “A pulverização é um fator limitante da capacidade de produzir ciência de fronteira no país, assim como da formação de

Análise de pureza de DNAs sintéticos produzidos nos laboratórios da Exxtend, em Paulínia, interior de São Paulo



um mercado interno que estimule o surgimento de empresas de insumos.”

As dificuldades financeiras para se estabelecer no mercado e as limitações de infraestrutura forçam essas companhias a concentrarem sua capacidade de produção em apenas um ou alguns poucos tipos de insumos. Já as empresas internacionais, e mesmo importadoras nacionais, contam com um cardápio de produtos mais diverso; algumas comercializam de enzimas a anticorpos, de oligonucleotídeos a culturas de células. “Com isso, conseguem ampliar sua margem de negociação”, esclarece Farias, da Unicamp. “Para fechar com um cliente, ou vencer uma licitação, baixam o preço de determinado produto porque conseguem compensar a diferença com a comercialização de outros. As empresas pequenas não têm fôlego para fazer o mesmo e, com isso, perdem espaço.”

O mercado global de insumos de pesquisa está em expansão, e não é de hoje. Estima-se que tenha movimentado US\$ 10,1 bilhões em 2020, e alcance os US\$ 14,1 bilhões em 2025, segundo a consultoria norte-americana Markets and Markets. Esse crescimento estaria associado ao aumento dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) – sobretudo em genômica e proteômica – e da demanda por anticorpos de alta qualidade, usados em experimentos voltados à reprodução de resultados de pesquisas, de modo que outros pesquisadores possam aferir os achados, e em iniciativas ligadas à medicina de precisão e ao desenvolvimento de novos medicamentos. O relatório da consultoria, divulgado em outubro, destaca que a pandemia de Covid-19 ajudou a impulsionar esse segmento e que é possível que as fabricantes de insumos continuem a se beneficiar desse movimento

nos próximos anos, uma vez que, mesmo com o advento de vacinas, a testagem e o rastreamento de casos da doença seguirão na ordem do dia, o que demandará mais matéria-prima para testes diagnósticos.

Diante disso, os pesquisadores defendem a necessidade de se criar um ecossistema que favoreça o surgimento e a consolidação dessas empresas no país. Para Fernando Peregrino, presidente do Conselho Nacional das Fundações de Apoio às Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa Científica e Tecnológica (Confies), não há como isso ser feito sem que a política de C&T seja encarada como parte integrante da política econômica, e não como algo isolado. Da mesma forma, diz Martins-de-Souza, da Unicamp, “é preciso, desde a graduação, investir na formação dos estudantes para instigá-los e prepará-los para o empreendedorismo”. Essa foi uma das dificuldades que enfrentou Fernanda Rojas quando da criação da Rheabiotec. “A única coisa que sabíamos fazer era produzir os anticorpos. Todo o resto fomos aprendendo na prática, isso em uma época em que havia pouquíssimas empresas de base tecnológica focadas em biotecnologia no Brasil.” ■

## Projetos

1. Desenvolvimento de ribonucleotídeo redutase recombinante de *Lactobacillus leichmannii* para a produção de desoxirribonucleotídeos trifosfato (dNTPs) (nº 16/50408-4); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisadora responsável** Maria Amélia Villela Oliva Dotta (Cellco Biotech do Brasil Ltda.); **Investimento** R\$ 909.349,68.
2. Produção da proteína STC1 e anticorpos monoclonais para fins terapêuticos ou de acompanhamento da resposta clínica na leucemia linfóide aguda (nº 15/08662-8); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Luís Antonio Peroni (Rheabiotec Ltda.); **Investimento** R\$ 774.210,98.
3. Desenvolver protótipo de teste de Elisa para diagnóstico sorológico da esporotricose humana causada por *Sporothrix* spp. (nº 18/15124-0); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisadora responsável** Leila Maria Lopes Bezerra (Bidi Biolnsumos e Diagnóstico Ltda); **Investimento** R\$ 155.389,26.

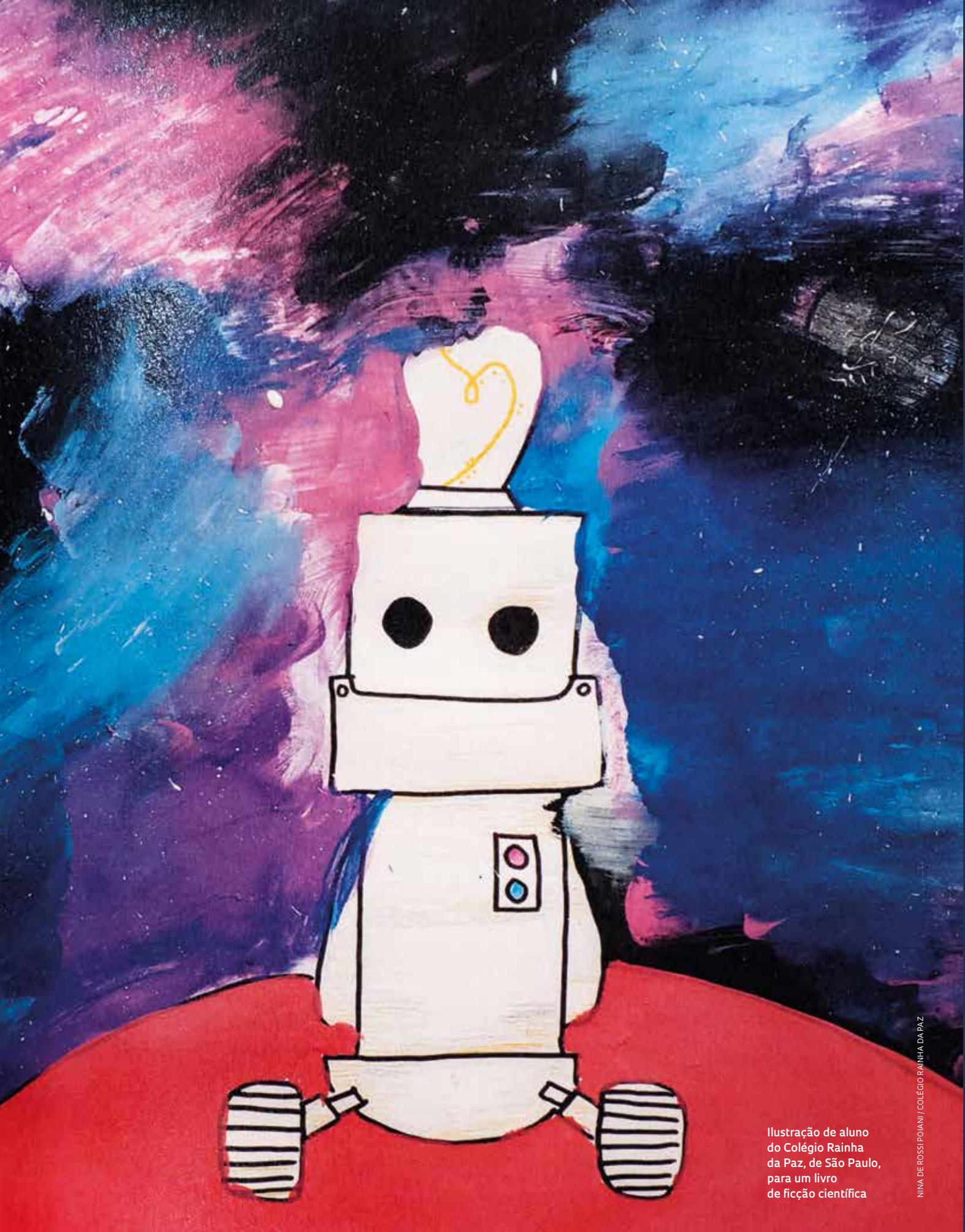


Ilustração de aluno  
do Colégio Rainha  
da Paz, de São Paulo,  
para um livro  
de ficção científica

# PARA ABRIR O MUNDO DA CIÊNCIA

Textos de jornalismo científico, como os de *Pesquisa FAPESP*, podem estimular estudantes e ajudar professores do ensino básico a entrar em novos assuntos

Carlos Fioravanti

Q

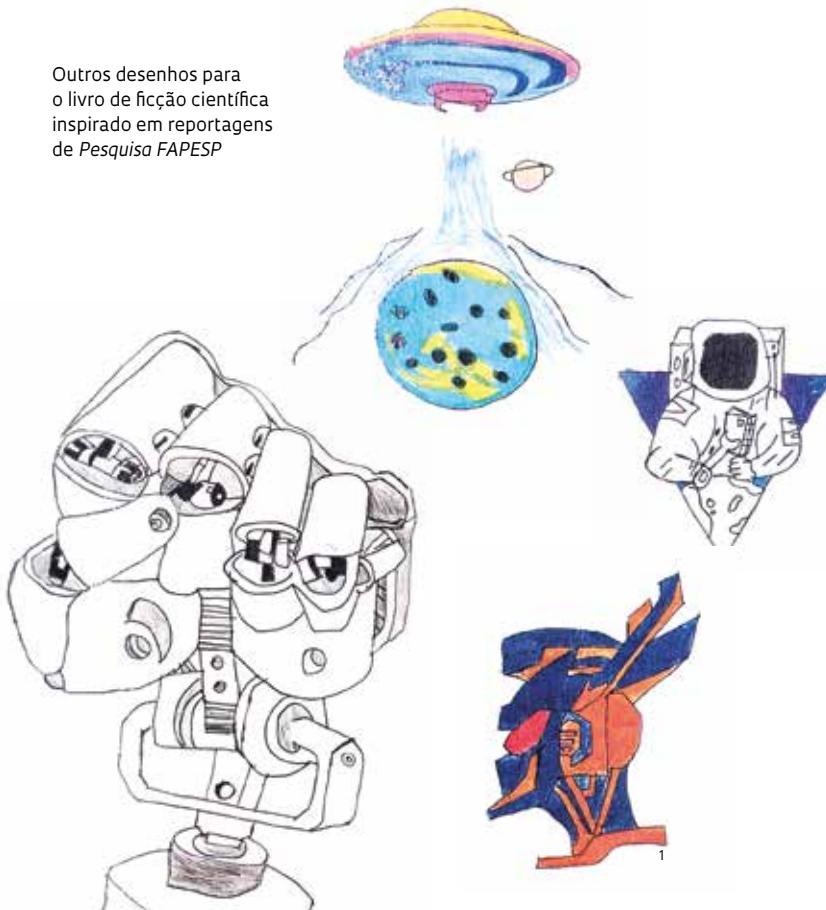
uando lecionava em uma escola técnica de ensino médio em Campinas, entre 2009 e 2015, a química Haima Gandolfi dizia aos alunos empenhados em seus trabalhos de conclusão de curso: “Se não estão entendendo bem um conceito ou uma técnica que pretendem utilizar em seus projetos, procurem um texto de divulgação científica que fale sobre o assunto; é uma ótima porta de entrada para textos acadêmicos mais densos”. Gandolfi se mudou para o Reino Unido, foi contratada em setembro de 2020 na Faculdade de Educação da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, e, além das aulas e pesquisas, leciona para professores do equivalente no Brasil aos ensinos fundamental, médio e técnico. “Aqui esse tipo de material é muito valorizado e utilizado, inclusive nos exames de acesso ao nível superior e em outras disciplinas, além de ciência.”

Escritas por jornalistas, as reportagens de *Pesquisa FAPESP*, que chega à edição de nº 300 este mês, procuram estimular estudantes e ajudar professores de ciência e de outras disciplinas a apresentar assuntos que serão aprofundados em livros didáticos. Outras publicações que tratam de ciência e tecnologia, como *Superinteressante*, *Galileu*, *Ciência Hoje* e *Química Nova na Escola*, também podem ter muitas utilidades na sala de aula.

Desde 2012, para promover o interesse pelos temas científicos e divulgar a produção de ciência feita no Brasil, a revista *Pesquisa FAPESP* envia gratuitamente para as bibliotecas de 3.600 escolas públicas de ensino médio do estado de São Paulo um exemplar impresso, todos os meses. Professores podem contar também com o site aberto e gratuito ([www.revistapesquisa.fapesp.br](http://www.revistapesquisa.fapesp.br)) com reportagens, vídeos e podcasts.

“Usando *Pesquisa FAPESP*, consegui mostrar para os alunos os caminhos para confirmar ou

Outros desenhos para o livro de ficção científica inspirado em reportagens da revista FAPESP



rejeitar as hipóteses de uma pesquisa científica”, comentou o geógrafo e professor de geografia Pedro Henrique Ferreira Costa. No segundo trimestre de 2019, ele explorou 27 reportagens da revista sobre a formação do Universo com suas quatro turmas de sexto ano do Rainha da Paz, colégio privado da capital paulista. A atividade era parte da sexta versão do projeto trimestral sobre ficção científica, coordenado pelos professores de língua portuguesa.

Costa distribuiu os textos para os alunos, sem roteiro de leitura, e pediu que os lessem para a aula seguinte. Quando se reencontraram, muitos reclamaram que não haviam entendido nada. O professor propôs uma leitura coletiva de um dos artigos para discutir as partes mais importantes, distribuiu um roteiro de leitura, formou duplas com os alunos que leram os mesmos textos e acompanhou o debate entre eles. Na etapa seguinte, os alunos pesquisaram na internet sobre os assuntos das reportagens com que trabalhavam.

Em outra aula, os estudantes apresentaram e debateram os textos que haviam recebido. Na etapa final, também com a ajuda dos professores, escreveram seus próprios contos de ficção

## No vestibular e na universidade

Publicação é também utilizada como apoio nos cursos de graduação

As reportagens de *Pesquisa FAPESP* têm sido exploradas em provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e nos exames vestibulares para ingresso nas universidades públicas paulistas já há vários anos. O vestibular para as turmas de 2021 da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), por exemplo, incluiu duas perguntas com base em reportagens da revista, uma sobre biomas brasileiros e outra sobre caça de animais silvestres. A Fuvest, que seleciona alunos para a Universidade de São Paulo (USP), incluiu questão de química na primeira fase do vestibular realizado em 2019 baseada em nota a respeito de uma molécula criada em laboratório.

O uso da revista nos cursos superiores como apoio para aulas também não é incomum, dado que as reportagens tratam do conhecimento científico em todas as áreas do conhecimento. Pelo menos uma vez por mês, desde 1998, quando começou a lecionar na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o agrônomo Marcelo Tabarelli lia uma reportagem de *Pesquisa*

*FAPESP* para os estudantes do curso de biologia, para contextualizar o que ensinava nas disciplinas de ecologia ou botânica econômica. Ele recomendava a leitura da revista e deixava os exemplares à disposição em seu Laboratório de Ecologia Vegetal. “Algumas reportagens, como a sobre a trajetória do químico Otto Gottlieb [ver *Pesquisa FAPESP* nº 296], e os perfis dos profissionais na seção Carreiras mostram as possibilidades de atuação dos profissionais dessa área de biologia”, comenta.

Quando começou a pandemia, Tabarelli adotou a revista mais intensamente nas aulas remotas da disciplina Evolução 2, na qual ele discute mudanças do uso de solo, como desmatamento, agricultura e fragmentação florestal. Em complementação às duas horas semanais de aula teórica, ele pediu para os 33 alunos escolherem cinco reportagens da revista, entre as 15 que ele havia selecionado, prepararem uma síntese, destacando os problemas apresentados e, a partir delas, proporem um projeto de pesquisa teórico ou prático, com base em um roteiro que ele

havia distribuído. “As reportagens serviram para apresentar os problemas ambientais, contextualizando e exemplificando os conceitos”, diz ele.

### ÉTICA NA CIÊNCIA

“Sempre leio *Pesquisa FAPESP* para ver o que posso aproveitar nas aulas”, diz o biólogo Marcos César de Oliveira Santos, do Instituto Oceanográfico da USP. Das reportagens, ele destaca informações não só sobre animais, principalmente os mamíferos marinhos, sua especialidade, mas também sobre ética na ciência.

Foi o que fez em 2020, ao debater com seus alunos a condenação de um médico francês por ter omitido suas ligações com empresas, que levantaram suspeitas sobre a veracidade dos resultados de suas pesquisas sobre os efeitos dos poluentes na saúde humana (ver *Pesquisa FAPESP* nº 259). Como parte da avaliação, seus alunos têm de apresentar um assunto científico para leitores hipotéticos, com pouco conhecimento na área, no estilo das revistas de jornalismo científico.

científica. Revisados pelos próprios alunos, com o acompanhamento das professoras de língua portuguesa Mara Dias e Vanessa Caires, os contos formaram um livro, lançado em dezembro de 2019.

Por sua vez, no início de 2020, o biólogo Fábio Falla deixou vários exemplares de *Pesquisa FAPESP* na sala de leitura da escola estadual Prof. Genézia Izabel Cardoso Mencacci, em Sorocaba, interior paulista. Quando as aulas começaram, ele pediu a suas duas turmas de ciências do sexto ano que procurassem a revista no intervalo entre as aulas – o curso é integral, das 7h15 às 16h – e resumissem uma reportagem que os interessasse. O professor ajudava com um roteiro básico, para identificar as ideias principais, a relevância do tema, o pesquisador e o local dos trabalhos apresentados nas reportagens. “Se não entendiam algum conceito, eles mesmos procuravam em outras fontes”, diz Falla. Os estudantes fizeram cinco resumos, com em média 10 linhas cada um, que ajudaram a formar a nota do bimestre.

**S**atisfeito com o resultado, embora frustrado por ter de parar o trabalho em março, quando as escolas fecharam por causa da pandemia, Falla concluiu que ainda há muito a fazer: “Em geral os alunos ainda veem os cientistas isolados do mundo. Precisamos apresentar o trabalho deles mais vinculado ao mundo real, para que a narrativa da ciência ganhe mais sentido”.

Em 2018 e 2019, a geógrafa e professora de geografia Mariana Doneux explorou com a turma de oitavo ano de um colégio particular de São Paulo uma reportagem sobre as comunidades quilombolas do Vale do Ribeira (ver *Pesquisa FAPESP* nº 232). “A reportagem apresenta as visões de diferentes pesquisadores sobre o modo de vida, as formas de cultivo agrícola e o histórico de lutas daquelas comunidades quilombolas”, diz. Doneux e seus alunos visitaram um dos quilombos da região, o de Ivaporunduva, e depois usaram a reportagem para conferir suas conclusões.

Graduado em química, Jemusu Takano fez diferente. Em 2020, como havia feito em 2019, em nome do Centro Educacional Rosa Maria Castanho, instituição privada da cidade de São Paulo também conhecida como Colégio Cermac, do qual é o coordenador pedagógico, ele adquiriu 95 assinaturas de *Pesquisa FAPESP* e incluiu a revista na lista de material didático dos alunos do ensino médio.

Em 2020, até a pandemia chegar, na aula semanal de Atualidades, os estudantes organizavam-se em grupos, escolhiam uma reportagem e preparavam uma apresentação para os colegas, em ciclos mensais: na primeira aula, formavam



O primeiro local em que o radar do navio identificara o porta-aviões será na coordenada:

- a) (3; 7)
- b) (0; 6)
- c) (6; 6)
- d) (5; 9)
- e) (18; 2)

15 Enquanto observava o mapa-múndi de sua agenda, Camila sonhava com sua próxima viagem. Ela saíra de São Paulo e voaria até Paris, na França. Ao traçar a rota de sua viagem no mapa da agenda, Camila fez o caminho destacado a seguir.



Considerando-se a altura de voo constante na maior parte do percurso, o caminho que, no mapa, se assemelha a um segmento de reta, na realidade, corresponde:

- a) o círculo maior de uma esfera.
- b) a um arco de circunferência.
- c) a um setor circular de circunferência.
- d) a uma cunha esférica.
- e) a um fuso esférico.

A revista motivou uma das perguntas do Enem 2018



Para mais de 100 photocópias:  
R\$ 0,15 a unidade excedente

Mauricio verificou que o preço ( $P$ ) das cópias poderia ser determinado em função da quantidade ( $n$ , natural) de cópias, por:

$$a) P(n) = \begin{cases} 0,2n, & \text{se } n \leq 100 \\ 0,35n - 15, & \text{se } n > 100 \end{cases}$$

$$b) P(n) = \begin{cases} 0,2n, & \text{se } n \leq 100 \\ 0,15n, & \text{se } n > 100 \end{cases}$$

$$c) P(n) = \begin{cases} 0,2n, & \text{se } n \leq 100 \\ 0,35n, & \text{se } n > 100 \end{cases}$$

$$d) P(n) = \begin{cases} 0,2n, & \text{se } n \leq 100 \\ 0,15n + 5, & \text{se } n > 100 \end{cases}$$

$$e) P(n) = \begin{cases} 0,2n, & \text{se } n \leq 100 \\ 0,45n - 25, & \text{se } n > 100 \end{cases}$$

16 Cultivar é o nome que se dá a variedades de plantas selecionadas para perpetuar e aumentar características desejáveis. O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) obtém essas variedades por meio de melhoramento genético convencional, que envolve cruzamentos controlados de indivíduos (os parentais) portadores da característica de interesse. É um processo quase artesanal que envolve a troca de pólen entre as flores de plantas adultas e a análise dos resultados muitas vezes ao longo de anos.

*Pesquisa FAPESP*, 1.067 culturas. Disponível em: <http://revinapesquisa.fapesp.br/2017/08/12/1-067-culturas/>. Acesso em: 12 nov. 2017. (Adaptado).

4 • Exercite as múltiplas linguagens

## Precisamos apresentar o trabalho dos cientistas mais vinculado ao mundo real, para que a ciência ganhe mais sentido, comenta Falla

os grupos e escolhiam o assunto; na segunda, esboçavam as apresentações; na terceira e na quarta reservavam às exposições e aos debates.

Os trabalhos com a revista integram-se a outras atividades, como viagens de campo e projetos ambientais, como a coleta seletiva de resíduos. “Queremos colocar os alunos em contato com o mundo científico e mostrar que existe uma produção nacional nessa área”, acentua Takano.

“Descobri que posso usar as matérias on-line, o que facilita muito”, diz a biomédica Naiara Dejani. Em 2019, ela usou uma reportagem da revista sobre os tipos sanguíneos (ver *Pesquisa FAPESP* nºs 113 e 122) nas aulas de genética para as turmas do terceiro ano do ensino médio integrado ao técnico de biotecnologia no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) em Vila Velha.

# Em livros didáticos

Editoras utilizam textos, fotos e infográficos da revista

Uma indicação do valor pedagógico da revista *Pesquisa FAPESP* é o crescente aproveitamento das reportagens em livros didáticos. O número de textos, fotos e infográficos licenciados para uso por editoras passou de 31 em 2010 para 99 em 2020.

Editora de ciências da natureza para o ensino fundamental 1 ao ensino médio da editora Moderna, Maiara Oliveira Soares aproveita trechos de reportagens da revista para reforçar com atualidades as versões dos livros didáticos voltadas aos professores. "Queremos que os professores tenham mais informações sobre os temas que ensinam e fiquem familiarizados com os textos de divulgação científica", diz ela.

No grupo SM Educação, que também produz livros didáticos, a editora Isis Ridão Teixeira usou trechos de uma entrevista com o sociólogo da Universidade de São Paulo (USP) Reginaldo Prandi (ver *Pesquisa FAPESP* nº 72) para, em um livro de professor, "aprofundar o diálogo sobre a filosofia e o modo de vida dos lorubá, os efeitos da diáspora africana e as permanências históricas no Brasil atual, especialmente em relação ao candomblé", relatou. Já o livro de estudante dessa mesma coleção continha um mapa com

a localização dos territórios ocupados pelos lorubá hoje, uma foto retratando uma festividade em homenagem à Oxum na Nigéria e duas aquarelas de orixás feitas pelo artista brasileiro Jonas Tavares.

Segundo ela, a escolha de material complementar para os livros didáticos é cuidadosa. "Buscamos os textos em veículos confiáveis de divulgação científica e checamos as credenciais dos autores e as fontes de pesquisa", diz. "Outro critério é a linguagem, que precisa ser acessível

e, ao mesmo tempo, garantir a abordagem aprofundada sobre o tema, apresentando as características das pesquisas científicas que ele divulga."

Jaqueleine Paiva Cesar, coordenadora de Projetos Editoriais da Poliedro, comenta: "Pesquisa FAPESP ajuda a mostrar aos alunos que o Brasil produz ciência de qualidade. O tratamento dado à informação proporciona aos educadores um recurso didático importante para contextualizar conceitos e atualizar o conhecimento".



Infográfico da revista em livro da Editora Positivo (à esq.) e trechos de reportagens em materiais do Grupo Somos e da Editora do Brasil

Um de seus propósitos era debater os efeitos dos casamentos consanguíneos.

Com doutorado e pós-doutoramento na Faculdade de Saúde Pública da USP, ela foi contratada em dezembro de 2019 na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e continua usando as reportagens da *Pesquisa FAPESP* para manter os alunos atualizados, principalmente sobre a pandemia. "Debatemos os movimentos antivacina, a queda na adesão vacinal e o que poderia ser melhorado na gestão pública para facilitar o acesso às vacinas", relatou. "Os estudantes foram muito participativos."

## FORMAÇÃO DE PROFESSORES

"Ao usar textos de divulgação científica, os professores precisam tomar cuidado para não passar informação errada e para adequar a lin-

guagem ao nível de conhecimento dos alunos", sugere Raiane Tavares Fortuna, professora da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Em 2017, ao concluir o curso de licenciatura em ciências naturais na Universidade de Brasília (UnB), ela entrevistou 39 estudantes do quinto ao oitavo semestre do curso, preparado para formar professores, e concluiu que 87% responderam que consideravam essas publicações como material didático, 64% costumavam ler revistas desse tipo e 51% confundiam divulgação científica, dirigida a um público geral, com comunicação científica, expressa nas revistas científicas lidas por especialistas da mesma área que os autores dos artigos, como detalhado em um artigo de setembro de 2020 na revista *Ciência em Foco*.

Alunos do Colégio Cermac, da capital (abaixo), e da escola Genézia Mencacci, de Sorocaba (à dir.), explorando Pesquisa FAPESP



A química Nara Nobre-Silva, professora no ensino médio e na licenciatura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, ressalta dois requisitos dos textos de divulgação científica para serem usados como material didático: o didatismo e a vinculação com o cotidiano, que ajudam a atrair os estudantes. Em um artigo publicado em agosto de 2020 na *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, ela e o químico Roberto Silva, da UnB, examinaram as revistas acadêmicas que descrevem formas de uso de textos de divulgação científica em sala de aula. Das nove revistas identificadas, duas se destacaram, *Alexandria*, da Universidade Federal de São Carlos (UFSC), e *Ciência e Educação*, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), respectivamente com 13 e 19 artigos sobre esse tema publicados de 2008 a 2018.

“Os textos de divulgação científica ainda são pouco utilizados na educação básica e no ensino superior”, concluiu Silva. Para mudar a situação, desde 2017 ele oferece uma disciplina sobre divulgação de ciência na pós-graduação em ensino de ciências da UnB para professores do ensino fundamental e médio.

A geóloga Silvia Figueirôa, da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (FE-Unicamp), há 30 anos na área de história e ensino de ciências, comenta: “Os professores podem apro-

## Os textos de divulgação ajudam a mostrar que a ciência é um trabalho coletivo e está sujeita a incertezas, diz Figueirôa

veitar os textos de divulgação científica não apenas por seu conteúdo, mas também para mostrar que a ciência é um trabalho coletivo, está sujeita a incertezas e disputas, tem limites e adota métodos que variam de acordo com a área e a época.”

Em cursos para professores do Reino Unido interessados em usar materiais desse tipo em sala de aula, Gandolfi sugere: “É importante deixar de lado a visão celebratória da ciência, já que ninguém faz uma descoberta científica do nada, e explicitar para os alunos as estruturas econômicas, políticas e sociais que apoiam a produção de conhecimento científico”. Segundo ela, essa visão da ciência poderia explicar, por exemplo, por que as medidas para contenção da pandemia variam entre os países. Gandolfi explicitou sua argumentação em um artigo publicado em junho de 2017 na *School Science Review*. ■

### Artigos científicos

FORTUNA, R. T. et al. A percepção dos licenciandos de ciências naturais sobre o uso pedagógico de revistas de divulgação científica. *Ciências em Foco*. v. 13, e020011, 1-15. 12 set. 2020.

NOBRE-SILVA, N. A. e SILVA, R. R. A circulação de ideias realizada por meio das atividades de divulgação científica em sala de aula: Um estudo das publicações em periódicos brasileiros. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*. v. 9, n. 2, p. 1-20. 12 ago. 2020.

GANDOLFI, H. E. Teaching about nature of science in secondary education: A view from multicultural classrooms. *School Science Review*. v. 98, n. 365, p. 77-84. jun. 2017.

OCEANOGRÁFIA

# AQUECIMENTO PROFUNDO



## Sensores instalados a até 4,7 mil metros abaixo da superfície registram aumento de temperatura em regiões abissais do Atlântico Sul

Ricardo Zorzetto

**C**omeçam a surgir evidências robustas de que está em curso um fenômeno que oceanógrafos e estudiosos do clima temiam: o aquecimento das águas profundas dos oceanos. De 2009 a 2019, a temperatura em regiões abissais do Atlântico, situadas a mais de 4 mil metros (m) abaixo da superfície, tornou-se de 0,02 a 0,04 grau Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) mais quente. Essa elevação sutil, mas extremamente relevante, foi registrada por um grupo internacional de pesquisadores e apresentada em um artigo publicado em setembro de 2020 na revista *Geophysical Research Letters*. Para os especialistas, uma das causas mais prováveis do aumento de temperatura dos mares, onde está armazenada 97% de toda a água do planeta, são as mudanças no clima decorrentes da emissão de gases de efeito estufa associada à atividade humana, que já tornaram a atmosfera cerca de 1  $^{\circ}\text{C}$  mais quente do que era em 1900. “Temos agora sinais consistentes de que a elevação da temperatura média da atmosfera está gerando reflexos nas profundezas dos oceanos”, afirma o oceanógrafo brasileiro Edmo Campos, da Universidade de São Paulo (USP), um dos autores do estudo, realizado em parceria com colaboradores da Administração Nacional Atmosférica e Oceânica (Noaa), dos Estados Unidos, e da Universidade de Buenos Aires, na Argentina. “Lentamente, eles estão esquentando”, diz Campos.

No trabalho, os pesquisadores analisaram dados do que provavelmente é a mais longa série de medições contínuas já feitas em regiões abissais dos oceanos ao sul do equador. Durante pelo menos uma década, sensores localizados em quatro pon-

tos no fundo do Atlântico registraram a temperatura da água de hora em hora. Instalados em 2009 em uma expedição feita com o navio hidroceanográfico Cruzeiro do Sul, da Marinha do Brasil, os equipamentos estão a profundidades que variam de 1.360 m a 4.757 m. Eles e outros instalados posteriormente, alguns deles com apoio da FAPESP, assentam-se a 1 m do assoalho oceânico ao longo do paralelo 34,5° Sul, linha imaginária que circunda o globo e passa próximo ao município do Chuí, no Rio Grande do Sul, e à Cidade do Cabo, na África do Sul.

Os oceanógrafos consideram a coleta de dados ao longo desse paralelo fundamental para se conhecer como as alterações na temperatura da atmosfera afetam a zona abissal do Atlântico – essas mudanças de temperatura a grandes profundidades, por sua vez, podem provocar alterações drásticas no clima do planeta. É que, por essa latitude, a profundidades superiores a 4 mil m, passam as águas gélidas (com temperatura da ordem de 0,1  $^{\circ}\text{C}$ ) provenientes da Antártida, que fluem para o norte e se espalham pelo fundo do oceano. Essas águas antárticas funcionam como um dos raros pontos de conexão direta entre a atmosfera e as partes mais profundas dos oceanos. Nas regiões tropicais do planeta, o ar é mais quente do que a água e transfere calor para as camadas mais superficiais dos mares (até mil m de profundidade). Próximo aos polos, porém, a situação se inverte: o ar é bem mais frio do que a água e extraí calor dela. Esse fenômeno ocorre, por exemplo, em uma região do oceano Austral chamada mar de Weddell, ao redor do qual estão instaladas várias estações de pesquisa antárticas – entre elas, a brasileira.

Trecho do Atlântico Sul próximo à Argentina (à esq.) e ao Uruguai (acima), onde foram feitas as medições

As águas superficiais do mar de Weddell permitem calor para a atmosfera, tornam-se mais densas e afundam. Ao submergir, mergulham sob uma camada intermediária de águas relativamente mais quentes e avançam ao ritmo de algumas centenas de quilômetros por ano rumo ao hemisfério Norte. Como quase não há variação térmica a grandes profundidades, a temperatura medida próximo ao assoalho oceânico no paralelo 34,5° é praticamente a mesma da água que afundou na vizinhança da Antártida. O problema é que, com o aumento da temperatura média da atmosfera, o degelo nas regiões polares vem aumentando e a água parece estar submerso ligeiramente mais quente.

Um aumento de poucos centésimos na temperatura da água em regiões abissais pode parecer irrisório, mas não é. A água é uma das substâncias da natureza que exige maior quantidade de energia para se aquecer. “A energia necessária para promover um aumento de centésimos de grau na água no fundo do oceano provocaria uma elevação da ordem de graus na atmosfera”, conta o oceanógrafo. Além disso, as regiões profundas do Atlântico armazenam um volume de água gigantesco. “Essas pequenas alterações podem causar efeitos significativos na circulação global do oceano e, consequentemente, na forma como o calor é absorvido e redistribuído pelas diversas regiões do planeta”, explica Campos, que também é pesquisador na Universidade Americana de Sharjah, nos Emirados Árabes Unidos, e foi um dos coautores do capítulo 3 do 5º Relatório de Avaliação do Clima do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), da Organização das Nações Unidas, apresentado em 2014.

Havia tempos se suspeitava de que os oceanos estivessem aquecendo. Medições feitas nas últimas quatro décadas por instrumentos transportados por navios, capazes de registrar a temperatura ao longo de toda a coluna de água, ou, mais recentemente, aferições da temperatura das camadas mais superficiais dos mares feitas por satélites ou

flotilhas de boias, já indicavam uma tendência de elevação. Esses dados, no entanto, geravam alguma desconfiança porque as medições nem sempre eram feitas nos mesmos pontos ou realizadas com intervalos de tempo suficientemente longos. “As medições infreqüentes deixavam dúvida”, relata o oceanógrafo argentino Alberto Piola, da Universidade de Buenos Aires e do Serviço de Hidrografia Naval da Argentina, um dos coautores do estudo. “Os novos dados permitem confirmar que a tendência de aquecimento nesses 10 anos é robusta e semelhante à observada em levantamentos anteriores, sugerindo que se trata de uma resposta ao aquecimento global”, afirma.

**P**ara o meteorologista Pedro Leite da Silva Dias, diretor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP, que não colaborou nessa pesquisa, as medições realizadas hora a hora no fundo do oceano eliminam a possibilidade de que a mudança de temperatura observada seja decorrente de uma amostragem inadequada, que poderia falsear os dados. “O aumento medido nesse estudo é compatível com o que se espera que o aquecimento global cause”, conta Dias, que participou da elaboração do 4º relatório de avaliação do IPCC, em 2007. “Se a causa fossem ciclos naturais de variação da temperatura, a magnitude da elevação seria menor”, explica.

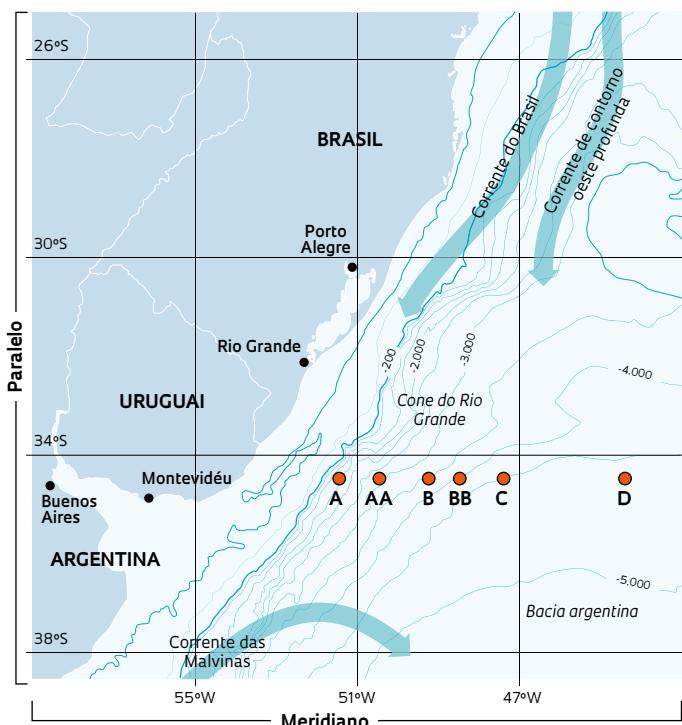
O ritmo com que esse aumento de temperatura se manifestou nas regiões abissais do Atlântico chegou a surpreender alguns especialistas. O efeito do aquecimento global estava mais bem caracterizado nas camadas superficiais do oceano. Em um estudo publicado em julho de 2020 na revista *Nature Climate Change*, os oceanógrafos Gregory Johnson e John Lyman, ambos do Noaa, ao analisar dados obtidos desde 1968 por diferentes estratégias de observação, constataram que as águas superficiais de 53% a 79% dos oceanos apresentavam tendência de aumento de temperatura. “Com o trabalho da *Geophysical Research Letters*, fica registrado



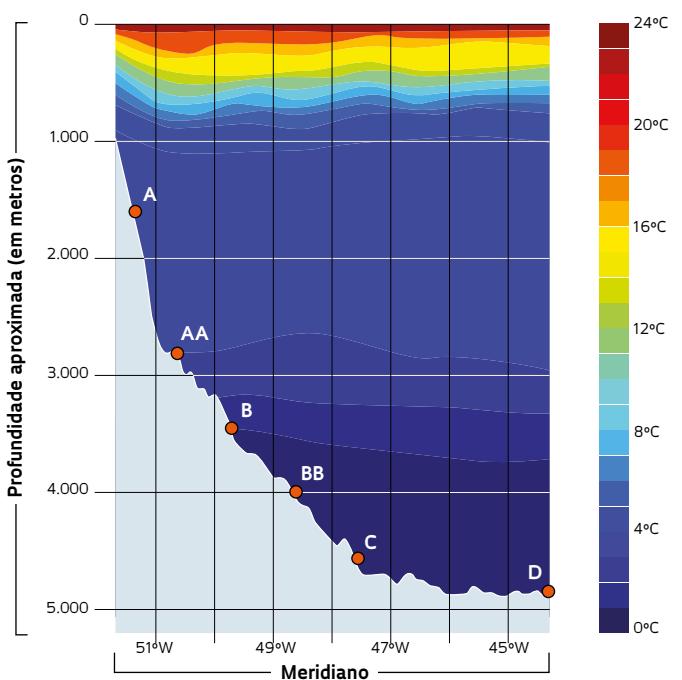
Em viagem realizada em 2016 com o navio Puerto Deseado, pesquisadores preparam sonda para ser ancorada no fundo do oceano

# Os termômetros do Atlântico Sul

O mapa mostra a localização de sensores (círculos alaranjados) atualmente em funcionamento, instalados a diferentes profundidades e distâncias da costa



Temperatura da água



FONTE MEINEN, C. S. ET AL. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS. 2020

que esse aquecimento está atingindo o fundo do oceano e é um processo mais rápido do que se imaginava", comenta o oceanógrafo José Henrique Muelbert, da Universidade Federal do Rio Grande (Furg), especialista em interações entre organismos marinhos e coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Mar Centro de Oceanografia Integrado (INCT-Mar COI). "Até então, essas regiões profundas do oceano eram consideradas muito estáveis."

Os pesquisadores afirmam que ainda é necessário mais tempo de observação contínua nas águas abissais do paralelo 34,5° Sul – e também em mais locais do Atlântico e em outros oceanos – para se caracterizar melhor esse aquecimento e confirmar se, de fato, ele é decorrente das mudanças climáticas associadas à ação humana. Mesmo assim, eles receiam que o aumento de temperatura das águas profundas possa produzir efeitos de curto e de longo prazo. "De imediato, haveria o risco de aumento no nível do mar, que pode ser pequeno, mas torna mais vulneráveis as populações vivendo em ilhas e áreas costeiras", diz Piola. Ele também menciona que esse aquecimento pode afetar a reprodução de organismos marinhos, uma vez que ovos e larvas são muito mais sensíveis às condições do ambiente do que os indivíduos adultos.

Mantido por longos períodos, o aquecimento poderia até ter impacto sobre o clima do planeta. Aquecidas pela radiação solar na região tropical, as águas superficiais do Atlântico transportam calor para o hemisfério Norte, aumentando a temperatura da atmosfera próximo ao Ártico e permitindo a ocorrência de um clima mais ameno na Europa – ao perder calor, essas águas submergem e retornam para o sul em uma camada intermediária, mais fria. "Caso o aquecimento do oceano enfraqueça essa circulação, após dezenas ou centenas de anos, poderia haver alterações drásticas no clima", afirma Campos. Registros paleoclimáticos sugerem que essa circulação estava enfraquecida nas últimas glaciações, quando geleiras cobriram boa parte do hemisfério Norte do planeta. ■

## Projetos

- Impacto do Atlântico Sul na célula de circulação meridional e no clima (nº 11/50552-4); Programa Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais; Pesquisador responsável Edmo José Dias Campos (USP); Investimento R\$ 1.907.842,51.
- Variabilidade interanual dos transportes meridionais através da rede transatlântica Sambar (Sambar) (nº 17/09659-6); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Edmo José Dias Campos (USP); Investimento R\$ 3.770.424,56.

## Artigos científicos

- MEINEN, C. S. et al. Observed ocean bottom temperature variability at four sites in the Northwestern Argentine basin: Evidence of decadal deep/abyssal warming amidst hourly to interannual variability during 2009–2019. *Geophysical Research Letters*. 9 set. 2020.
- JOHNSON, G. C. e LYMAN, J. M. Warming trends increasingly dominate global ocean. *Nature Climate Change*. 13 jul. 2020.

GEOLOGIA



AS  
SERRAS  
DO LITORAL  
SEM  
MOVEM



Sujeitas a um desgaste incessante, lentamente elas avançam para o interior do continente e, em milhões de anos, podem formar uma vasta planície litorânea

Carlos Fioravanti

**A** identificação das taxas de desgaste das rochas nos últimos 100 mil anos esclareceu um pouco mais o passado e o que poderá ocorrer no futuro da paisagem das serras do Mar e da Mantiqueira, nas regiões do Sudeste e Sul. Depois de examinar a movimentação do relevo por meio da abundância de elementos químicos em minerais coletados em 24 pontos da região, o geógrafo Daniel Souza, do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP), concluiu que as rochas das montanhas do município de Ubatuba, no litoral norte paulista, apresentam a maior taxa de erosão na região. Isso significa que perderam até 100 metros (m) de altura por milhão de anos, o equivalente a 1 centímetro a cada 100 anos – o desgaste da cordilheira dos Andes é dez vezes maior. Esse material é transportado e acumulado para o litoral, fazendo com que a praia se amplie lentamente em direção ao interior. Em milhões de anos, a planície costeira poderá ser tão larga quanto a do município de Santos, também no litoral paulista.

“A erosão das rochas das serras diminuiu, mas nas escarpas litorâneas nas bordas das serras continua tão intensa quanto há milhões de anos”, observou Souza. Escarpa é uma inclinação abrupta na borda de uma região plana, enquanto serra é uma estrutura que geralmente se assemelha a um prisma alongado. As análises do geógrafo indicaram que a erosão é mais intensa na serra do Mar, por causa das chuvas constantes, do que na serra da Mantiqueira, outro conjunto de montanhas que ocorre paralelo à do Mar, mas no interior dos estados de São Paulo e Minas Gerais. “Os rios e as chuvas estão corroendo as bordas dos planaltos e ampliando as escarpas”, concluiu.

Descrito em outubro de 2020 na *Journal of South American Earth Sciences*, o trabalho de

Souza reforçou as evidências sobre o recuo das escarpas litorâneas em 10 quilômetros (km) a cada 10 milhões de anos e delineia o que pode acontecer no futuro: o avanço das escarpas para o interior e a ampliação das planícies costeiras, além da transformação de regiões serranas em vastos planaltos, a não ser que outros movimentos da superfície terrestre façam as serras empinarem novamente ou criem outras.

Durante seu doutorado, realizado no Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), sob orientação do geólogo Peter Hackspacher, com apoio da FAPESP, Souza aplicou duas técnicas para analisar os movimentos do relevo na região serrana.

A primeira é a termocronologia, que estima a evolução da temperatura das rochas no interior do planeta ao longo do tempo, de acordo com a taxa de decaimento (perda de massa) de seus elementos químicos radioativos – quanto menor a temperatura, mais próximo à superfície a rocha foi gerada. Por meio dessa metodologia ele examinou a proporção de urânio, tório, samário e hélio de seis amostras de granitos e gnaisses, às quais somou análises de 130 pontos da região feitas desde a década de 1990 por Hackspacher e outros pesquisadores do Brasil e do exterior.

A outra técnica é a medição de isótopos do elemento químico berílio (10Be), formado pela interação de quartzo com raios cósmicos – quanto mais berílio 10, menor a erosão. Isótopos são variantes de um elemento químico que diferem na quantidade de nêutrons, mas possuem o mesmo número atômico ou de prótons.

Souza apresentou as análises de suas 18 amostras de sedimentos coletados em areia do fundo de rios em abril de 2019 na *Geomorphology* e as complementou com as 26 do geógrafo André Salgado, da Universidade Federal de Minas Ge-

# Cordilheira fragmentada

Movimentos da crosta formaram, separaram e moldaram as serras do Mar e da Mantiqueira

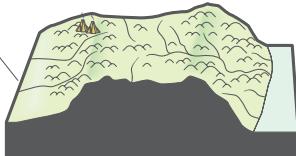
## 130 MILHÕES DE ANOS

Após a separação da América do Sul da África, as serras do Mar e da Mantiqueira se formaram, inicialmente, como uma única elevação



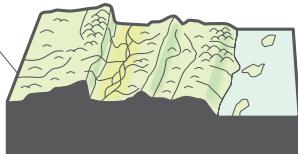
## ENTRE 100 MILHÕES E 70 MILHÕES DE ANOS

As serras crescem mais e atingem 4 mil metros de altitude, o dobro da atual. Há uma intensa atividade vulcânica nas regiões em que estão hoje Poços de Caldas, Itatiaia e São Sebastião



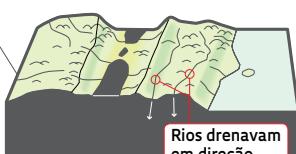
## ENTRE 70 MILHÕES E 55 MILHÕES DE ANOS

Tremores intensos separaram a montanha em dois grandes blocos: a serra do Mar, próximo ao litoral, e a da Mantiqueira, no interior. O planalto de Campos do Jordão se estabelece no trecho mais alto na região, com 2 mil metros



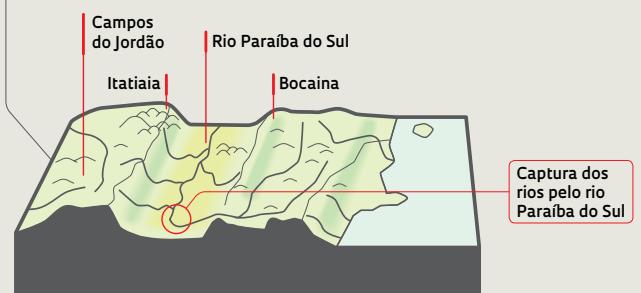
## DE 55 MILHÕES A 15 MILHÕES DE ANOS

Sedimentos resultantes da erosão das serras do Mar e da Mantiqueira se acumulam no Vale do Paraíba e formam uma camada com 800 m de espessura. Áreas antes serranas se tornam planaltos com relevo aplinado



## NOS ÚLTIMOS 15 MILHÕES DE ANOS

Em resposta a movimentos da crosta, o rio Paraíba do Sul se rompe, separa-se da bacia do Tietê, muda de direção e começa a drenar o Vale do Paraíba, desaguando no mar. A erosão se concentra nas escarpas mais próximas do litoral, que se movimentam até suas posições atuais



FONTES DANIEL SOUZA, PETER HACKSPACHER E CLAUDIO RICCOMINI

rais (UFMG), descritas em fevereiro de 2016 na revista *Journal of South American Earth Sciences*.

Juntos, esses trabalhos detalham a história das serras do Mar e da Mantiqueira, moldadas por incessantes movimentos da superfície e pela erosão causada por rios e pelo clima, principalmente a chuva. Um dos resultados da separação dos continentes, iniciada cerca de 130 milhões de anos atrás, as serras litorâneas do Sudeste e Sul constituíram inicialmente uma elevação única. Depois cresceram um pouco mais, atingindo 4 mil m de altitude, o dobro da Pedra da Mina, o ponto mais alto da região hoje, e se afastaram, formando o Vale do Paraíba (ver infográfico).

Hackspacher enumera três consequências dessa movimentação. A primeira é a formação das reservas de petróleo nas bacias sedimentares de Santos e de Campos, no litoral dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. A segunda é o desvio de rios. “O soerguimento das serras bloqueou o curso do rio Paraíba, que se separou do Tietê e começou a correr para o mar”, exemplifica. A terceira é a separação de comunidades de animais e plantas, favorecendo a formação de novas espécies.

“Estamos apenas confirmado e detalhando, com técnicas modernas, as conclusões de Fernando Almeida [1916-2013]”, reconhece Hackspacher, que também recebeu apoio da FAPESP. Engenheiro carioca que se voltou à geologia, Almeida começou na década de 1950 a examinar a região serrana do estado de São Paulo, propondo hipóteses para a sua formação, como a separação das serras.

“Essa região é um exemplo fascinante de movimentação tectônica intraplaca, como ocorre em poucos lugares do mundo”, diz o geólogo Claudio Riccomini, do IEE-USP e do Instituto de Geociências da USP, que estuda a região desde os anos 1980. “Além do clima”, diz ele, “há uma forte influência dos movimentos tectônicos, mesmo nos últimos 20 mil anos, na modelagem e na erosão do relevo”. Um estudo de que ele participou, publicado em maio de 2018 na *Journal of Seismology*, registrou mais de 20 falhas geológicas potencialmente ativas na região. ■

## Projetos

1. Evolução do relevo da bacia do rio Sapucaí – MG: Relações entre dinâmicas de longo e curto prazo no tempo geológico (nº 14/14702-0); **Modalidade** Bolsa de Doutorado; **Pesquisador responsável** Peter C. Hackspacher (Unesp); **Bolsista** Daniel Henrique de Souza; **Investimento** R\$ 152.138,10.

2. História de exumação da plataforma sul-americana, a exemplo da região Sudeste brasileira: Termocronologia por traços de fissão e sistemáticas Ar/Ar e Sm/Nd (nº 00/03960-5); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Peter C. Hackspacher (Unesp); **Investimento** R\$ 1.282.335,65.

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

3



1



**1** Tapaculo-da-chapada-diamantina (*Scytalopus diamantinensis*), natural dos campos rupestres da Bahia; **2** Formigueiro-do-litoral (*Formicivora littoralis*), comum em áreas de restinga do Rio de Janeiro; **3** Tangará-rajado (*Machaeropterus regulus*), da Mata Atlântica; **4** Choquinha-do-tapajós (*Myrmotherula klagesi*), da Amazônia

2



4



# ONDE SURGIRAM OS PÁSSAROS

Maioria das espécies teria emergido em ambientes extremos dos trópicos, como desertos e montanhas, e depois se fixado em outros biomas

Eduardo Geraque

Quase um terço das aves do Neotrópico, região que vai do sul do México e do estado norte-americano da Flórida até o extremo sul da América do Sul, pertence à subordem dos suboscines. Esse grupo abrange 1.306 espécies de pequeno porte, quase todas presentes apenas nas Américas, entre as quais algumas muito conhecidas, como o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) e o joão-de-barro (*Furnarius rufus*). A Amazônia, a Mata Atlântica e a parte norte dos Andes são atualmente as grandes áreas de concentração de biodiversidade, os chamados *hotspots*, da subordem, uma das duas em que se divide a ordem dos Passeriformes, os populares passarinhos, aves de pequeno porte, muitas delas conhecidas pelo canto harmonioso. Mas nem sempre foi assim.



1 Bico-virado-da-caatinga (*Megaxenops parnaguae*), de áreas secas da Bahia; 2 Formigueiro-ferrugem (*Myrmotherus ferrugineus*), da Amazônia; 3 Gravatazeiro (*Rhopornis ardesiacus*), que ocorre na transição entre Mata Atlântica e Caatinga

Segundo artigo publicado em 11 de dezembro na revista científica *Science*, as principais linhagens de suboscines surgiram em pontos extremos e remotos das Américas, como desertos e topo de montanhas, em áreas secas de clima frio ou instável. Para esse grupo de aves, o processo de aparecimento de novas espécies, denominado especiação pela biologia, teria começado há cerca de 50 milhões de anos. Apenas mais tarde, a maior parte dessas espécies se deslocou e se estabeleceu nos atuais *hotspots* de biodiversidade, ambientes mais amenos e hospitalários.

**P**aradoxalmente, os lugares inóspitos das Américas em que o processo de especiação desse grupo de aves foi mais intenso, como a Patagônia, na Argentina, são hoje *coldspots*, áreas com baixa diversidade de espécies, onde devem ter ocorrido muitas extinções no passado. O estudo defende a hipótese de que os atuais *hotspots* tropicais seriam grandes concentradores de espécies, mas a origem da maior parte de sua diversidade viria dos *coldspots*, que, no entanto, não ofereceriam condições naturais para manter muitas de suas formas de vida no longo prazo. Esses *coldspots* se concentram nas regiões central e sul dos Andes, na Patagônia, no Caribe e no chamado Neártico, região que abrange Groenlândia, Canadá, Estados Unidos e norte do México.

“Basicamente, o trabalho mostra que a Amazônia e os demais *hotspots* funcionariam como ‘museus’ de aves, que, ao longo do tempo, também acumulariam e preservariam muitas das espécies originadas em áreas remotas”, explica Luís Fá-

bio Silveira, chefe de divisão científica e curador das coleções ornitológicas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP), um dos dois brasileiros que assinam o artigo. O outro é o ornitólogo Alexandre Aleixo, hoje na Universidade de Helsinque, na Finlândia, ex-pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi, de Belém. “Essa conclusão nos surpreendeu e contrasta com o que acreditávamos ser o padrão geral de especiação desse grupo de aves no Neotrópico, especialmente na Amazônia”, conta Silveira, cujo projeto foi financiado pela FAPESP. Como regra, os pesquisadores supunham que as aves surgiam nas próprias áreas de maior concentração de espécies.

“A análise desses dados sugere que a formação de espécies é mais lenta, ao invés de rápida, nos *hotspots* de aves suboscinas e que o tempo [decorrido desde o início da especiação dessas aves], e não o ritmo de especiação, explica as diferenças de diversidade”, escreveu a matemática e ecóloga francesa Hélène Morlon, da Escola Normal Superior de Paris, na França, em um comentário publicado na mesma edição da *Science*.

Segundo o ecólogo Mercival Roberto Francisco, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) do campus Sorocaba, *hotspots* como a Amazônia não têm índice baixo de especiação. “O trabalho mostra, no entanto, que esses índices são ainda mais altos em ambientes mais instáveis, geralmente mais frios e secos”, conta. “Essas regiões com índices elevados de especiação apresentam

hoje diversidade mais baixa porque tiveram taxas elevadas de extinção ou de movimentação de espécies para os hotspots.”

**A**o longo de oito anos, o estudo reuniu 1.940 amostras de material genético de 1.287 espécies de suboscines – o correspondente a 98,5% da diversidade desse grupo. Algumas das amostras foram coletadas há mais de 40 anos. Foi necessária a criação de uma rede com dezenas de pesquisadores de 20 instituições científicas das Américas do Norte e do Sul, e também da Europa, para reunir informações sobre espécies de uma área geográfica tão extensa. “Foi a única forma de concluir um projeto de grande porte como esse”, conta Silveira. “Essa rede permitiu a troca de amostras entre diferentes museus para a realização do sequenciamento genético e o processamento dos dados.”

O trabalho de Harvey e colaboradores também pode auxiliar futuros estudos de evolução das características dos pássaros suboscines. “A equipe conseguiu a façanha de inferir a filogenia [a relação evolutiva entre as espécies] de um dos grupos mais diversos e biologicamente interessantes de aves, que guardam informações sobre milhões de anos de evolução da biota Neotropical”, comenta o ornitólogo Fabio Raposo do Amaral, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) em Diadema.

Inicialmente preocupados com a proteção das regiões tropicais, onde hoje estão as maiores taxas de biodiversidade desses pássaros, os ornitólogos verificaram no decorrer do estudo que vários dos coldspots – entre eles os páramos, vegetação de montanha encontrada no Equador, Peru, Colômbia e Venezuela – também se encontram ameaçados pelas atividades humanas. “Esperamos que a descoberta de que as taxas mais altas de especiação ocorrem em ambientes extremos leve à reavaliação das políticas de conservação dessas áreas”, afirma o ornitólogo Michael Har-

vey, da Universidade do Texas em El Paso, Estados Unidos, um dos coordenadores do trabalho. “Precisamos protegê-las, porque desempenharam um papel-chave de geração de novas espécies.” Ao mesmo tempo que chama a atenção para áreas que pareciam sem importância, Harvey lembra que não é possível descuidar dos hotspots tropicais. “Como a taxa de especiação é menor nesses ambientes de alta biodiversidade, a reposição das espécies perdidas leva um longo tempo”, explica.

O grupo planeja agora verificar se o padrão de formação de espécies observado para os pássaros também ocorre em outros grupos de aves, além de répteis, anfíbios, peixes e mamíferos. “Imagino que encontraremos resultados semelhantes para os grupos de animais com elevada diversidade de espécies”, diz Silveira. ■

### Projetos

1. Avaliação, recuperação e conservação da fauna ameaçada de extinção do Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) (nº 17/23548-2); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Luís Fábio Silveira (USP); **Investimento** R\$ 2.922.805,32.
2. Sistemática, biogeografia e evolução fenotípica dos Thamnophilini (Aves, Thamnophilidae): Uma aproximação baseada em sequenciamento maciço de DNA (nº 12/23852-0); **Modalidade** Bolsa de Pós-doutorado; **Pesquisador responsável** Luís Fábio Silveira (USP); **Bolsista** Gustavo Adolfo Bravo Mora; **Investimento** R\$ 257.006,85.

### Artigo científico

HARVEY, M. G. et al. The evolution of a tropical biodiversity hotspot. *Science*. 11 dez. 2020.



Regiões montanhosas e de clima frio, como o páramo de Guacheneque, na Colômbia (acima), e a Patagônia, na Argentina (ao lado), foram centros de surgimento de novas espécies no passado e hoje têm baixa diversidade

AMBIENTE



# DRONES MAPEIAM MATAS BRASILEIRAS



## Veículos aéreos não tripulados são usados para monitorar florestas tropicais com velocidade, eficiência e riqueza de detalhes

Tiago Jokura

**O**Brasil tem 4,9 milhões de quilômetros quadrados ( $\text{km}^2$ ) de florestas, área maior do que a dos países que compõem a União Europeia. Monitorar a extensão desses biomas e compreender a riqueza contida neles foi, por muito tempo, tarefa para satélites distantes da mata ou para profissionais mergulhados nela. Nos últimos anos, uma nova tecnologia passou a contribuir para essa missão: os veículos aéreos não tripulados (vants), também conhecidos como aeronaves remotamente pilotadas ou, mais popularmente, drones.

Essas máquinas voadoras têm sido usadas para diversas finalidades, entre elas a identificação de focos de desmatamento, a fiscalização da exploração madeireira, o cálculo do volume de toras retiradas de uma área qualquer, a prevenção de incêndios e, principalmente, a realização de inventários florestais, trabalho que consiste em coletar dados sobre as espécies vegetais existentes em determinado território.

“Tecnologias para imageamento de espécies de árvores e outras plantas e aferição do volume de vegetação, entre elas radares laser [lidar, de light detection and ranging ou detecção de luz e medida de distância] e sensores infravermelhos, já existem há algum tempo. A inovação é ter esses sistemas embarcados em um drone, que pode voar perto do topo das florestas e pairar no ar”, explica o físico Marco Aurélio Nalon, pesquisador do Instituto Florestal (IF) de São Paulo. “Como esses aparelhos são equipados com GPS, é possível fazer uma programação prévia de voo e geolocalizar cada árvore fotografada.”

Coordenador do *Inventário florestal do estado de São Paulo*, Nalon vem testando o uso de drones em parceria com o Instituto de Botânica, também do governo paulista, que tem adquirido esses equipamentos para a realização de levantamentos florestais. A catalogação de florestas é importante, entre outras coisas, para compreender sua biodiversidade, acompanhar a saúde das árvores e monitorar o desenvolvimento da mata – tarefas que se mostram cada vez mais necessá-

rias em um cenário em que o desmatamento da Amazônia aumentou quase 10% só no último ano e foi 70% maior do que a média na última década. Conhecer e preservar a cobertura florestal também é fundamental para o equilíbrio ecológico do planeta. Além de estocar carbono e reter o calor da radiação solar – fundamentais no controle do efeito estufa –, as florestas ajudam a regular o clima global influenciando os níveis de umidade atmosférica e evitando variações extremas de temperatura.

O método tradicional de mapeamento com imagens de satélite traça os limites geográficos de uma floresta, mas não fornece detalhes que permitam identificar espécies nem dados relativos ao estado de conservação e ao potencial produtivo de determinadas árvores. E coletar dados em solo, desbravando a mata com uma equipe numerosa para observar e catalogar espécies, é um trabalho lento, cansativo e muitas vezes limitado pela densidade da floresta. Nesses casos, o procedimento-padrão é rastrear um perímetro reduzido e extrapolar os resultados para uma área maior, gerando uma estimativa para toda a floresta. “Com o levantamento humano, feito no chão, é muito difícil traçar uma fotografia fiel da distribuição das espécies”, ressalta o pesquisador do IF.

A vantagem dos drones é poder fazer a tarefa dos satélites voando próximo da copa das árvores. No futuro, espera-se que também realizem o trabalho humano, percorrendo o interior das matas com rapidez. Em ambos os casos, o detalhamento de imagens e o volume de informações obtidas são superiores aos demais métodos e custam menos.

“Os drones reúnem todas as características de um aerolevantamento clássico, só que feito com tecnologia de ponta e imagens de altíssima resolução”, diz Nalon. “Se uma aeronave mapeia com precisão as espécies e sua localização, podemos identificar quais estão crescendo próximas das outras e compreendemos melhor essas relações. Também conseguimos saber que tipo de animais frequentam a floresta e a quantidade de carbono fixada nela, dado importante em um cenário de acentuadas mudanças climáticas.”

A unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no Acre é uma das pioneiras no uso de drones para monitoramento de florestas no país. O engenheiro-agrônomo Evandro Orfanó relata que a instituição faz desde 2015 o manejo florestal de precisão com drones. “O uso desses equipamentos nos deu uma perspectiva diferente, a de observar a floresta por cima, pelo dossel – nome dado para a cobertura formada pelas copas das árvores. Para esse mapeamento ser bem-feito, tivemos que resolver um problema: acompanhar a variação da morfologia da copa das árvores ao longo do ano”, explica o pesquisador.

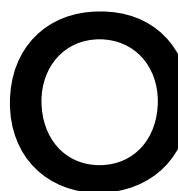
Segundo ele, uma espécie como a castanheira, que em janeiro, época chuvosa na região, está frondosa, bonita e com a copa formada, perde as folhas e apresenta características diferentes entre julho e agosto, período mais seco. Para tornar o mapeamento eficiente, Orfanó e outros três pesquisadores da Embrapa Acre criaram um calendário de inventário florestal, indicando as melhores épocas para a identificação dos principais grupos de espécies amazônicas.

As orientações contidas no calendário foram utilizadas para o ajustamento de um algoritmo de inteligência artificial (IA) para processar as imagens captadas pelos sensores que o drone carrega. Os técnicos fornecem informações para o sistema processar as imagens coletadas, identificando as variações de formato das copas das espécies ao longo do ano, e recebem dados em volume, detalhamento e velocidade incomparáveis. “Cada espécie tem um mês ou um conjunto de meses mais adequado para que ela seja localizada e identificada”, destaca o pesquisador.

O procedimento para caracterizar espécies por meio do desenho das copas começa com a definição do perímetro que o drone irá percorrer no sobrevoo, feito apenas em dias de sol ou sem chuva. “Nosso aparelho cobre 1,2 mil hectares [12 km<sup>2</sup>] por dia, com um nível de detalhamento de imagem de até 3 centímetros”, descreve Orfanó. “A alta definição da imagem em conjunto com o georreferenciamento via GPS nos permite conhecer detalhes das copas e da localização delas na floresta.”

A partir dos dados obtidos por meios tecnológicos, a análise e as ações humanas são necessárias. Por exemplo, caso se identifique no sobrevoo que determinadas regiões da floresta sofrem estresse hídrico ou problemas causados por fungos, insetos ou outro fator, uma equipe vai a campo por terra, com um alvo bem definido, para ver o que está acontecendo. “O homem vai refinar o mapeamento”, completa o pesquisador da Embrapa.

A instituição também está empregando drones para saber quanta madeira foi extraída, a partir de critérios sustentáveis, de florestas nacionais, as chamadas flonas. “Na do Jacundá, em Rondônia, o cálculo do volume de toras estocado anualmente no pátio florestal era feito com uma pá-carregadeira e quatro operários trabalhando por 45 dias. Com o drone, a mesma atividade passou a ser realizada em oito minutos de sobrevoo mais quatro horas de processamento das imagens captadas”, descreve Orfanó.

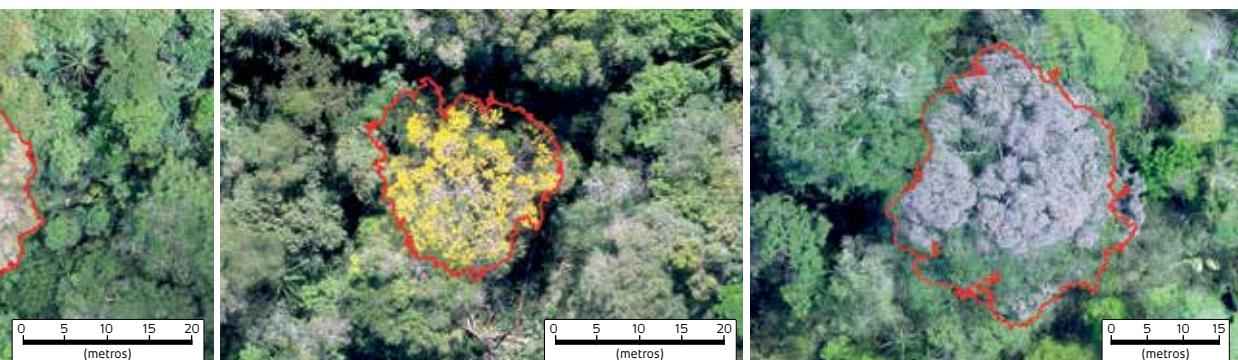


utro pesquisador brasileiro participou da construção de um drone, projetado na Universidade da Pensilvânia (UPenn), nos Estados Unidos, que transita entre as árvores por baixo do dossel.

Com apoio da FAPESP, o cientista da computação Guilherme Nardari passou parte de 2019 trabalhando no laboratório General Robotics, Automation, Sensing & Perception (Grasp) da UPenn em um drone que voa por dentro de florestas plantadas fazendo imagens tridimensionais (3D).

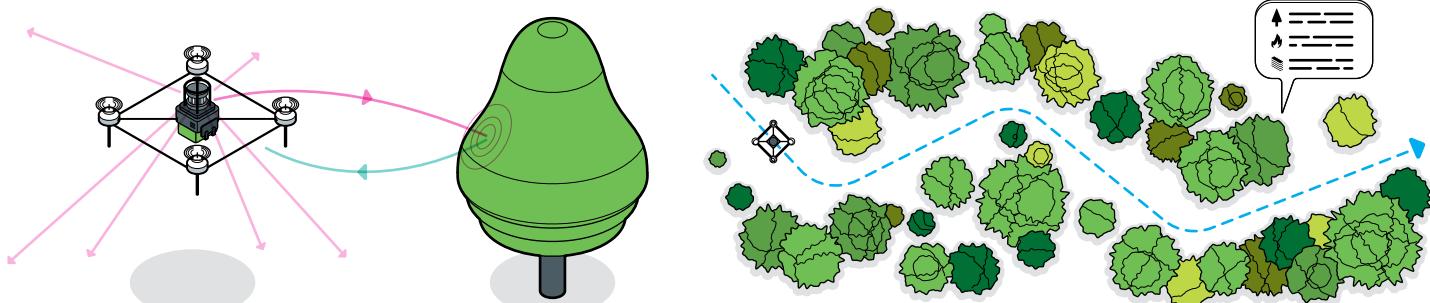
Nardari foi um dos responsáveis pelo desenvolvimento do software que possibilita o voo com obstáculos, além da captura, do armazenamento e do tratamento das imagens da mata. A pesquisa faz parte de seu doutorado no programa de ciências da computação e matemática computacional do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), em São Carlos. “Nossos experimentos foram feitos em florestas plantadas, que são mais regulares e com árvores mais espaçadas. São, portanto, um bom primeiro passo para testar e avaliar o desenvolvimento da autonomia do robô”, conta Nardari.

Localização, demarcação de copa e classificação de espécies florestais realizadas pelo algoritmo criado na Embrapa Acre: abiu, ipê-amarelo e cumaru-ferro (*abaixoa*, da esq. para a dir.)



# De olho na floresta

Saiba como funciona o drone da UPenn e USP que voa no meio da mata fazendo imagens 3D



## 1. EMISSÃO DE LASER

Um drone de 3,5 quilos é adaptado para carregar um radar laser (lidar). Ao levantar voo, 64 emissores de laser disparam milhares de feixes de luz por segundo em todas as direções

## 2. GERAÇÃO DE IMAGENS

Ao colidir com os objetos ao redor, a luz rebatida é captada por sensores no drone. Esses dados são processados por softwares e traduzidos em imagens tridimensionais da floresta

## 3. NAVEGAÇÃO SEGURA

A primeira utilidade das imagens é orientar a navegação do drone por entre as árvores, evitando colisões e garantindo um voo autônomo, sem necessidade de controle humano

## 4. MONITORAMENTO FLORESTAL

O mapeamento 3D também fornece informações sobre a quantidade de árvores, o volume de madeira disponível e o risco de incêndio, em função do acúmulo de matéria orgânica seca no solo

O drone da UPenn pesa 3,5 quilos (kg), incluindo o peso do sensor lidar, e tem autonomia de voo de 20 minutos. Nesse intervalo de tempo, ele pode mapear uma área de cerca de 265 mil metros quadrados ( $m^2$ ) – algo como 26 quarteirões –, tarefa que uma equipe de engenheiros florestais levaria 200 horas ou 25 dias úteis, considerando uma jornada de trabalho de oito horas, para cumprir.

Nardari, que foi orientado pelo engenheiro mecânico indiano especialista em robótica Vijay Kumar durante a temporada na UPenn, explica que os radares laser disparam em todas as direções. Ao colidir com os objetos, os feixes são rebatidos e retornam para os sensores que fazem um mapa tridimensional do ambiente, em 360 graus. A produção de imagens detalhadas da floresta por dentro e em 3D permite não apenas calcular o potencial de extração de madeira, mas também medir a capacidade de retenção de carbono.

Roseli Aparecida Francelin Romero, orientadora de Nardari e coordenadora do Laboratório de Aprendizado de Robôs do ICMC-USP, destaca a originalidade da proposta de pesquisa de doutorado. “O uso de modelos avançados de IA embarcados no sistema de controle de drones, analisando em frações de segundos milhares de pontos capturados pelo sensor laser a fim de estimar o número de árvores de uma floresta e o volume de madeira disponível – e ainda desviando de obstáculos, num voo autônomo –, é inédito”, afirma.

Ao longo do projeto, a equipe atentou para uma nova aplicação: a prevenção de incêndios. Os dados de imagem do solo da floresta eram, até pouco tempo atrás, descartados. O algoritmo de inteligência artificial era treinado para igno-

rar essa informação – o que tornava mais ágil o processamento dos dados das árvores e gerava economia de espaço para sua armazenagem. Até que, em conversas com autoridades florestais, Nardari e os colegas descobriram que o chão fornece informações importantes para a prevenção de incêndios. Imagens do solo podem revelar o volume de folhagem e de ramos, indicando maior ou menor risco de fogo.

O grupo também planeja combinar as imagens do interior da floresta com outras de sobrevoo, por cima das árvores. “Pretendemos utilizar sensores mais leves e baratos, que permitirão o uso de drones menores para mapear florestas mais densas, barateando o custo”, conta Nardari.

O pesquisador ressalva, contudo, que é difícil saber se a tecnologia em seu estado atual funcionaria em uma floresta natural, onde o espaço para o drone voar é muito menor. “Especialistas florestais me disseram que às vezes é difícil até para humanos transitarem em florestas muito densas. Estamos procurando entender o problema para saber que adaptações teremos que fazer nos algoritmos e no hardware. Esse é o nosso desafio atual.” ■

### Projeto

Monitoramento de plantações usando robôs heterogêneos (nº 17/17444-0) **Modalidade** Bolsa de Doutorado; **Pesquisadora responsável** Roseli Aparecida Francelin Romero (USP); **Bolsista** Guilherme Vicentim Nardari; **Investimento** R\$ 169.944,84.

### Artigo científico

CHEN, S. W. et. al. Sloam: Semantic Lidar Odometry and Mapping for Forest Inventory. *IEEE Robotics and Automation Letters*. 2 abr. 2020.

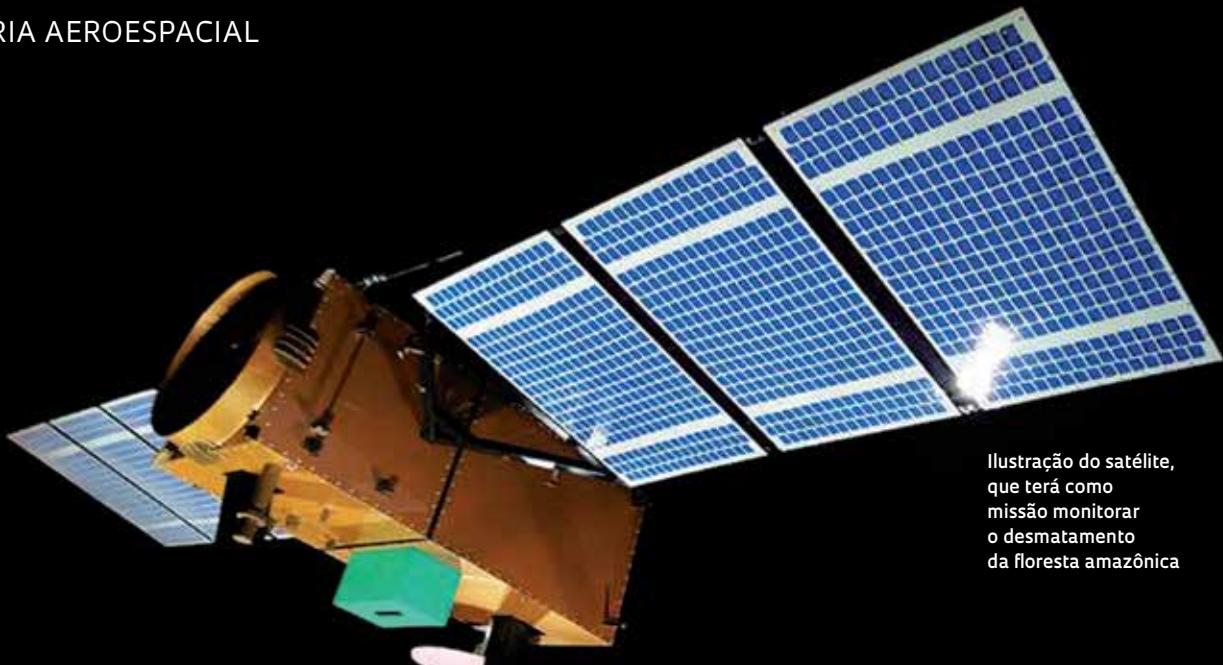


Ilustração do satélite, que terá como missão monitorar o desmatamento da floresta amazônica

# AMAZONIA NO ESPAÇO

Satélite de observação da Terra totalmente construído no Brasil deve ser colocado em órbita em fevereiro

**Yuri Vasconcelos**

**A**pós doze anos do início do projeto, o satélite brasileiro Amazonia-1 (sem acento) está pronto para ser posto em órbita. O lançamento, previsto para 28 de fevereiro, deverá ser feito pelo foguete indiano Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV), da Organização Indiana de Pesquisa Espacial (Isro), que partirá do Centro Espacial de Satish Dhawan, no sudeste da Índia. O satélite foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com participação de empresas nacionais e apoio da Agência Espacial Brasileira (AEB).

O Amazonia-1 é o primeiro satélite de observação da Terra completamente projetado, integrado, testado e – se o lançamento for bem-sucedido – operado pelo Brasil. É também o primeiro sistema espacial de alta complexidade totalmente brasileiro, segundo Adenilson Roberto da Silva, pesquisador do Inpe responsável pelo projeto. “Com ele, passamos a dominar o ciclo completo de desenvolvimento de satélites dessa complexidade e dimensões”, destaca o cientista.

No formato de um paralelepípedo, o Amazonia-1 pesa 640 quilos (kg) e mede 2,5 metros (m) de comprimento por 1 m de largura e 1 m de profundidade. Antes dele, o Inpe já havia construído os satélites científicos Saci, para realização de experimentos no espaço, e a família de Satélites de Coleta de Dados (SCD), classificados como meteorológicos. Também tinha participado, junto com a China, do desenvolvimento dos Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS), voltados à observação da Terra (*ver infográfico na página 81*).

O Amazonia-1, explica Silva, é um satélite maior e bem mais complexo do ponto de vista tecnológico do que o Saci e o SCD, lançados nos anos 1990. O CBERS, por sua vez, pertence a outra categoria, a dos satélites com quase 2 toneladas.

Para o especialista no setor aeroespacial Vivaldo José Breternitz, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, o Amazonia-1 é um marco para o país. “Nunca um satélite com o porte dele foi integralmente concebido e construído no Brasil.

O que houve anteriormente foram casos de aquisição de tecnologias ou de estabelecimento de parcerias com outros países”, ressalta. “É um passo importante para o país conquistar autonomia em uma área onde ainda tem pouca relevância.”

O objetivo do Amazonia-1, o primeiro de três satélites de sensoriamento remoto programados no âmbito da Missão Amazônia, é gerar imagens para monitorar os recursos naturais do país, especialmente a floresta amazônica. Ele se juntará aos satélites CBERS-4 e 4A no fornecimento de dados ao Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), do Inpe, que emite alertas de desflorestamento. Também será usado para apoiar a atividade agrícola e monitorar zonas costeiras e desastres ambientais.

O novo satélite será posicionado a 752 quilômetros (km) de altitude e se deslocará a 7,5 km por segundo no sentido dos polos, de norte a sul. Levará 100 minutos para circundar a Terra e, a cada cinco dias, sobrevoará o mesmo ponto da superfície. “Sob demanda, o Amazonia-1 poderá fornecer dados de um ponto específico do planeta em dois dias, o que é um intervalo bem curto”, esclarece Silva.

Com 14 mil conexões elétricas e seis quilômetros de fios, o artefato é formado por duas estruturas independentes: o módulo de carga útil, que transporta a câmera imageadora e equipamentos de

gravação e transmissão de dados, e o módulo de serviço, denominado Plataforma Multimissão (PMM). Criada pelo Inpe, trata-se de uma plataforma genérica para satélites na classe de 500 kg a 700 kg que provê os recursos necessários ao funcionamento do aparelho no espaço. Ela abriga os subsistemas de propulsão (o motor do satélite), controle de atitude e órbita, suprimento de energia, entre outros.

**U**m dos ganhos tecnológicos para o país será a validação em voo da PMM, que estreará no Amazonia-1. O Inpe espera que seu uso em futuros satélites reduza os custos e os prazos de desenvolvimento. A estrutura do painel solar e seu mecanismo de abertura, que no CBERS foi fornecido pelos chineses, e o subsistema de propulsão, cujo desenvolvimento foi apoiado financeiramente pelo programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) da FAPESP, são outros componentes que nunca haviam sido feitos no Brasil. O primeiro foi fornecido pela Cenic Engenharia e os outros dois pela Fibraforte, ambas de São José dos Campos (SP).

O Amazonia-1 também consolida o conhecimento no país do ciclo completo de desenvolvimento de satélites estabilizados em três eixos. Aparelhos com essa característica podem ajustar em órbita sua posição e orientação em relação à Terra,

focalizando melhor os pontos escolhidos. Os SCDs, por exemplo, são estabilizados por rotação e se comportam como um pião, girando em torno do próprio eixo. “Ele fica sempre apontado para o mesmo ponto e não dá para repositioná-lo para monitorar um desastre ambiental”, explica Silva. Já o Amazonia-1, por ser estabilizado em três eixos, pode ter sua câmera apontada para qualquer lugar do planeta em busca da imagem desejada.

O imageador do satélite é uma câmera WFI (Wide Field Imager ou imageador de amplo campo de visada), projetada para fazer imagens de uma faixa de 830 km de largura com resolução de 64 m. Foi construído pelas companhias paulistas Equatorial Sistemas e Opto Eletrônica.

“Ainda não fizemos esse cálculo, mas o satélite tem alto índice de nacionalização. Houve um grande esforço para fabricar componentes e subsistemas no país”, conta Silva. O Inpe investiu cerca de R\$ 380 milhões no desenvolvimento do sistema, sendo que 70% do valor foi direcionado às 10 empresas nacionais participantes da iniciativa (ver Pesquisa FAPESP nº 239). ■

## Projeto

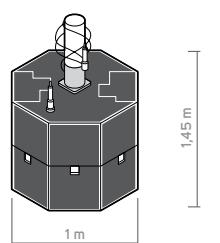
Desenvolvimento e qualificação de propulsor monopropelente de 5N para satélite (nº 03/07755-5); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Humberto Pontes Cardoso (Fibraforte); **Investimento** R\$ 399.026,25.

## Outros satélites brasileiros

Conheça alguns sistemas projetados integral ou parcialmente no país

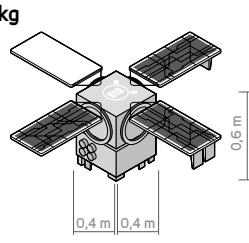
### SCD

 Meteorológico  
115 kg



### SACI

 Científico  
60 kg



### CBERS

 Observação da Terra  
1.800 kg

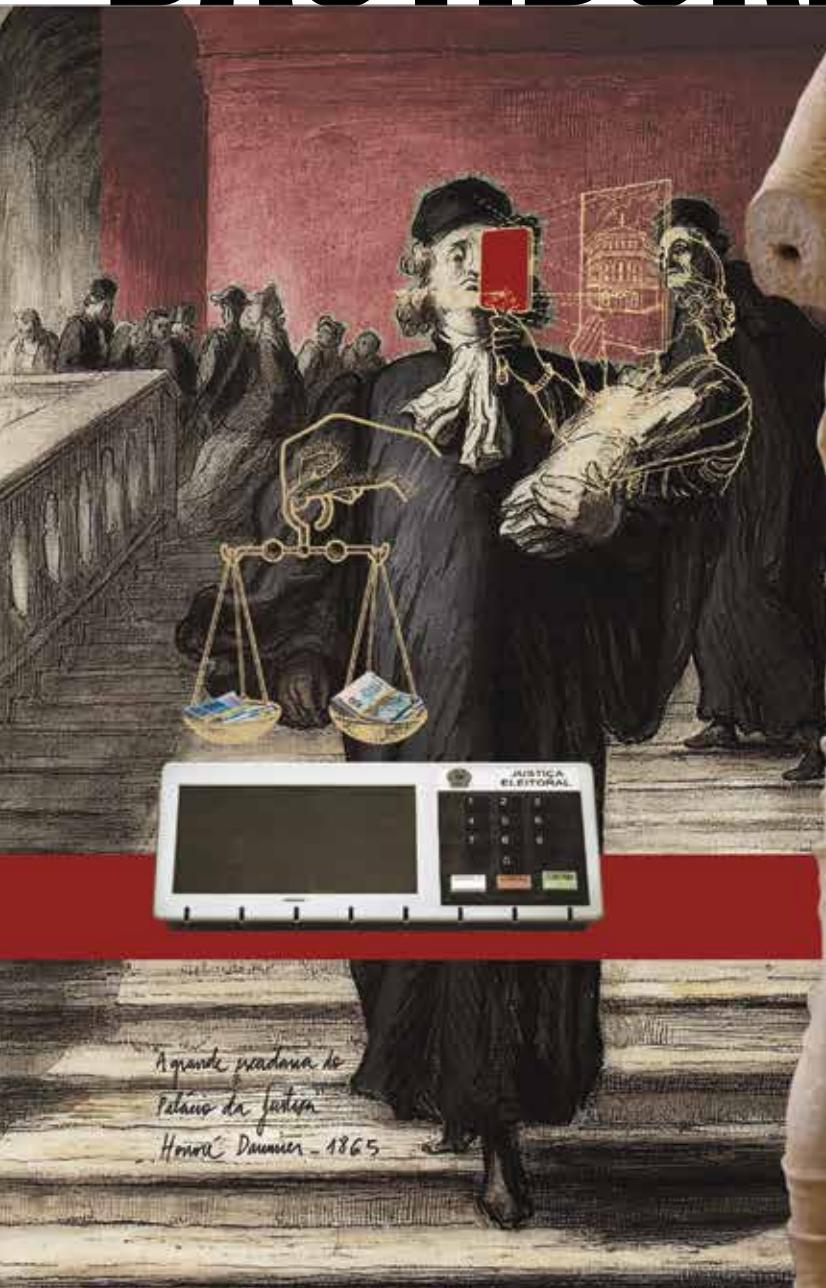
**Os Satélites de Coleta de Dados (SCD) 1 e 2**, lançados, respectivamente, em 1993 e 1998, foram os primeiros projetados, construídos e operados por brasileiros no Inpe. Sua missão era retransmitir para uma estação receptora em solo informações de uma rede de cerca de 750 plataformas automáticas de coleta de dados ambientais distribuídas pelo território brasileiro

FONTE INPE

**Os Satélites de Aplicações Científicas (Saci) 1 e 2** foram dois microssatélites projetados, desenvolvidos, construídos e testados pelo Inpe. Lançados em 1999, levaram a bordo um conjunto de experimentos científicos, mas não chegaram a operar. O Saci-1 teve um defeito após ser posto em órbita, e o foguete que levava o Saci-2 explodiu durante o lançamento

O maior programa de desenvolvimento de satélites do país resultou de uma parceria com a China. Desde 1999, foram lançadas seis unidades do **Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS)**. Dotados de câmeras para observação do planeta, eles inseriram o país no grupo de nações que detêm tecnologia de geração de dados de sensoriamento remoto

# BASTIDORES



H. Daumier.



# DO VOTO

Cientistas investigam o papel do dinheiro e dos tribunais no ciclo eleitoral brasileiro

Diego Viana

**N**o Brasil, uma eleição pode ter um turno só, como nas eleições proporcionais, para o Legislativo, e em municípios com até 200 mil eleitores; ou pode ter dois turnos, para cargos do Executivo, quando nenhum candidato conquista mais de metade dos votos na primeira rodada. Mas também há quem fale em um “terceiro turno”, paralelo à escolha dos cidadãos: o recurso ao poder Judiciário. Em eleições para prefeito, em todo o país, candidatos que venceram a disputa têm quase o dobro (89,7%) de risco de serem processados, por adversários ou pelo Ministério Público, do que os que perderam. Por outro lado, os vencedores têm muito menos interesse em acessar os tribunais: para cada cinco processos abertos por derrotados, só um é iniciado por vitoriosos em um pleito (18,2%).

“Quem ganha uma eleição não quer mais pensar em disputas, muito menos judiciais. O que quer é paz para tomar posse e governar”, afirma o cientista político Wagner Pralon Mancuso, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). Ele é um dos responsáveis pela pesquisa “Um estudo da relação entre dinheiro e política a partir de processos da Justiça Eleitoral”, com os também cientistas políticos Vanessa Elias de Oliveira, do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do ABC (Cecs-UFABC) e Bruno Speck, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. Apoiado pela FAPESP e pela Sociedade Alemã de Amparo à Pesquisa, DFG, no projeto desenvolvido em parceria

com uma equipe liderada por Markus Pohlmann e Elizângela Valarini, do Departamento de Sociologia da Universidade de Heidelberg, na Alemanha, os pesquisadores analisaram as eleições de 2008, 2012 e 2016 para prefeito em todo o país, concentrando-se em processos que, na tipificação da Justiça Eleitoral, envolveram de alguma maneira o uso do dinheiro nas campanhas. Por isso, foram considerados o abuso de poder econômico, a captação ou o gasto ilícito de recursos financeiros de campanha e corrupção ou fraude.

Das 38.525 candidaturas analisadas, 3.873 sofreram processos, ou seja, 10,1%. Os dados mostram que, comparando-se as eleições para prefeito em 2008 e 2012, houve uma enorme expansão tanto na chance de processar (293%) quanto na de ser processado (228%). Em 2016, no entanto, os números retrocederam: a probabilidade de ser processado foi 145% maior do que em 2008 e a probabilidade de processar 70%. Parte dessa variação pode ser explicada por motivos estatísticos, incluindo a digitalização dos processos pela Justiça Eleitoral, que aumenta a disponibilidade de dados, diz Mancuso. Outra parte, no entanto, pode ser consequência da pequena reforma eleitoral de 2015, que proibiu as doações de empresas, implicando redução geral de gastos, inclusive com processos.

O dado indica que pode estar correta a hipótese de que o recurso à Justiça muitas vezes constitui um “terceiro turno” das eleições. “Se a preocupação for passar a eleição a limpo, não importa se um candidato teve 1% de votos contra outro com 99%. Se quem teve 1% comprou votos, também está errado”, argumenta Mancuso. “A contestação eleitoral é essencialmente contra candidatos competitivos, talvez porque a Justiça não tenha

# O FENÔMENO DA JUDICIALIZAÇÃO DA POLÍTICA NÃO É EXCLUSIVO DO BRASIL NEM INTEIRAMENTE NOVO

mesmo acontece em uma disputa eleitoral, já que a maior parte dos processos é rejeitada ou acaba em absolvição. O que se pode medir com esse método é a chamada “judicialização da política”, ou seja, a crescente atuação do poder Judiciário nos processos eleitorais.

A judicialização, de acordo com Mancuso, pode ter duas causas: “Tornar o processo eleitoral mais limpo”, evitando abusos e estratégias desleais, e “permitir que o mau perdedor entre na Justiça como se fosse um terceiro turno, tentando a sorte”. É o que o cientista político denomina de “uso estratégico da judicialização do processo eleitoral”. Em sua avaliação, o papel crescente do poder Judiciário pode ser um fator de desequilíbrio político, caso o uso frequente de processos reflita tentativas de suportar financeiramente candidaturas menos robustas.

O fenômeno não é exclusivo do Brasil nem inteiramente novo. Em 1995, o cientista político sueco Torbjörn Vallinder se referia a uma “expansão global do poder do Judiciário”. “Os estudos de judicia-

recursos para examinar todos e, por isso, olha só para os mais competitivos; talvez porque os candidatos usem os processos como arma contra quem está na frente”, aponta, acrescentando que novas etapas da pesquisa são necessárias para demonstrar se, de fato, esse fenômeno revela o uso da Justiça como “arma política”.

A análise dos processos na Justiça Eleitoral não é parâmetro para mensurar a corrupção que eventual-

lização ganharam bastante espaço no Brasil a partir do início deste século. No começo, tratavam sobre como as instituições judiciais influenciavam o processo político, mas não necessariamente a competição eleitoral”, relata Vanessa Elias de Oliveira.

Segundo Oliveira, estudar os processos nas eleições é indispensável para entender a relação entre política e dinheiro. “A relação envolve a corrupção eleitoral, além do uso inadequado ou ilegal dos recursos públicos e privados no processo. Uma parte importante desses problemas deságua no Judiciário ou é decidido por ele”, afirma. Por isso, a pesquisa se concentrou em processos que envolvem recursos monetários, deixando de lado processos tidos como “comuns”, como calúnia e publicidade irregular, por exemplo.

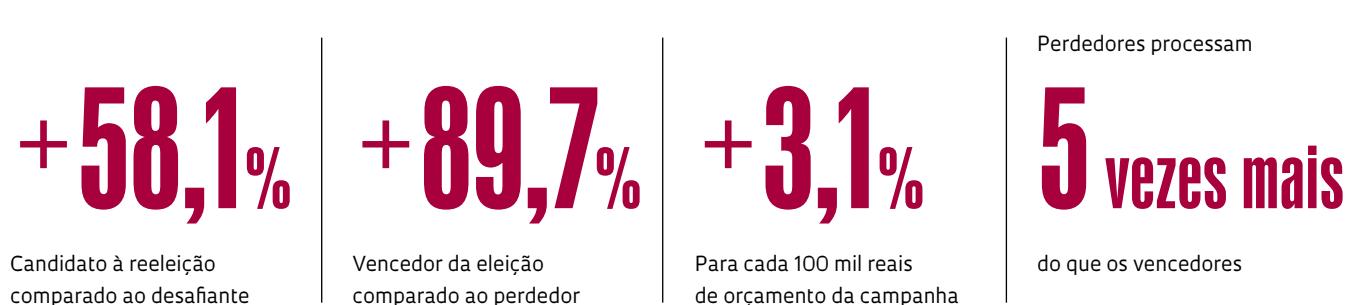
A professora da UFABC considera que os resultados ainda não permitem determinar que a judicialização promove um “terceiro turno”. “Mas evidencia que a Justiça já é parte do processo político-eleitoral. Ela se tornou um pressuposto. Vai ser mobilizada pelos atores tanto para influenciar o resultado político quanto para marcar posição, simbolicamente, sobre determinadas questões”, pondera. “Para a democracia, a possibilidade de ação no Judiciário e contestar o resultado da competição eleitoral é importante”, conclui.

## PODER DO DINHEIRO

A pesquisa desenvolvida pelos três cientistas políticos integra um universo de investigações que tenta responder mais claramente a uma questão que toca a vida de todos: em que medida o poder financeiro afeta as decisões políticas, eleitorais em particular? Como observa o cientista político Rodrigo Horochovski, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), um tema clássico nos estudos da

## JUDICIALIZAÇÃO EM PLEITOS MAJORITÁRIOS\*

Risco de um candidato a prefeito sofrer um processo nas eleições de 2008, 2012 e 2016

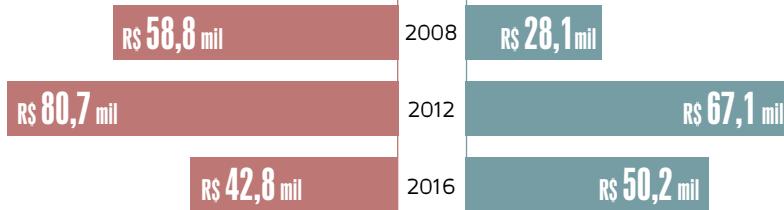


# ESTRUTURA X ESTRATÉGIA

Na média por candidato a vereador, gastos do dia a dia de campanha perdem espaço para o investimento em conquistar votos

## GASTOS COM ESTRUTURA

São aqueles que garantem o funcionamento da campanha: transporte, pessoal e a manutenção do comitê



FONTES TRIBUNAIS ELEITORAIS ELABORAÇÃO RANULFO PARANHOS ET AL.

## GASTOS COM ESTRATÉGIA

São aqueles destinados a aumentar a chance dos candidatos, como publicidade e pesquisa



## AS PRINCIPAIS RUBRICAS

Na média, por candidato, despesas com publicidade são dominantes

### 2008

Publicidade	R\$ 25,8 mil
Comitê	R\$ 22,2 mil
Transporte	R\$ 12,0 mil

### 2012

Publicidade	R\$ 65,5 mil
Transporte	R\$ 29,0 mil
Pessoal	R\$ 23,3 mil
Serviços de terceiros	R\$ 18,3 mil

### 2016

Publicidade	R\$ 49,3 mil
Transporte	R\$ 15,0 mil
Serviços de terceiros	R\$ 13,1 mil

política é o risco de que a democracia seja enfraquecida pela força do dinheiro, transformando-se em “plutocracia”, governo dominado pela riqueza.

O estudos quantitativos sobre a relação entre dinheiro e voto foram impulsionados nos Estados Unidos na década de 1970. No Brasil, de acordo com o cientista político Ranulfo Paranhos, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), as primeiras investigações sobre dinheiro e voto datam do fim dos anos 1990. “É uma ideia intuitiva, mas que precisa ser demonstrada: gastar mais dinheiro implica receber mais votos? As pesquisas mostram claramente que sim”, afirma Paranhos. “Em seguida vêm as perguntas interessantes: quanto impacto tem o dinheiro realmente? Quem se beneficia mais? Que tipo de gasto produz e qual efeito?” Segundo o professor da Ufal, descobriu-se para os deputados federais do Brasil o mesmo que o cientista político Gary Jacobson encontrou em relação aos congressistas norte-americanos: “Quem se beneficia mais com o gasto eleitoral é o desafiante. Para o candidato à reeleição, convencer o eleitor é mais caro”. Ou seja, no cenário hipotético em que dois candidatos obtenham a mesma quantidade de votos, aquele que já estava no cargo precisou gastar mais dinheiro para obter esse resultado.

Na pesquisa “Dinheiro e sucesso eleitoral em 2008, 2012 e 2016 no Brasil”, apresentada no ano passado, Horochovski e equipe estudaram a mudança da lei eleitoral em 2015, cuja principal ambição era reduzir a importância do poder financeiro.

O objetivo não foi alcançado, segundo o estudo. “Quem gasta mais dinheiro continua ganhando as eleições. Por um lado, o custo de conseguir um voto caiu em 2016, após subir entre 2008 e 2012. Por outro, os votos que vieram se concentraram em quem tinha investido mais”, diz o professor da UFPR. A diferença da média de gastos entre os candidatos que conseguiram se tornar vereadores e os que ficaram pelo caminho foi de 629% em 2008, 685% em 2012 e 664% em 2016.

Horochovski é um dos coordenadores de grupo de trabalho que investiga estratégias de ação e influência do dinheiro no sistema político, da Associação Nacional de Pós-graduação em Ciências Sociais (Anpocs). Os primeiros estudos desenvolvidos no âmbito do GT, estabelecido em 2011, tratavam sobretudo de financiamento eleitoral. Paulatinamente, o escopo foi sendo ampliado para incluir o lobby e outras formas pelas quais os interesses privados interpelam os atores políticos.

“Mais recentemente, entraram as questões ligadas à judicialização e à corrupção. A maior parte dos trabalhos sobre financiamento eleitoral trata de doações legais às campanhas. Mas depois dos últimos escândalos, aumentou o incentivo para estudar o que é ilegal”, relata Horochovski. “É claro que esse é um campo mais difícil, porque a informação sobre gastos fora da lei raramente está disponível.”

Mesmo tendo de se limitar ao exame das finanças legais, as pesquisas deixam clara a força dos recursos financeiros no êxito eleitoral. Estudando as eleições municipais desde 2008 com a metodologia de análise de redes, Horochovski e sua equipe mostram que quanto mais a posição de um candidato é central na estrutura de financiamen-

# HOJE É MUITO DIFÍCIL UM CANDIDATO SE ELEGER SEM CONTAR COM UMA EQUIPE PROFISSIONAL DE ADVOGADOS, CONTADORES E PUBLICITÁRIOS

se confirmar essa hipótese, a judicialização seria mais uma fonte de desigualdade.”

Por ora, o que os números têm revelado é uma crescente profissionalização das campanhas, estimam os pesquisadores. Hoje é muito difícil se eleger sem contar com uma equipe profissional de advogados, contadores e publicitários. “A judicialização criou um nicho importante de trabalho para juristas. Os políticos perceberam a importância da via jurídica e a usam cada vez mais. O resultado é a formação de um exército de advogados especializados”, afirma Oliveira.

A profissionalização, no entanto, pode ser excludente, tornando mais difícil a vida de algumas candidaturas, sobretudo aquelas com menor peso nas estruturas partidárias e menos acesso aos profissionais, observa Horochovski. “Constata-

to dentro de um partido, maior sua probabilidade de se tornar vereador.

Como ponto de partida, a pesquisa de Mancuso, Oliveira e Speck testa a hipótese de que quem tem mais dinheiro aciona mais o Judiciário, por ter capacidade de mobilizar advogados e recorrer à Justiça. “Ou seja, esse seria um instrumento que favoreceria os candidatos mais ricos”, resume Oliveira.

“A mesma questão aparece na judicialização das políticas públicas. A

mos, entre outras coisas, que aumenta o número de candidaturas que a Justiça considera inaptas. Na maior parte das vezes, não é por causa de fraudes ou corrupção, mas por problemas contábeis, jurídicos, burocráticos”, relata, acrescentando que a incidência de candidaturas tidas como inaptas entre mulheres é maior do que entre homens. “Um motivo é a distribuição de recursos dentro dos partidos, que precisam indicar candidatas para cumprir a cota. Mas, quando analisamos os perfis dessas candidatas julgadas inaptas, a principal ocupação é dona de casa.” Nesse caso, o dado sugere, na avaliação de Horochovski, que os partidos não indicaram candidaturas para ser realmente competitivas.

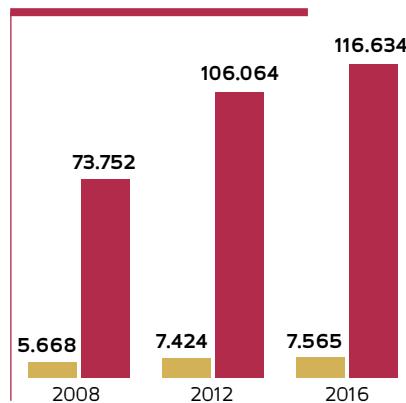
**A**profissionalização das campanhas transparece em pesquisa publicada em 2018, por Paranhos e equipe, sobre eleições municipais entre 2008 e 2016. A pesquisa distingue as despesas das candidaturas entre os itens de “estrutura” e “estratégia”. No primeiro grupo, entram o aluguel para instalar o comitê eleitoral, combustível e outros. No segundo, custos com publicidade e prestação de contas. No intervalo de oito anos entre essas três eleições, as despesas com estratégia se expandiram mais rapidamente. Se em 2008 o gasto com estrutura ainda era 52,31% maior do que com estratégia, em 2016 já perdia para o segundo grupo por uma margem de 14,68%. Dentro dessa rubrica, a despesa com publicidade se destaca, demandando das campanhas,

## DIFERENÇA DE GASTOS

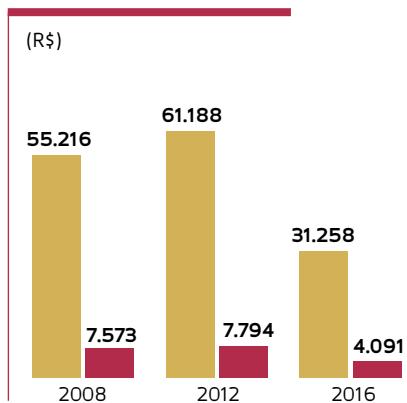
Campanhas mais caras ajudam a eleger vereadores?

■ Eleitos ■ Não eleitos

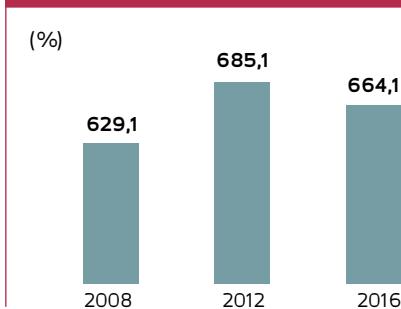
### NÚMERO DE CANDIDATOS



### RECEITA MÉDIA



### PERCENTUAL QUE ELEITOS GASTARAM A MAIS DO QUE OS NÃO ELEITOS

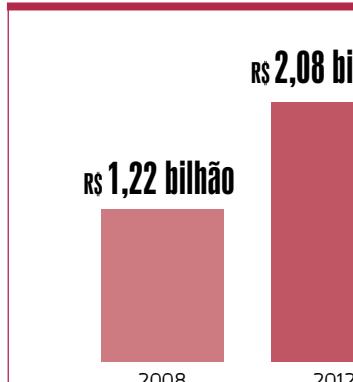


FONTE HOROCHOVSKI ET AL. 2020

# O CUSTO DE CANDIDATAR-SE

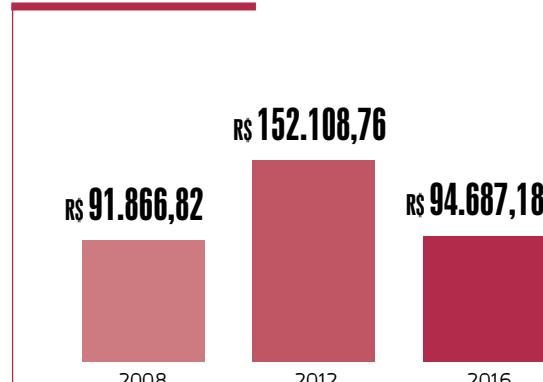
Recursos despendidos por pleiteante a vereador em três eleições

## GASTOS TOTAIS DOS CANDIDATOS



FONTES: TRIBUNAIS ELEITORAIS | ELABORAÇÃO: RANULFO PARANHOS ET AL.

## MÉDIA POR CANDIDATO



em média, mais do que o dobro do segundo item, o transporte: R\$ 65,5 mil diante de R\$ 29 mil. “Com campanhas mais profissionais, vêm os gastos com estratégia. A publicidade conta muito. Os candidatos a prefeito, em cidades menores ou maiores, tendem a ver o gasto com publicidade como um investimento que faz efeito”, comenta Paranhos.

### MÉTODOS UTILIZADOS

A exemplo de outras investigações quantitativas nas ciências humanas, as pesquisas sobre gastos e processos eleitorais se beneficiam do avanço da digitalização, que abriu um vasto universo de dados para os estudiosos, além de facilitar o trabalho de classificá-los e compará-los. Só a partir de 2008 há uma quantidade suficiente de processos digitalizados, observa Mancuso. O acesso a processos em papel, dos anos anteriores, exigiria um esforço extraordinário, uma equipe enorme e um orçamento invejável.

As informações referentes aos pleitos mais recentes estão disponíveis no Sistema de Acompanhamento de Dados Processuais (SADP), que apresenta os principais dados de processos do país e ao qual os TREs estão todos integrados. “Para saber os detalhes, seria preciso acessar o *Diário da Justiça*, onde não é tão fácil pesquisar”, diz Mancuso, referindo-se ao meio oficial de publicação do poder Judiciário. “Por sorte, tudo que precisávamos estava disponível.” O SADP já não é o registro mais atualizado. Desde 2016 está no ar o sistema de Processos Judiciais Eletrônicos (PJe), que contém todos os arquivos referentes a um processo e, segundo Mancuso, “é bastante completo”.

Porém o que ajuda também pode atrapalhar. No trabalho de coleta das informações, a equipe de pesquisa encontrou um obstáculo inusitado,

na figura de um instrumento de segurança: o sistema PJe utiliza a tecnologia “captcha”, que tenta evitar o acesso por robôs, justamente o expediente usado pela equipe para “ler” os processos, relata Mancuso. Com a nova etapa, passou a ser necessário entrar manualmente em cada uma das páginas. “Por sorte, o PJe vale principalmente para as eleições a partir de 2018, então não afetou tanto a nossa pesquisa”, diz.

Embora a qualidade dos números disponíveis e a facilidade de acessá-los tenham se expandido nas últimas décadas, permanecem sérias limitações. “Algo que já está evidente é que, quanto mais abrangente é o período dos dados que queremos usar, maior é a quantidade de problemas e menos confiáveis são as informações”, afirma Paranhos, elencando algumas das dificuldades: lacunas nas séries de dados, preenchimentos errados, falta de padronização. Por outro lado, o professor da Ufal celebra a plataforma electionsBR, criada pelos cientistas políticos Denisson Silva, Fernando Meireles e Beatriz Costa, que reúne bases de dados de eleições brasileiras disponíveis no Tribunal Superior Eleitoral. ■

### Projeto

Crime corporativo e corrupção sistêmica no Brasil (nº 17/24464-7);  
Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável Wagner Pralon Mancuso (EACH-USP); Investimento R\$ 239.547,14.

### Livro

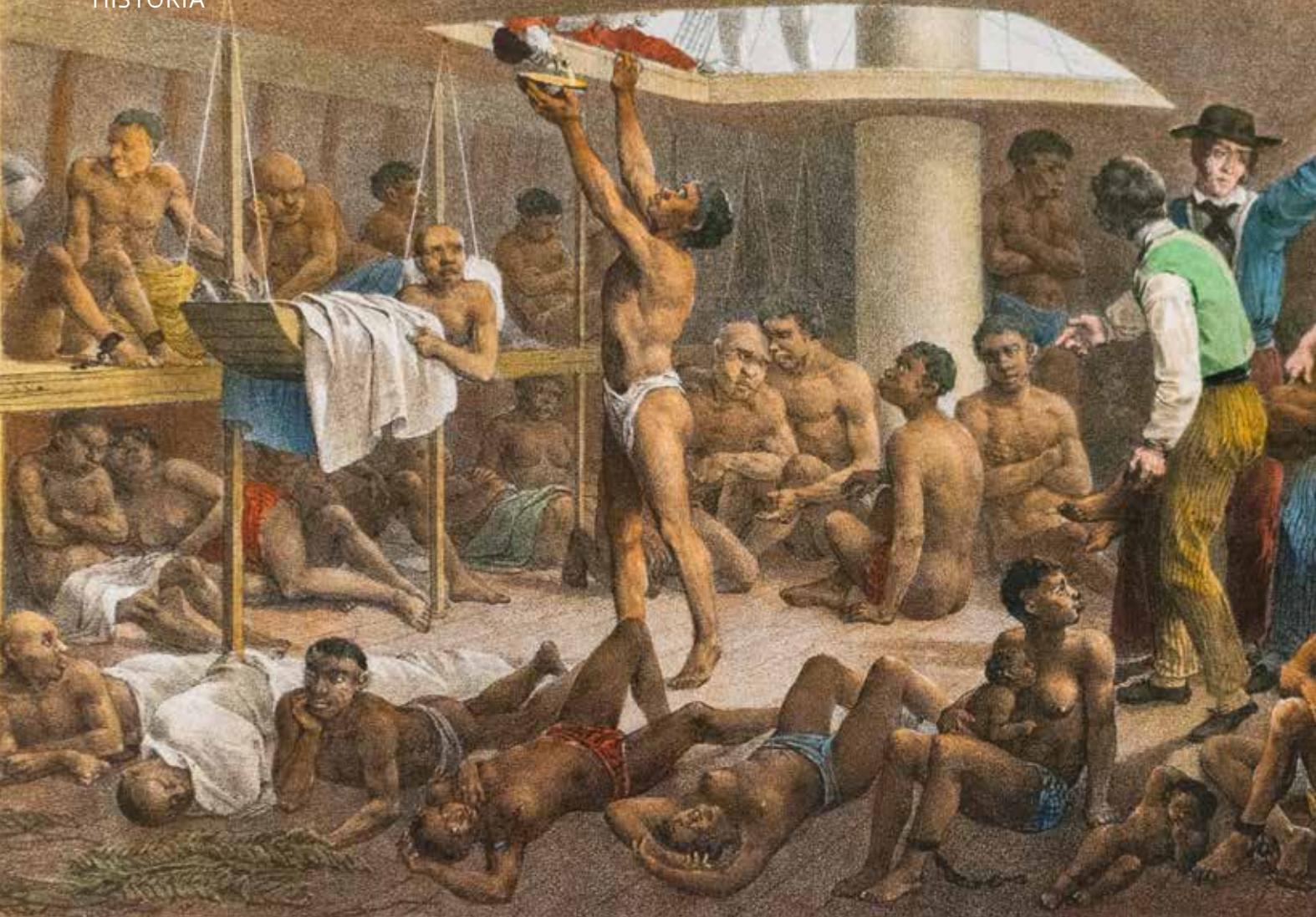
OLIVEIRA, V. E. de. *Judicialização de políticas públicas no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2019.

### Artigo

MARCHETTI, V. e CORTEZ, R. A judicialização da competição política: O TSE e as coligações eleitorais. *Opinião Pública*. v. 15, n. 2. 2009.

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

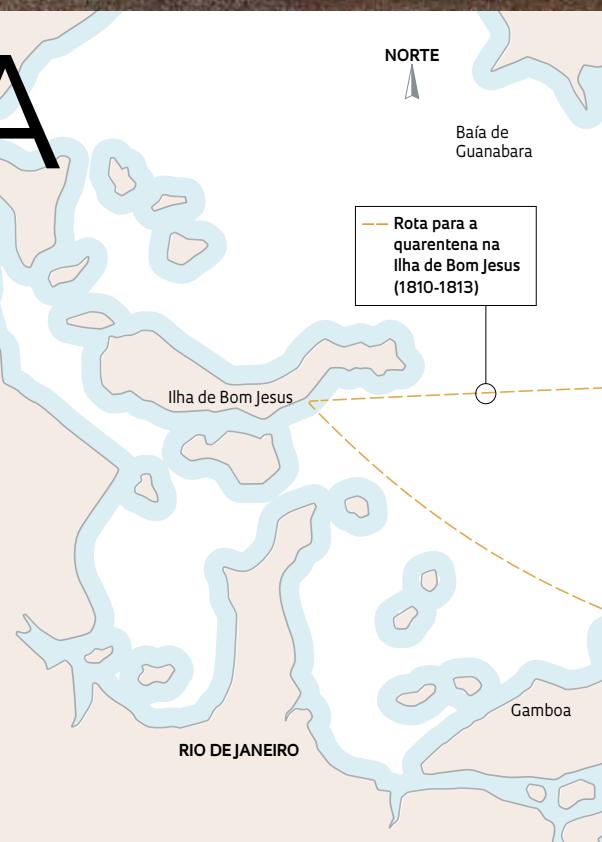
HISTÓRIA



# A TORTUOSA CHEGADA AO BRASIL

Documentos detalham a entrada de africanos escravizados no Rio de Janeiro do início do século XIX

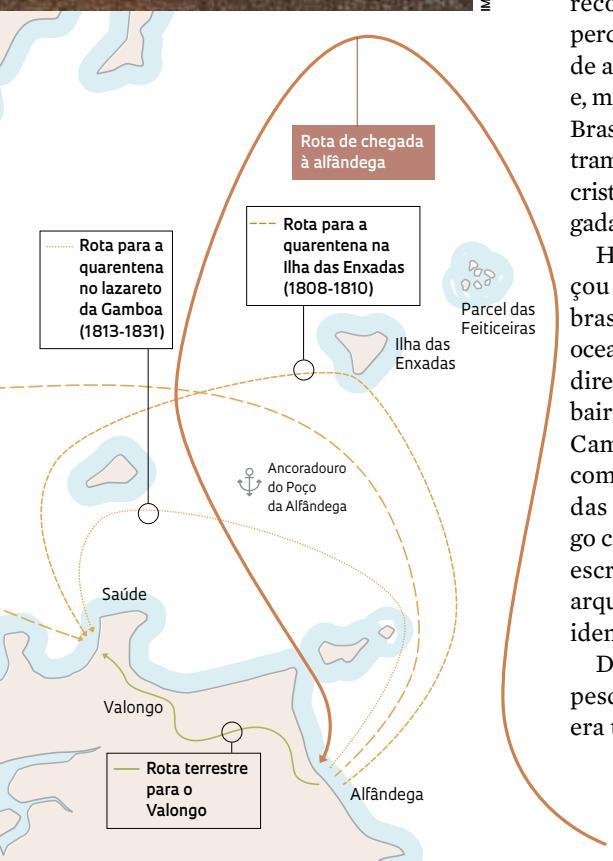
Ricardo Zorzetto





O porão de um navio negreiro, representado pelo pintor alemão Johann Moritz Rugendas na obra *Nègres à fond de calle*, dos anos 1820

IMAGEM: WIKIMÉDIA COMMONS MAPA: REINALDO BERNARDES TAVARES / ALEXANDRE AFFONSO



nas primeiras décadas do século XIX, a entrada no Rio de Janeiro de africanos escravizados ocorria em etapas. Após meses de viagem em condições degradantes nos porões dos navios, os negros cativos, quase sempre desnutridos e doentes, faziam primeiro uma escala na alfândega, onde eram identificados e registrados para o pagamento de impostos. Em seguida, reembarcavam para um período de quarentena, inicialmente feita em ilhas próximas à cidade e, mais tarde, em um lazareto em bairro distante do centro. Só depois eles eram encaminhados para o mercado do Valongo, onde ficavam expostos e eram vendidos para abastecer com mão de obra forçada as províncias do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo.

O detalhamento dessa chegada e dos trajetos percorridos antes do desembarque final foi concluído recentemente pelo grupo da arqueóloga Andrea de Lessa Pinto, professora do Programa de Pós-graduação em Arqueologia (PPGArq) do Museu Nacional da Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ), e apresentado em artigo publicado em maio de 2020 na revista *Latin American Antiquity*. No trabalho, parte da tese de doutorado da historiadora e arqueóloga Reinaldo Bernardes Tavares, foram analisados documentos guardados na Biblioteca Nacional e no Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro para reconstituir em pormenores o caminho percorrido pelos africanos cativos depois de aportarem na então capital da colônia e, mais tarde, do Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves. “O material que encontramos deve ajudar a corrigir imprecisões cristalizadas nos últimos anos sobre a chegada dos africanos cativos”, afirma Lessa.

Há pouco mais de uma década, começou a se disseminar entre historiadores brasileiros a visão de que, após cruzar o oceano, os negros escravizados aportavam diretamente no cais do Valongo, no atual bairro carioca da Gamboa, próximo à rua Camerino, onde existiu um dos maiores complexos de venda de africanos cativos das Américas. O simbolismo do Valongo como principal ponto de comércio de escravos consolidou-se após escavações arqueológicas realizadas a partir de 2011 identificarem vestígios do cais.

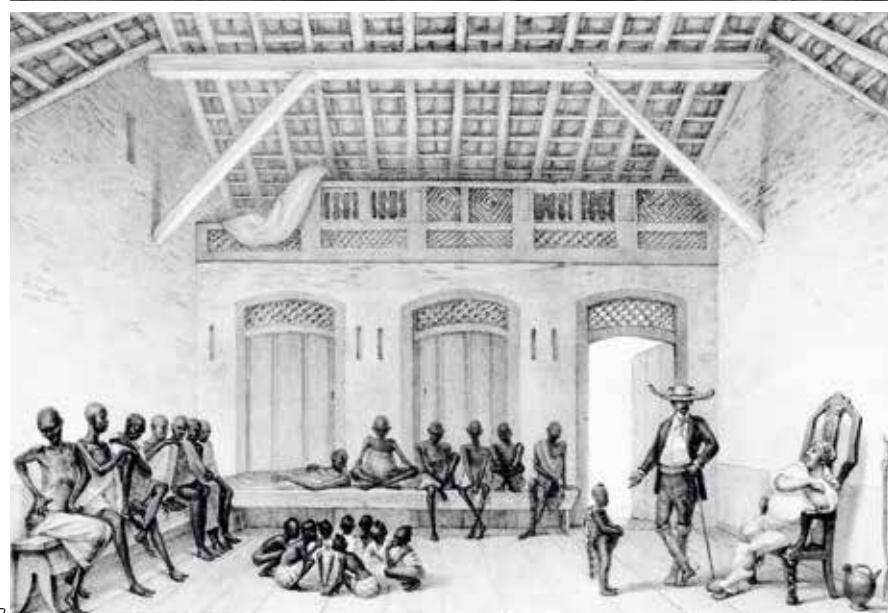
De acordo com os dados levantados na pesquisa atual, a ideia de que o Valongo era também o local de chegada dos afri-

canos ao Rio ganhou corpo a partir da publicação em 2005 do livro *De costa a costa – Escravos, marinheiros e intermediários do tráfico negreiro de Angola ao Rio de Janeiro (1780-1860)*, do historiador Jaime Rodrigues, editado pela Companhia das Letras. Na obra, Rodrigues afirma, possivelmente influenciado por um trabalho dos anos 1980, que o cais do Valongo “foi o local por onde os africanos legalmente importados desembarcaram no Rio de Janeiro” entre 1780 e 1831.

Antes do grupo de Lessa, outros historiadores já haviam identificado o desembarque inicial dos africanos na alfândega, localizada no que então era o distrito comercial da cidade – o prédio não existe mais, mas ficava nas redondezas da atual rua 1º de março, próximo a onde hoje está o Centro Cultural Banco do Brasil. Em 2000, na obra *A vida dos escravos no Rio de Janeiro*, também da Companhia das Letras, a historiadora norte-americana Mary Karasch já dizia que, antes de 1824, os navios negreiros entravam livremente no porto para descarregar no centro do Rio e, depois de ancorar e “passar por formalidades oficiais, as tripulações dos navios tinham permissão para transferir os africanos para barcaças a remo menores e levá-los para a alfândega”. Não havia, porém, mais detalhes.

Durante o doutorado, orientado por Lessa e coorientado por Claudia Rodrigues Carvalho, também do PPGArq, Reinaldo Tavares encontrou na Biblioteca Nacional e no Arquivo Geral da Cidade documentos oficiais que permitiram conhecer os pormenores do desembarque inicial na alfândega e a posterior transferência para a região do Valongo. A mais antiga a registrar a passagem pela alfândega é uma carta de 1752 de dom José I (1714-1777), rei de Portugal, endereçada a Antônio Almeida Soares Portugal (1699-1760), o primeiro marquês de Lavradio, governador e capitão-geral da província, ordenando que apurasse uma queixa de oficiais da Câmara da cidade reclamando do trânsito de africanos escravizados pela alfândega.

O desembarque inicial na aduana é confirmado por uma carta de 1762 do Senado ao rei, relatando reclamações dos comerciantes de escravos por causa do prazo mínimo de oito dias que tinham de aguardar após a chegada dos cativos até poder negociá-los. A informação apresentada nesses documentos é reforçada pelos relatos do pintor e viajante alemão



Johann Moritz Rugendas (1802-1858), que esteve no Brasil entre 1822 e 1825, e apresentou os trâmites da chegada dos africanos ao Rio no livro *Viagem pitoresca através do Brasil* e na pintura *Débarquement* (desembarque).

**D**ocumentos do início do século XIX ajudaram os pesquisadores a reconstituir os trajetos que os africanos recém-chegados provavelmente seguiam depois da passagem pela aduana. Em 1774, dom Luís de Almeida Portugal Soares de Alarcão d'Eça e Melo Silva Mascarenhas (1729-1790), vice-rei do Brasil e segundo marquês de Lavradio, conseguiu transferir o mercado de escravos das proximidades da alfândega para uma região um pouco mais afastada, ocupada por chácaras e vilas de pescadores: o Valongo, a cerca de 1,5

quilômetro (km) a oeste do centro. Uma carta de 1808 do desembargador Paulo Fernandes Viana (1758-1821), intendente-geral de polícia da Corte, proibiu o trânsito a pé dos africanos escravizados entre a alfândega e o Valongo. Esse transporte teria de ser feito por mar, com a permanência dos doentes na Ilha das Enxadas ou na Ilha de Bom Jesus para um período de quarentena, antes da construção de um lazareto no próprio Valongo. “Com a ida do comércio de escravos para Valongo, a região cresceu e os traficantes se mudaram para lá, mantendo os cativos no andar térreo de suas residências”, conta Lessa.

De acordo com os documentos levantados durante a pesquisa, desse período até a proibição legal da importação de escravos, em 1831, quando chegaram entre 500 mil e 700 mil africanos escravizados ao Rio, o desembarque final dos cativos – tecnicamente chamado de descarga – ocorria

Em *Débarquement*, Rugendas retrata o desembarque de africanos na alfândega do Rio de Janeiro após a travessia do Atlântico

Abaixo, *Boutique de la rue du Val-Longo*, do pintor francês Jean-Baptiste Debret, mostra um armazém de negros escravizados no mercado do Valongo

nas praias próximas ao morro da Saúde, a 1 km de distância a oeste do local em que os africanos eram depois comercializados nos armazéns do Valongo. Após a construção do lazareto, em 1811, os cativos passaram a ser descarregados principalmente por trás do morro da Saúde. “A análise e a interpretação de fontes escritas primárias, em sua maioria inéditas, nos permitiram discutir a entrada, o desembarque e a descarga dos africanos cativos no Rio de Janeiro a partir de uma nova perspectiva histórica”, escrevem os pesquisadores no artigo da *Latin American Antiquity*. Como resultado, afirmam, a teoria que reconhece o protagonismo do cais do Valongo nesse processo, até então apontado como local de “desembarque” obrigatório das arqueações negreiras, não encontra respaldo nos documentos consultados. “O Valongo não foi o local de chegada, mas o ponto de distribuição dos cativos para outros cais na baía de Guanabara, antes de seguirem para o interior”, explica Lessa.

“Esse trabalho é um belo esforço de documentação das práticas do período e permite compreender melhor como foi a logística da chegada e como a escravidão modulou o espaço urbano no Rio”, comenta o historiador Rafael Marquese, da Universidade de São Paulo (USP), estudioso da escravidão negra nas Américas.

Andrea Lessa reforça que as conclusões da tese de Tavares não diminuem a importância histórica e simbólica do cais do Valongo para os afrodescendentes. “Aquele local foi o epicentro do comércio negreiro nas Américas por um longo período”, afirma a arqueóloga, autora de escavações que, em 2017 e 2018, identificaram as condições também abjetas em que eram sepultados os corpos dos africanos recém-chegados que morriam: empilhados e mal cobertos por terra, eram queimados para conter o mau cheiro e otimizar o espaço. ■

#### Artigo científico

TAVARES, R. B. et al. Da alfândega ao Valongo: A entrada dos cativos africanos no Rio de Janeiro no século dezenove sob uma nova perspectiva historiográfica. *Latin American Antiquity*. v. 31, n. 2, p. 342-59. 2020.

# Percursos da democracia republicana no Brasil

Samuel Barbosa

Nada mais oportuno do que um livro sobre as ideias e experiências democráticas no Brasil quando, “mais uma vez, a democracia está em perigo”. É o trabalho que realiza Newton Bignotto, importante pesquisador de história do pensamento político e do republicanismo, em *O Brasil à procura da democracia: Da proclamação da República ao século XXI (1889-2018)*. O livro reflete sobre a tormentosa conjuntura atual, mas esse é apenas o ponto de chegada de um estudo dos percursos da democracia ao longo do período republicano.

Democracia em um país tão desigual, que não saldou injustiças históricas, cujo regime político oscilou entre arranjos oligárquicos e ditaduras, com Constituições de fachada? – poderia desconfiar de partida o leitor. A despeito do peso da herança colonial e da escravidão, do sem-número de obstáculos para uma democracia estável e plena, o notável trabalho do autor é revelar uma complexa história da democracia que merece ser refletida.

Para tanto, não adota um padrão ideal de democracia, o que redundaria em comprovar o fracasso da sua realização entre nós. Igual sorte seria continuar com o dilema liberalismo ou autoritarismo. O liberalismo pôde se alinhar com a monarquia, oligarquia e ditadura. Além disso, os termos do debate liberal são restritos demais, impossibilitando encontrar veios do debate democrático e de seu exercício. A bússola não é o liberalismo, mas a democracia republicana, que aponta para as questões sobre igualdade de condições, a constituição da comunidade, as demandas de autodeterminação e governo do povo, e para a perene presença do conflito e dos canais para sua deliberação.

Uma premissa central é que a democracia é a forma política da República em nossa época. A ideia de democracia dá inteligibilidade ao debate político e ao curso dos acontecimentos. Houve um debate extenso, rico e original que pode ser lido como respostas aos tópicos acima. A lente do republicanismo permite enxergar formas de participação política que não se dirigem aos canais oficiais.

Uma tese importante é a de momentos entrópicos dos regimes políticos, quando os procedimentos não estabilizam e os conflitos devoram as instituições. Esses momentos, que não foram

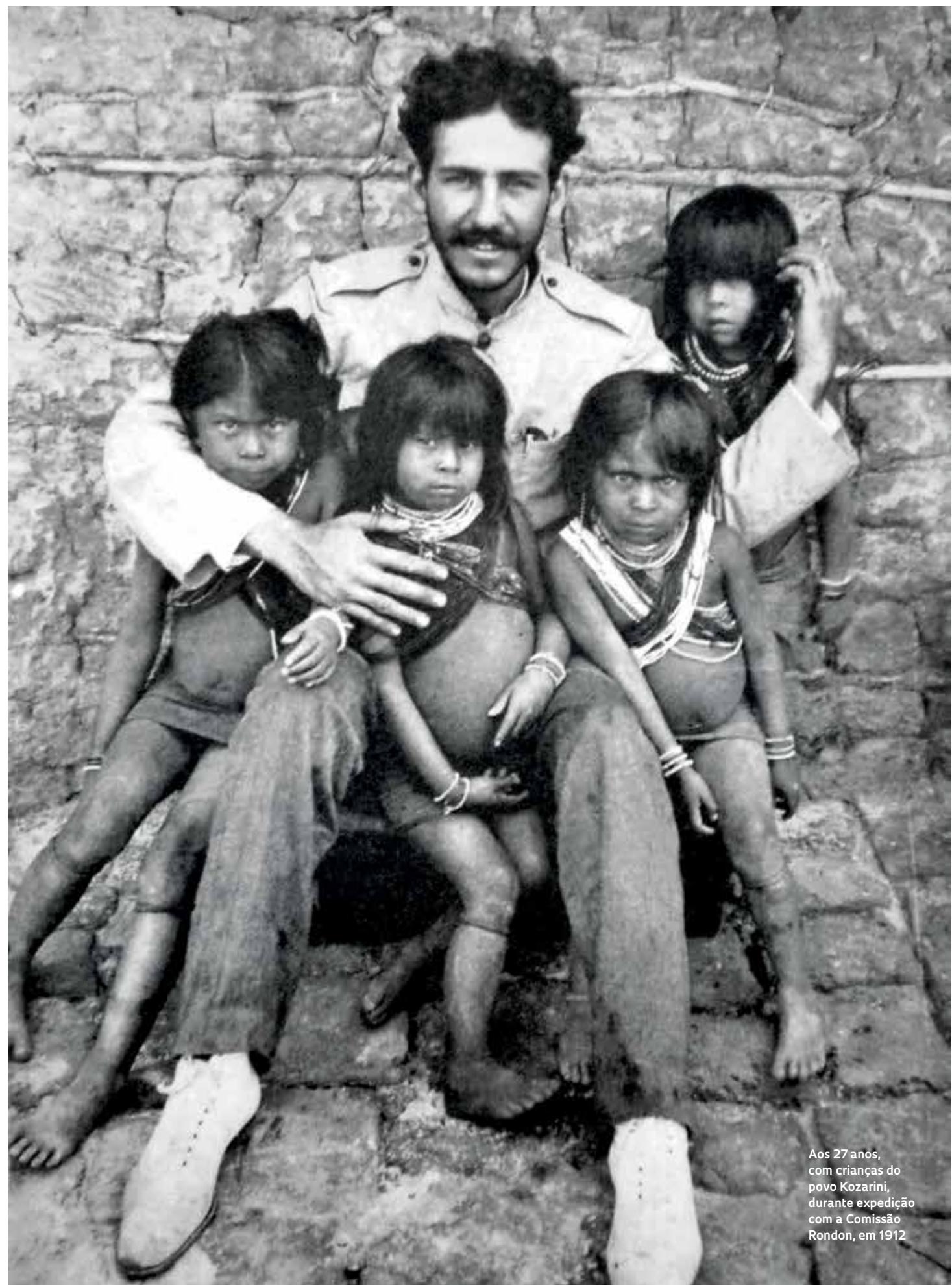
raros em nossa República, também são inteligíveis a partir da ideia democrática. O adiamento em reduzir as desigualdades sociais e o esforço para bloquear a participação popular levam à ruína qualquer arranjo político duradouro.

O livro se divide em quatro capítulos: inicia com a Primeira República (1889-1930), passa à Era Vargas e a Segunda República (1930-1964), o terceiro vai da ditadura ao fim do governo Lula (1964-2010), o último sobre da eleição de Dilma à de Bolsonaro (2010-2018). Cada capítulo traz o debate da ideia democrática em interação com a história da conjuntura. Bignotto põe à prova a força da chave republicana para revisitar autores do pensamento social brasileiro, seguido pelo debate entre historiadores, filósofos, juristas e cientistas sociais. É revelador ler em paralelo os ensaístas e publicistas de um lado, e os intelectuais e pesquisadores oriundos da universidade, de outro.

Se o leitor começar pelo último capítulo, vai encontrar os acontecimentos da última década, que têm como epicentro as revoltas de junho de 2013, com significado e efeitos em aberto. Bignotto resgata do republicanismo uma chave de leitura para interpretar o período: a ideia de “guerra de facções”. A dimensão conflituosa que caracteriza os regimes democráticos se revelou nos protestos de 2013 com uma diversidade de pautas legítimas, mas ao mesmo tempo também se abriu a brecha para facções movidas por paixões ideológicas ou por interesses particulares que dividiram a sociedade e colonizaram instituições do Estado. Os mecanismos para processar os conflitos funcionam mal, a Constituição é interpretada ao sabor das facções. O diagnóstico geral é o de que atingimos um novo patamar de degradação da vida democrática. Apesar do risco de colapso da democracia estar na ordem do dia, Bignotto não arrisca um prognóstico. Ressalta a abertura e a indeterminação do processo em curso. Seja como for, o livro permite colocar em perspectiva o tempo presente por uma visada do republicanismo democrático.



**O Brasil à procura da democracia:  
Da proclamação da  
República ao século XXI  
(1889-2018)**  
Newton Bignotto  
Bazar do Tempo  
264 páginas  
R\$ 46,40



Aos 27 anos,  
com crianças do  
povo Kozarini,  
durante expedição  
com a Comissão  
Rondon, em 1912

# Médico, antropólogo e radialista

Inquieto e inventivo, Edgard Roquette-Pinto participou de movimentos antirracistas e da implantação do rádio no país

Bruno de Pierro

**E**m uma “crônica de saudades”, publicada em 1961 no jornal *Correio da Manhã*, o poeta mineiro Carlos Drummond de Andrade (1902-1987) descreveu o amigo Edgard Roquette-Pinto (1884-1954) como um homem que “amava sua terra e queria servir ao seu povo”. A homenagem reconhecia o empenho do intelectual carioca na criação, em 1923, da Rádio Sociedade, a primeira emissora do país, mais tarde transferida ao **Ministério da Educação sob o nome de Rádio MEC**. Entretanto, décadas antes de se consagrar como um dos pioneiros da radiodifusão no Brasil, Roquette-Pinto trabalhou com pesquisa científica, transitando entre áreas como medicina, antropologia e museologia. Contribuiu para o estudo sobre culturas indígenas e para o estabelecimento do audiovisual como ferramenta de divulgação de ciência.

Os trabalhos publicados por ele no início do século XX revelam um perfil multifacetado como cientista, nas palavras do jornalista Cláudio Bojunga, neto e biógrafo de Roquette-Pinto: “Meu avô tinha uma personalidade marcada ao mesmo tempo pela versatilidade e profundidade”. Esse traço, diz Bojunga, explica a trajetória eclética desde os tempos de estudante na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro (hoje unidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro). Seu trabalho de con-

clusão de curso versa sobre práticas de medicina indígena.

“É surpreendente imaginar que um médico, com toda a distinção atribuída à sua função, tenha se disposto a investigar tais técnicas de cura, equiparando ao *status* médico tais procedimentos caracterizados, na época, como primitivos”, diz a antropóloga Rita de Cássia Melo Santos, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). “Embora não tenha abdicado dessa caracterização, Roquette-Pinto construiu sobre essas populações uma alteridade relativa, reconhecendo

estágios evolutivos das funções médicas de rituais indígenas”, explica Santos, autora do livro *No coração do Brasil: A expedição de Roquette-Pinto à serra do Norte* (Museu Nacional, 2020).

O interesse pela antropologia surgiu durante as aulas de fisiologia do médico **Augusto Brant Paes Leme (1862-1943)**. “Parte das aulas abordava temas antropológicos, mais especificamente o estudo das raças humanas”, observa Santos. Até as primeiras décadas do século XX, a antropologia era muito diferente de hoje. “Tratava-se de uma disciplina irmã da



“medicina”, comenta o historiador Vanderlei Sebastião de Souza, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro), no Paraná. “Os estudos nessa área eram feitos principalmente por médicos, biólogos e naturalistas. Praticava-se, na época, uma antropologia física, dedicada a investigar o processo evolutivo humano e fortemente marcada por noções de determinismo racial”, diz Souza, estudioso da obra de Roquette-Pinto.

**E**m 1905, recém-formado, o jovem médico ingressou como assistente concursado na Seção de Antropologia, Etnologia e Arqueologia do Museu Nacional, no Rio de Janeiro. Permaneceu na instituição por três décadas e ocupou o cargo de diretor entre 1926 e 1935. Foi durante os primeiros anos no museu que Roquette-Pinto tomou gosto pelas expedições etnográficas.

O primeiro trabalho de campo foi no litoral do Rio Grande do Sul, investigando sambaquis – grandes acúmulos de conchas, ossos de animais e outros vestígios arqueológicos. Ao chegar aos sambaquis, Roquette-Pinto foi surpreendido pela destruição de quase todas as jazidas que deveria pesquisar. “Ele compensou a ausência do objeto de estudo fazendo uma descrição daquele território”, diz Santos.



Roquette-Pinto durante locução (acima) e com os pioneiros da Rádio Sociedade, em 1924 (no centro, de bengala)

O relato foi considerado pelo antropólogo Luís de Castro Faria (1913-2004) um trabalho etnográfico “de admirável sabor literário”, por retratar com minúcia não só paisagens, mas condições de navegação nos rios, formas de construção das casas e técnicas de pesca artesanal.

As anotações decorrentes dessa expedição forneciam pistas sobre o modo como Roquette-Pinto atuaria na antropologia. No âmbito da antropologia física, o principal interesse dos estudiosos daquela época era investigar características antropométricas de “povos primitivos”, afastados da “civilização”. Ossos e crânios eram medidos a fim de entender diferenças entre as raças humanas.

“Nesse período, raça era tido como um conceito biológico válido para humanos e se considerava que elas se diferenciavam a partir de aspectos físicos e mentais. Os cruzamentos entre indivíduos de raças distintas eram tidos como danosos”, explica o antropólogo Ricardo Ventura Santos, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e do Museu Nacional, no Rio de Janeiro. Segundo essa visão, miscigenação significava degeneração.

Ainda que a obra antropológica de Roquette-Pinto tenha sido, em alguma medida, influenciada por essa perspectiva biológica, ele se distanciou de teorias racistas que haviam sido difundidas por naturalistas como o francês Arthur de Gobineau (1816-1882).

É no livro *Rondônia: Antropologia-ethnografia* (1917), considerado seu principal trabalho científico, que o pesquisador imprime uma concepção contrária ao determinismo racial extremo presente na antropologia brasileira. “Em vários momentos da obra, ele se refere à antropologia como empreitada para compreender questões mais profundas ligadas à experiência humana”, diz Ventura.

*Rondônia* é fruto da participação de Roquette-Pinto na Comissão Rondon, em 1912. Das expedições organizadas pelo marechal Cândido Rondon (1865-1958), participavam botânicos, zoólogos e outros cientistas, que estudavam a fauna e a flora dos locais percorridos e faziam pesquisas etnográficas da cultura material de grupos indígenas. No livro, a ideia de raça está presente, mas não se restringe à perspectiva biológica. “Roquette-Pinto também levou em conta aspectos sociais, hábitos e costumes de povos como os Nambiquara, em Mato Grosso”, salienta Ventura. “Ele defendia que, junto com os atributos biológicos, a dimensão social ajudava a compreender melhor as capacidades e potencialidades de uma raça.”

Seguindo essa lógica, Roquette-Pinto não aceitava a ideia de que os males do Brasil seriam consequência da mistura de raças, diz Souza: “Ele se contrapôs ao determinismo biológico presente nos círculos intelectuais no início do século XX”. A miscigenação de raças e a presença de indígenas e africanos na formação do Brasil, portanto, não interferiam no desenvolvimento do país. “A causa do atraso brasileiro”, dizia ele, “era a falta de políticas públicas em áreas como saneamento, habitação, saúde e educação”. Souza lembra da célebre frase de Roquette-Pinto: “O problema do Brasil é a doença, não a raça”.

#### CONTATO COM A EUGENIA

Em 1929, Roquette-Pinto publicou *Nota sobre os tipos antropológicos*, em que defende que nenhum dos tipos da população “brasiliiana” – termo que preferia, em vez de “brasileira” – apresentava qualquer estigma de degeneração antropológica. A partir daí, torna-se figura central nas discussões sobre migração, colocando-se contrário a políticas de





O antropólogo (segundo da esq. para a dir.) recebeu Albert Einstein (de terno claro) no Museu Nacional, em 1925

pesquisador convenceu a ABC a comprar equipamentos para montar a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro”, explica Moraes. Fundada em 1923, a emissora tinha programas de literatura, música clássica e ciência.

Um ano antes, durante as exposições de comemoração do Centenário da Independência, no Rio, ele conheceu um americano que lhe apresentou a tecnologia do rádio. Havia um espaço cheio de bugigangas na casa de Roquette-Pinto. Lá, conseguiu criar uma precária estação de rádio experimental para saber como uma emissora funcionava na prática.

Anos depois, em 1932, o antropólogo integrou o Movimento de Renovação Educacional do Brasil e assinou, com outros 26 intelectuais, o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova. Redigido pelo educador Fernando de Azevedo (1894-1974), o documento defendia a bandeira da escola pública, obrigatória e gratuita. Um decreto promulgado naquele ano pelo então presidente Getúlio Vargas (1882-1954) previa a criação de um órgão voltado para o cinema educativo. “Foi baseado nessa política que Roquette-Pinto elaborou o projeto que resultou na criação do Instituto Nacional de Cinema Educativo, o Ince, em 1936”, conta Moraes.

Sob a tutela do Ince foram produzidos mais de 400 filmes educativos, dos quais 357 dirigidos pelo cineasta mineiro Humberto Mauro (1897-1983). “Não havia assunto que não virassem filme: folclore, serviço de esgoto, astronomia, tuberculose, tecnologias da saúde e por aí vai”, diz Moraes. O antropólogo esteve à frente do Ince entre 1937 e 1947 (ver Pesquisa FAPESP nº 271).

Em 1936, Roquette-Pinto devolveu a concessão da Rádio Sociedade para o governo federal, devido a dificuldades financeiras para mantê-la. O antropólogo fez o pedido ao ministro da Educação Gustavo Capanema (1900-1985), que convenceu Vargas a aceitar a rádio, rebatizada de Rádio MEC. De acordo com o amigo Carlos Drummond de Andrade, na cerimônia que oficializou a entrega, Roquette-Pinto teria dito a Capanema: “Entrego esta rádio com a mesma emoção com que se casa uma filha”. ■

imigração de europeus com o propósito de embranquecer o Brasil.

O trabalho foi apresentado no I Congresso Brasileiro de Eugenia, no Rio de Janeiro, presidido por ele. O conceito de eugenia propõe que há raças ou indivíduos superiores a outros, com base em princípios da hereditariedade. “À primeira vista, parece uma ambiguidade de participar de um encontro sobre esse tema”, reconhece Souza. “Contudo, ele simpatizava com a eugenia, crendo na possibilidade de aperfeiçoamento do ser humano, independentemente da raça.”

A eugenia defendida por Roquette-Pinto era influenciada pela redescoberta, em 1900, dos trabalhos publicados pelo monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884), em 1865. Pesquisadores de várias partes do mundo se voltaram para estudos sobre hereditariedade e variabilidade genética em espécies animais e vegetais. Eugenistas mais radicais se apropriaram dos estudos de Mendel e passaram a defender que seria possível promover o melhoramento do ser humano incentivando a reprodução de casais supostamente mais saudáveis, pontua Souza. Roquette-Pinto deixou de escrever sobre eugenia quando percebeu o avanço de uma vertente mais radical, que compartilhava ideias racistas e higienistas, liderada pelo médico paulista Renato Kehl (1889-1974), que fundou a Sociedade Eugênica de São Paulo.

“Roquette-Pinto estava a par do surgimento de uma antropologia antirracista nos Estados Unidos e na Europa”, conta Rita Santos, da UFPB. O brasileiro tinha

afinidade com o antropólogo teuto-americano Franz Boas (1858-1942), com quem compartilhava a crítica ao determinismo racial. Já o antropólogo francês Claude Lévi-Strauss (1908-2009) declarou que seu interesse pelos povos tradicionais da Amazônia surgiu depois de ler *Rondônia*. Em *Tristes trópicos*, de 1955, Lévi-Strauss faz referência ao “charmoso livro do falecido Roquette-Pinto”.

Aimersão na antropologia não o afastou completamente da medicina. “Ele deu aulas na Faculdade de Medicina e lecionou história natural na Escola Normal do Distrito Federal, que na época era no Rio”, conta Ventura. Na década de 1920, ministrou um curso de fisiologia na Universidade Nacional, em Assunção, no Paraguai.

Foi a experiência na Comissão Rondon que despertou em Roquette-Pinto a paixão pelo cinema educativo e a radiodifusão. Durante a expedição de 1912, o antropólogo fez registros fotográficos e de áudio dos Nambiquara. “Ele era muito interessado em tecnologia, vendo nela uma aliada para a arquivologia e a difusão do conhecimento, e, por isso, montou a filmoteca do Museu Nacional”, diz a cientista da informação Alice Ferry de Moraes, pesquisadora da Fiocruz.

Em 1916, o antropólogo integrou o grupo de 27 cientistas fundadores da Academia Brasileira de Ciências (ABC), que a partir da década de 1920 passou a apoiar iniciativas de educação científica. “Foi com esse pano de fundo que o



## Bem-estar público

Sanitaristas respondem pela criação e implementação de ações destinadas a assegurar a saúde coletiva

**P**reparados para lidar com questões políticas e sociais que envolvem a coletividade no campo da saúde, sanitaristas reúnem conhecimentos essenciais para a compreensão dos processos de promoção, proteção e recuperação da saúde da população. Habilidos em cursos de bacharelado ou de pós-graduação em saúde pública ou coletiva, costumam ser profissionais com perfil interdisciplinar, baseando-se em conhecimentos das ciências biológicas, humanas e ambientais, além de epidemiologia.

Como a pandemia da Covid-19 e o esforço em torno do desenvolvimento de vacinas para a doença tornaram explícito no último ano, a saúde pública consiste no conjunto de medidas e intervenções executadas pelo Estado que visam garantir o bem-estar físico, mental e social da população. “A formação generalista e humanista faz com que os sanitaristas compreendam a saúde não apenas como ausência da doença, mas como bem público e universal”, explica Marília Louvison, coordenadora da

comissão coordenadora do curso de bacharelado em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP).

Iniciado em 2012, na instituição o curso tem duração de quatro anos. Os estágios obrigatórios, que podem ser cumpridos em serviços da rede estadual e municipal de saúde, bem como em organizações não governamentais (ONGs), são realizados no último semestre. “Muitas pessoas têm a ideia errônea de que os profissionais da saúde pública são apenas os que fazem especialização, mas hoje essa formação pode ocorrer na USP já na graduação. Ela se desenvolve de maneira mais ampla e envolve conhecimentos sobre epidemiologia, organização e gestão de sistemas de saúde, o que pode contribuir muito em um momento de pandemia como o que estamos vivendo”, informa Louvison.

Além de ofertar programas de pós-graduação, há mais de uma década o Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Iesc-UFRJ) mantém

bacharelado na área. “A graduação tem a proposta de formar profissionais que tenham contato com todos os temas da saúde coletiva”, explica a coordenadora do curso, Amanda de Moura Souza. “Já a pós-graduação permite que profissionais de distintos campos do conhecimento se especializem em temas da saúde pública utilizando suas experiências anteriores.”

Compõem a matriz curricular disciplinas que abarcam atividades integradas em saúde coletiva e possibilitam, desde o primeiro período, visitas a instituições, serviços de saúde e ONGs da área, servindo como estágio nos dois últimos períodos do curso. “O objetivo é que os estudantes conheçam as hierarquias e estruturas dos serviços e comprehendam melhor a realidade de saúde da população”, afirma Souza.

Reconhecidos pelo aspecto multidisciplinar, até 2009, ano em que surgiram os primeiros bacharelados em saúde pública, os cursos de pós-graduação eram os únicos responsáveis pela formação de sanitaristas no país. “Além de

## Áreas de atuação

**Gestão:** Tomada de decisões, compra de equipamentos e contratação de profissionais em instituições públicas ou privadas

**Políticas públicas:** Criação e implementação de ações que resultem na melhoria da saúde de pessoas e comunidades

**Pesquisa:** Produção científica em universidades ou em laboratórios da indústria farmacêutica, por exemplo

**Docência:** Formação de profissionais em cursos técnicos, graduação ou pós-graduação na área da saúde

**Vigilância em saúde:** Vigilância epidemiológica, fiscalização de serviços de saúde, controle de produtos e serviços, e avaliação de riscos à saúde da população

FONTE PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSO DE ESCOLAS DE SAÚDE PÚBLICA

da USP. Além de conhecimento sobre doenças endêmicas dos trópicos, sanitaristas precisam compreender as condições estruturais que propiciam sua ocorrência e dizem respeito às fragilidades econômicas e sociais que são características das populações em situação de vulnerabilidade.

Apesar de ser próximo, o conceito de saúde coletiva não equivale ao de saúde pública, tal como tradicionalmente entendido. A denominação saúde coletiva começou a ser utilizada com o movimento de reforma sanitária, surgido no país na década de 1970. A partir de então, passaram a ser consideradas relevantes para a saúde pública também as condições sociais e econômicas determinantes das variadas oportunidades de acesso das populações aos serviços de saúde.

“O termo saúde coletiva surgiu no Brasil com a intenção de dar maior amplitude ao campo da saúde pública, que passa a ser vista não apenas a partir de questões preventivas, considerando também as diferentes configurações sociais na formulação de políticas”, define Souza. A atualização do conceito consolidou-se com a 8ª Conferência Nacional de Saúde, realizada em 1986, em Brasília, cujas propostas resultaram na descentralização e universalidade do direito à saúde, tornada oficial com a Constituição Federal de 1988 e a criação do SUS.

A compreensão da saúde como direito fundamental de todo e qualquer ser humano também está relacionada à defesa da equidade no atendimento. “Tratar da mesma forma populações que se encontram em situações muito disparecidas é uma forma de aprofundar as desigualdades”, afirma Edna Maria de Araújo, do programa de mestrado profissional em saúde da população negra e indígena da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e da pós-graduação em saúde coletiva da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs).

Ao lembrar que as populações negra e indígena durante muito tempo foram privadas do acesso pleno à cidadania, Araújo destaca a importância de se formular políticas públicas que ampliem o acesso desses grupos ao sistema de saúde. Tais concepções estão

descritas na Política Nacional de Saúde Integral da População Negra (PNSIPN), instituída em 2009, no âmbito do Ministério da Saúde. Já a Política Nacional de Atenção à Saúde dos Povos Indígenas, regulamentada em 1999, reconhece as especificidades étnicas e culturais para garantir aos povos indígenas o acesso à atenção integral à saúde.

### ESCOLAS EM REDE

Buscando criar um espaço de diálogo permanente, a Rede Brasileira de Escolas de Saúde Pública (RedEscola) é composta por 55 instituições formadoras, entre escolas municipais, estaduais, universidades e centros de pesquisa. “A ideia é compartilhar experiências e refletir sobre temas importantes como o reconhecimento da diversidade e promoção da gestão democrática como valores essenciais na formação dos sanitaristas”, afirma Rosa Maria Pinheiro Souza, coordenadora da secretaria técnica e executiva da Rede, sediada na Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP), no Rio de Janeiro.

Egresso da primeira turma de graduação em saúde pública da FSP-USP, Víctor Chiavegato começou a se interessar pela área a partir de um curso técnico em saneamento e controle ambiental realizado simultaneamente com o ensino médio. “Optei pela graduação em saúde pública pela possibilidade de utilizar os conhecimentos prévios que obtive com a formação técnica”, afirma.

Após estágio na área de planejamento e monitoramento de dados epidemiológicos da Secretaria de Saúde de Jundiaí, no interior de São Paulo, foi efetivado como coordenador de planejamento. Hoje responde pela superintendência de dois hospitais de campanha, voltados para o atendimento de pacientes com Covid-19, em Santo André. A administração dos 400 leitos presentes nas duas unidades depende do diálogo constante com médicos, enfermeiros, psicólogos e assistentes sociais, observa Chiavegato. “A formação em saúde pública é essencial para supervisionar e direcionar o trabalho de todos esses profissionais.” ■ Sidnei Santos de Oliveira

profissionais da área da saúde, com o passar dos anos a pós-graduação em saúde pública passou a ser procurada também por pedagogos, advogados, economistas, geógrafos e até cientistas da computação”, explica Carmem Leitão, coordenadora do programa de Pós-graduação em Saúde Pública da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Definida como a área do conhecimento que estuda a distribuição de doenças, tanto infecciosas e parasitárias quanto crônicas não transmissíveis, a epidemiologia tem em seu escopo os determinantes sociais e ambientais que produzem tais doenças. “A Vigilância Epidemiológica, prática de atuação da epidemiologia nos serviços de saúde, ao buscar identificar os modos de transmissão das doenças infecciosas e propor medidas de controle e prevenção, tem tido destaque com o surgimento de doenças como a zika, chikungunya e, mais recentemente, a Covid-19”, observa Gerusa Maria Figueiredo, professora da Faculdade de Medicina e do Instituto de Medicina Tropical, ambos



Alan Alves Brito:  
ciência para combater  
preconceitos

PERFIL

## Brilho das estrelas

Cientista utiliza conceitos da astronomia para discutir questões étnico-raciais e de gênero

Movido desde a infância pelo desejo de conhecer a formação do Universo, foi observando o céu que o pesquisador Alan Alves Brito encontrou o caminho que o levaria a se especializar no campo da astrofísica estelar, ramo da astronomia que estuda a constituição dos astros por intermédio da física e da química. “A abundância dos diferentes elementos químicos nas atmosferas das estrelas permite o entendimento sobre como elas se formaram”, explica Brito, do Departamento de Astronomia do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF-UFRGS) e diretor do observatório astronômico da universidade.

Nascido em Vitória da Conquista, na Bahia, Brito passou grande parte de sua vida em Feira de Santana. Integrante da primeira turma do bacharelado em física da Universidade Estadual de Feira de Santana (Uefs), iniciada em 1997, recebeu com entusiasmo a notícia de que, no ano seguinte, os astrônomos Vera Aparecida Fernandes Martin e Paulo César da Rocha Poppe, ambos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências

Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), passariam a integrar o quadro docente do curso. “Encontrei na física uma maneira de me aproximar da astronomia, uma vez que não havia essa graduação em minha cidade”, recorda Brito, que pôde desenvolver projeto de iniciação científica no campo da astronomia a partir da chegada dos professores paulistas.

Mais tarde, nos programas de mestrado e doutorado, aprofundou-se na determinação dos elementos químicos que compõem a atmosfera de estrelas localizadas na parte central da galáxia, conhecida como bojo. Durante os estudos de pós-doutorado, realizados em duas temporadas na Austrália e no Chile, expandiu suas pesquisas para os aglomerados globulares extragaláticos.

Engajado na discussão sobre o racismo historicamente estruturado no país, Brito utiliza a astrofísica como ponto de partida para que seus alunos possam refletir sobre a disparidade existente entre negros e brancos, homens e mulheres na ciência. “Além de mostrar que a astrofísica não é algo

distante de nossas vidas, procuro utilizá-la para que as pessoas entendam seu próprio contexto.”

Desde 2017 o astrofísico integra o projeto Akotirene Kilombo Ciência, realizado com meninas e meninos negros de uma escola da comunidade quilombola Morada da Paz, na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. O objetivo é integrar a física, a astronomia e as ciências da natureza com o que acontece dentro do quilombo. “Construímos um laboratório, compramos livros de ciências, telescópio e fazemos observações. Lá também recebemos crianças de comunidades indígenas e de outros grupos quilombolas e escolas da região”, explica. Nos encontros, que envolvem palestras, rodas de conversa e discussões sobre a tabela periódica, o pesquisador evidencia o papel da ciência e da educação no combate ao preconceito e na busca pela equidade racial.

Brito é autor do livro *Antônia e a caça ao tesouro cósmico* (Appris, 2020), que discute conceitos da educação em ciências na adolescência e educação básica. “A obra conta a história de uma menina apaixonada por astronomia, aluna de uma escola pública no interior do Brasil”, resume. Em 2019, o pesquisador também lançou, pela mesma editora, *Astrofísica para a educação básica: A origem dos elementos químicos no Universo*. ■ S.S.O.

# NÃO APENAS ESCREVEMOS SOBRE MEIO AMBIENTE: PESQUISA FAPESP FAZ A SUA PARTE

Desde 2016, a revista é impressa em papel certificado pelo Forest Stewardship Council (FSC), que garante a proveniência de florestas manejadas de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável

A tinta da impressão é ecológica, do selo Huber Green, o que significa que é produzida com matérias-primas renováveis e biodegradáveis

Em 2019, a embalagem que envolve os exemplares dos assinantes passou a ser de plástico 100% reciclado

Faça sua parte: após a leitura, circule a revista para outras pessoas

**Pesquisa**  
FAPESP ▾

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

**CAMPANHA CONTRA A COVID-19**

**#Vacinajá**

NOME	<i>Rubens da Silva</i>	
1ª DOSE	2ª DOSE	
UNIDADE	UNIDADE	
CNES	CNES	
DATA:	DATA: ____ / ____ / ____	
LOTE	LOTE	
FABRICANTE	FABRICANTE	
VACINADOR	VACINADOR	
REG. PROF.	REG. PROF.	

COMPROVANTE DE VACINAÇÃO

**VACIVIDA**