WWW.REVISTAPESQUISA.FAPESP.BR

Pesquisa FAPESP

AGOSTO DE 2020 | ANO 21, N. 294

AS DORES EMOCIONAIS NA PANDEMIA

Mudanças radicais na rotina, temor de adoecer e crise econômica provocam sofrimento psicológico e transtornos mentais

Países aumentam gastos contra a Covid-19, mas investem de forma desigual em ciência

Sítio mexicano sugere que povoamento das Américas teria começado há 30 mil anos

Atraso do saneamento no Brasil prejudica a saúde e contraria a racionalidade econômica

Cientista da computação mineiro Nivio Ziviani montou cinco startups e vendeu uma ao Google

Médicos e poder público agiram com rapidez contra a peste bubônica em Santos em 1899

Pesquisa FAPESP

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

Desde 2012, mais de 222 vídeos foram produzidos com base em reportagens de **Pesquisa FAPESP**

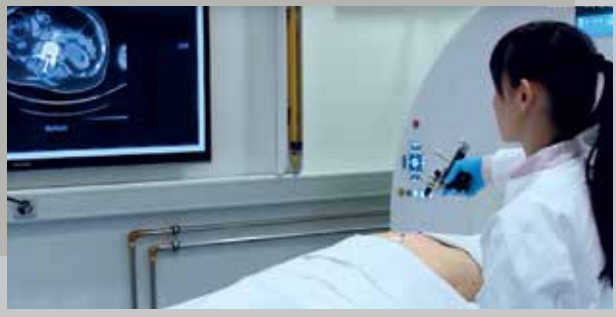
Disponibilizados quinzenalmente, sempre às segundas-feiras

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

Inscreva-se no canal e receba os avisos

CONHEÇA OS BIOTECIDOS, ALTERNATIVAS ÀS FIBRAS ANIMAIS E VEGETAIS

O PIGMENTO AZUL NATURAL QUE É DERIVADO DA BETERRABA



OS EFEITOS DO COVID-19 NO CORPO

ESSES PAPAGAIOS USAM PROBABILIDADE PARA CONSEGUIR COMIDA

Compartilhe conhecimento. Acompanhe!

revistapesquisa.fapesp.br | Pesquisa Fapesp

Sua pesquisa rende fotos bonitas? Mande para **imagempesquisa@fapesp.br**
Seu trabalho poderá ser publicado na revista.

EDGAR KANAYKÕ XAKRIABÁ / CNPQ

Lentes para ver por dentro

Com o nome *Iny: o brilho dos espíritos*, este registro de ritual do povo Karajá, de Mato Grosso, foi o primeiro colocado em uma das categorias do Prêmio de Fotografia Ciência & Arte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), anunciado em julho. Por meio da etnofotografia, o antropólogo indígena Edgar Kanaykõ Xakriabá estudou o olhar indígena durante o mestrado. Para ele, a fotografia tem relação com o mundo humano e espiritual e, de ameaça, tornou-se um instrumento de luta e resistência para esses povos.

Imagem enviada por Edgar Kanaykõ Xakriabá, mestre em antropologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

AGOSTO 2020

3 FOTOLAB
6 COMENTÁRIOS
7 CARTA DA EDITORA

8 BOAS PRÁTICAS
Estudo faz sugestões para garantir integridade de artigos científicos na pandemia

11 DADOS
Caem dispêndios empresariais em P&D

12 NOTAS
16 NOTAS DA PANDEMIA

CAPA
18 Covid-19 muda rotina e casos de sofrimento emocional aumentam

24 Triplica frequência de depressão entre profissionais da saúde

26 Cientistas buscam desvendar a resposta imunológica ao Sars-CoV-2

32 O risco de se infectar com o novo coronavírus em um avião

34 Países tratam de forma desigual investimentos em pesquisa contra doença

38 Compartilhamento de dados cresce na pandemia

42 Artistas utilizam figura da peste para propor reflexões sobre a condição humana

1

ENTREVISTA
48 O cientista da computação Nivio Ziviani, da UFMG, conta como empreender a partir da universidade

BIBLIOMETRIA
54 Periódicos do Brasil têm evolução positiva em relatório sobre fator de impacto

ARQUEOLOGIA
58 Sítio mexicano sugere que homem moderno chegou às Américas há 30 mil anos

GENÉTICA
62 Primeiros ameríndios teriam olhos castanhos, cabelos pretos e pele morena

PALEONTOLOGIA
64 Fóssil encontrado em Santa Catarina é o mais antigo escorpião da América do Sul

BIOLOGIA
66 Nova proposta de classificação de seres vivos privilegia relações de ancestralidade

Pesquisa FAPESP 294

ALGORITMOS
70 Inteligência artificial é utilizada no diagnóstico e no tratamento dos males cardíacos

BIOTECNOLOGIA
76 Uso de bactérias para tratar minérios pode reduzir risco ambiental e custos de operação

GENÔMICA
78 Variedades de laranjeiras com gene de tangerina se mostraram resistentes ao amarelinho

POLÍTICAS PÚBLICAS
80 Atraso do saneamento no Brasil prejudica a saúde e vai contra a racionalidade econômica

ARQUIVOLOGIA
86 Suspenso desde 2019, comitê brasileiro do Programa Memória do Mundo mapeia acervos raros

91 RESENHA
Jovita Alves Feitosa: Voluntária da pátria, voluntária da morte, de José Murilo de Carvalho. Por Rodrigo Goyena Soares

92 MEMÓRIA
Médicos agiram com rapidez contra uma epidemia no Brasil no final do século XIX

96 CARREIRAS
Formação em fisioterapia respiratória amplia oportunidades de atuação em ambiente hospitalar

FOTOS 1 LÉO RAMOS CHAVES 2 REPRODUÇÃO **ILUSTRAÇÃO** ALINE VAN LANGENDONCK

1. Bica de água no centro de São Paulo (POLÍTICAS PÚBLICAS, P. 80)
2. Cena de *O sétimo selo*, de Ingmar Bergman (PANDEMIA COMO ALEGORIA, P. 42)

Ilustração de capa
ALINE VAN LANGENDONCK

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

Como rios e várzeas influenciam a formação de espécies na Amazônia?
Ao longo dos milênios, cursos d'água e mudanças na paisagem favorecem a diversificação de plantas e animais amazônicos
bit.ly/igVOrigensAmazonia

Como prever o espalhamento de uma doença
Epidemiologista Altay de Souza explica como são construídos os modelos que preveem o avanço do coronavírus
bit.ly/igVModelosEpidemiologicos

PESQUISA BRASIL

Série de podcasts destaca os avanços no conhecimento sobre a Covid-19, os impactos na população mais vulnerável e as estratégias para flexibilizar o isolamento
bit.ly/igPodcasts

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
Por 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*.
Por e-mail:
mpiliadis@fapesp.br

COMENTÁRIOS

cartas@fapesp.br

Vacinas

Recebi a revista em casa e amei a reportagem "À procura de atalhos" (edição 293). Já trabalhei com o texto nas aulas remotas de genética molecular.
Cibele Raio

Muito legal saber disso. Parabéns pelo conteúdo, muito didático e informativo.
Fabio Ciconelli

Florestan

Florestan Fernandes foi um grande defensor do ensino público, gratuito, laico e universal ("Um intelectual na periferia", edição 293).
Alexandre Ganzert

Após a aprovação do Fundeb, nada melhor que homenagear um defensor da educação pública em seu centenário, o sociólogo Florestan Fernandes. Bela reportagem.
Roberto Borghi

Ricardo Galvão

Um pesquisador que orgulha a todos pela defesa do setor ("Um físico que não se dobra", edição 293).
José Maria Franco Taitson

Cinemateca

Como o Brasil gosta de queimar sua história. Que Deus proteja a Cinemateca Brasileira ("Memória audiovisual em risco").
Jonhënes Oliveira

Diferenças sociais

A desigualdade social está gritando na reportagem "As duas epidemias de São Paulo".
Nygell Silva Alves

Madeira ilegal

Madeiras de árvores em extinção sendo extraídas ("Madeiras em extinção, mas vendidas"): se há comércio, há compradores. Todo mercado existe não em função dos governos, mas de quem compra. Para onde vai toda essa madeira? Não é para servir de pontalete nas comunidades espalhadas pelo Brasil.
Mauricio Cestari

Vídeos

Que vídeo excelente ("Como prever o espalhamento de uma doença"). Explicação muito didática.
Gisele Hespanhol Dorigan

A FAPESP demonstra ativamente por meio da revista e dos vídeos feitos por ela o conteúdo científico produzido no Brasil. Precisamos levar esse conhecimento longe.
Luiz Felipe Souza e Silva

Por que estudar matemática, principalmente funções, na escola? Para conseguir analisar e entender informações fornecidas ("Modelos epidemiológicos").
Camilla Martins

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

Informações que você lê no site de *Pesquisa FAPESP*

bit.ly/igSPvegetacao

Estado de São Paulo registra aumento de 4,9% na área de vegetação nativa

EDUARDO CESAR

Mata Atlântica no Parque Estadual Carlos Botelho, no sudeste paulista

FAPESP
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

PRESIDENTE
Marco Antonio Zago

VICE-PRESIDENTE
Ronaldo Aloise Pilli

CONSELHO SUPERIOR

Carmino Antonio de Souza, Helena Bonciani Nader, Ignácio Maria 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 Bolzani

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

DIRETOR-PRESIDENTE
Carlos Américo Pacheco

DIRETOR CIENTÍFICO
Luiz Eugênio Mello

DIRETOR ADMINISTRATIVO
Fernando Menezes de Almeida

Pesquisa FAPESP
ISSN 1519-8774

CONSELHO EDITORIAL
Caio Túlio Costa, Eugênio Bucci, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Hermínia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Maurício Tuffani e Mônica Teixeira

COMITÊ CIENTÍFICO
Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Catarina Segreti Porto, Claudia Lúcia Mendes de Oliveira, Deisy das Graças de Souza, Douglas Eduardo Zampieri, Eduardo de Senzi Zancul, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Rafael Martins Laurindo, João Luiz Filgueiras de Azevedo, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Angnes, Luciana Harumi Hashiba Maestrelli Horta, Mariana Cabral de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, 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
Neldson Marcolin

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

REPÓRTERES Christina Queiroz, Rodrigo de Oliveira Andrade

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

ARTE Claudia Warrak (*Editora*), Maria Cecilia Felli (*Designer*), Alexandre Affonso (*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 Aline van Langendonck, Edgar Kanaykõ Xakriabá, Eduardo Geraque, Diego Viana, Fernando Carvall, Frances Jones, Melyna Souza, Renato Pedrosa, Rodrigo Goyena Soares, Sandra Jávera, Sarah Schmidt, Sidnei Santos de Oliveira, Suzel Tunes

REVISÃO TÉCNICA Adriana Valio, Célio Haddad, Fábio Kon, Francisco Laurindo, Inez Staciarini Batista, Luiz Eduardo Camargo Aranha, Maria Beatriz Florenzano, Maria Rita Passos Bueno, Rubens Caram Júnior, Walter Colli

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

TIRAGEM 28.600 exemplares
IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica
DISTRIBUIÇÃO DINAP

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

Instituto Verificador de Comunicação IVC
anatec www.anatec.org.br

A peste e a dor

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

Não é difícil imaginar que uma pandemia causaria um impacto significativo na saúde mental da população. O medo de contágio e morte, o impacto imediato da retração econômica, o estresse do confinamento, o acúmulo de tarefas antes compartilhadas e a preocupação com o futuro são circunstâncias que afetam o cotidiano de milhões de pessoas desde o advento do novo coronavírus, desencadeando episódios de ansiedade, irritabilidade, insônia e depressão.

Esse sofrimento psicológico, que vem sendo identificado em inúmeros levantamentos, não é sinônimo de transtorno psiquiátrico – mas, caso persista no tempo, com intensidade, pode se configurar como doença. Seu enfrentamento efetivo, fundamental para o bem-estar coletivo e a recuperação da crise, não é trivial, por ao menos dois fatores. Essa natureza de sofrimento ainda é objeto de muito preconceito. A recusa em aceitar transtornos mentais como doença, muitas vezes pelos próprios pacientes, dificulta o seu tratamento. Outro importante desafio é que a pandemia colocou grandes demandas sobre os sistemas nacionais de saúde – quando existem – e torna difícil alocar mais recursos para essa subárea.

A reportagem de capa desta edição se dedica ao impacto da pandemia na saúde mental da população (*página 18*), inclusive um grupo muito vulnerável, o dos profissionais da saúde, que diariamente se expõem ao contágio e acompanham o sofrimento dos doentes (*página 24*).

Um dos caminhos pelos quais a angústia e o medo causados por uma pandemia são elaborados e trabalhados é a arte. A peste – nome genérico para doenças contagiosas que causam um grande número de mortes – é elemento recorrente na história literária e artística mundial, sendo uma frequente alegoria sobre a condição humana. Reportagem à página 42 retoma suas representações no imaginário ao longo do tempo, ajudando-nos a lembrar que esta não é a primeira e provavelmente não será a última peste a assolar a Terra, mas que mesmo momentos terríveis podem suscitar obras de arte que enriquecem a humanidade.

Parte da comunidade científica segue mobilizada pelo novo coronavírus, mas muitos pesquisadores continuam com estudos sobre as mais diversas áreas, dentro das limitações impostas pela pandemia. O ritmo de publicação de resultados é intenso e inclui proposições ambiciosas, como uma nova forma de classificação dos seres vivos que abandona a taxonomia criada por Lineu no século XVIII e adota um sistema baseado na história evolutiva, privilegiando as relações de ancestralidade. Idealizada por pesquisadores de instituições norte-americanas, a iniciativa conta com colaboradores do Brasil (*página 66*).

A análise de material lítico obtido em sítio no México, também com colaboração de brasileiros, questiona a tese dominante na arqueologia norte-americana de que a ocupação do continente teria ocorrido por volta de 13 mil anos atrás. Os novos resultados apontam a presença humana nas Américas há 33 mil anos, corroborando outros achados – frequentemente ignorados – de escavações no Chile, no Piauí e em Mato Grosso, que identificaram rochas modificadas por mãos humanas há no mínimo 20 mil anos (*página 58*).

Integridade em meio à emergência sanitária

Estudo reúne recomendações para preservar a qualidade da avaliação de artigos científicos na sofreguidão da pandemia

Um estudo publicado por pesquisadores da Espanha, da Dinamarca e do Canadá na revista *Nature Human Behaviour* mostrou que as revistas científicas levaram em média apenas seis dias para avaliar e aceitar para publicação artigos sobre a Covid-19 nas 12 primeiras semanas da pandemia, em um esforço sem precedentes para gerar resultados rápidos capazes de atenuar os efeitos da emergência sanitária. Esse processo, que envolve análise feita pelos editores e por pesquisadores especializados no tema dos artigos, demorava em média 100 dias em tempos normais. O grupo debruçou-se sobre o conjunto de *papers* incluído na base de dados Pubmed entre 30 de janeiro e 23 de abril e contabilizou a publicação em periódicos de 367 artigos sobre a doença a cada semana.

Liderado pelo hepatologista Jeffrey Lazarus, do Instituto de Saúde Global da Universidade de Barcelona, o estudo declara preocupação com os prejuízos que essa velocidade pode produzir na credibilidade da ciência, quando artigos com erros ou fraudes são inadvertidamente publicados. O site Retraction Watch contabiliza 30 estudos sobre a Covid-19 que foram retratados por revistas científicas ou removidos de repositórios de *preprints*, um número pequeno em um universo de mais de 40 mil trabalhos publicados, mas com potencial para causar ruídos. Para reduzir riscos e danos, Lazarus e seus colegas propõem um roteiro de recomendações dirigido a pesquisadores, editores de revistas e autoridades. Uma das sugestões é a utilização de *checklists* que permitam aos editores avaliar a robustez da metodologia ou da análise estatística das pesquisas a fim de verificar se os resultados apresentados fazem sentido ou são compatíveis com a proposta original do trabalho. Essas listas de controle não são uma novidade, mas os autores veem indícios de que elas não estão sendo observadas em toda a sua extensão na análise rápida de manuscritos durante a pandemia.

A iniciativa Strobe (sigla em inglês para Fortalecendo os Relatos de Estudos Observacionais em Epidemiologia) é um exemplo a ser valorizado, segundo o grupo de Lazarus. Criada em 2009 pela Universidade de Berna, na Suíça, fornece uma relação de informações sobre o desenho da pesquisa que os responsáveis por estudos epidemiológicos precisam apresentar para que os revisores tenham confiança na qualidade dos resultados, tais como os critérios para a seleção de participantes, a descrição de métodos estatísticos e os esforços empreendidos para prevenir vieses. Outro exemplo é a Consort (sigla para Padrões Consolidados para a Comunicação de Ensaios), essa talhada para o monitoramento de resultados de ensaios clínicos.

A Associação Europeia de Editores de Ciência lançou em abril uma declaração pública sobre os cuidados necessários no processo de revisão de artigos sobre a pandemia. Entre as sugestões, propõe a incorporação nos *papers* de uma declaração dos autores expondo as limitações de seus achados – quando se baseiam em modelagem computacional e não em estudos com seres vivos ou quando são lastreados em um número pequeno de pacientes, por exemplo – e também recomenda que os dados brutos que embasam os estudos sejam disponibilizados.

A seleção dos pesquisadores incumbidos de analisar os artigos é outro ponto vulnerável, de acordo com o trabalho: é necessário garantir que os revisores estejam preparados para fazer uma análise rápida e ao mesmo tempo rigorosa. A boa notícia é que há ferramentas que já demonstraram eficiência para o treinamento de pareceristas com pouca experiência, como o COBPeer, que utiliza os *checklists* previstos pela iniciativa Consort. "O desafio de disseminar um grande volume de pesquisas no contexto de uma emergência de saúde global deve ser reconhecido como um apelo a um pensamento inovador e à implementação de soluções que garantam a confiança contínua no processo de publicação científica", escreveram Lazarus e seus colegas. "As lições aprendidas poderão enriquecer a publicação científica de maneira mais ampla nos próximos anos."

O grupo também sugere investimentos na curadoria de informações científicas sobre a Covid-19 e cita projetos que mereceriam ser incentivados, como bancos de dados que reúnem milhares de artigos relevantes sobre o novo coronavírus. Um exemplo é a LitCovid, criada pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos, que reúne mais de 30 mil trabalhos publicados e permite fazer buscas por categoria (estudos de caso, cenários, prevenção etc.) e por país mencionado em cada manuscrito. Outro é o banco de dados sobre o novo coronavírus da Organização Mundial da Saúde (OMS), que reúne mais de 40 mil trabalhos. Também há iniciativas que buscam avaliar e sintetizar o conhecimento acumulado sobre a doença, como a da Biblioteca Cochrane, que criou uma seção sobre a Covid-19 com análises e revisões sobre artigos publicados, e a da Escola de Saúde Pública Bloomberg Johns Hopkins, que reuniu um time de 40 especialistas para fazer uma análise aprofundada de estudos com resultados promissores ou que estejam recebendo muita atenção da imprensa e das mídias sociais.

Outras iniciativas estão a caminho. A editora MIT Press anunciou a criação de uma nova revista científica, a *Rapid Reviews: Covid-19*, dedicada a produzir resenhas de *preprints* sobre o novo coronavírus, com o objetivo de destacar pesquisas de impacto e apontar aquelas que têm erros ou vieses. Os *preprints* são trabalhos ainda não submetidos a revisão por pares, cujos resultados ainda preliminares são divulgados em repositórios públicos para que sejam analisados e criticados por outros especialistas – na pandemia, milhares desses trabalhos sobre o novo coronavírus foram disponibilizados. "Os *preprints* são um tremendo benefício para a comunicação científica, mas trazem alguns perigos, como vimos com alguns exemplos baseados em métodos defeituosos", afirmou Nick Lindsay, diretor de periódicos da MIT Press, ao site StatNews. A nova revista vai utilizar um sistema de inteligência artificial desenvolvido no Laboratório Nacional Lawrence Berkeley para categorizar os *preprints* por disciplina e grau de novidade. ■ **Fabrício Marques**

HUDIEMM / GETTY IMAGES

Limites para a reciclagem de textos

Um grupo de pesquisadores de seis universidades dos Estados Unidos está analisando até que ponto um autor pode reutilizar trechos de sua produção acadêmica prévia em novos trabalhos sem ser acusado de plágio. Não se espera, contudo, que o esforço colaborativo produzirá um conjunto de padrões a serem seguidos por todo mundo. Uma das primeiras constatações da iniciativa, batizada de Projeto de Pesquisa sobre Reciclagem de Textos e financiada pela agência National Science Foundation, é que a percepção sobre o que é aceitável varia entre as disciplinas. "Essa prática é mais comum do que geralmente se admite, em especial nas ciências médicas e naturais, em que algumas vezes é até tacitamente esperada", explicou Cary Moskovitz, professor do programa de escrita científica da Universidade Duke e coordenador do projeto, em um texto em seu perfil no site da universidade.

Em um estudo publicado pelo grupo na revista *Learned Publishing*, foram entrevistados 21 editores de revistas científicas de diversas disciplinas e apenas três deles foram categóricos em não tolerar nenhum tipo de reaproveitamento de texto em artigos. Os outros 18 informaram que, a depender do contexto e da quantidade de trechos reutilizados, não se incomodam com a prática – desses, cinco disseram que algum tipo de reciclagem chega a ser inevitável.

Mas há consenso de que apresentar conteúdo reciclado como novidade constitui má conduta. Se os trechos autorreferentes estiverem nas seções de um artigo em que se espera originalidade, como discussão, interpretação de dados e conclusões, o risco de isso ser considerado impróprio é grande. O que já não acontece quando um autor toma emprestado pedaços de trabalhos anteriores para explicar metodologias ou para descrever conjuntos de dados, que servem como pano de fundo para os achados.

Mesmo em casos considerados justificáveis, 15 dos editores entrevistados exigem que os trechos sejam reescritos de forma a não ficar idênticos, a fim de evitar acusações de má conduta e prevenir processos por violação de direitos autorais movidos pelas revistas que publicaram os trabalhos anteriores.

Na avaliação de Moskovitz, reescrever um trecho para dizer exatamente a mesma coisa não é uma estratégia razoável. Em um webinar sobre autoplágio de que participou em junho, ele afirmou que esse tipo de edição, além de desperdiçar tempo, dificulta a tarefa de compreender o quanto a linha de pesquisa de um autor realmente evoluiu ao longo do tempo e o que mudou de um artigo para o seguinte. Segundo ele, em vez de dizer a estudantes e pesquisadores para não reciclar textos porque há algo de não confiável e enganoso na prática, seria mais adequado fazê-los refletir sobre o quanto isso resulta em prejuízo para a integridade científica em cada situação específica.

Nomeação cancelada após escândalo

O Instituto de Medicina Molecular de Veneto, em Pádua, Itália, cancelou a nomeação do geneticista Pier Paolo Pandolfi para a posição de diretor científico, depois da renúncia em massa dos membros do conselho consultivo científico da instituição em protesto contra a escolha. Em maio, Pandolfi foi indicado para o cargo pela fundação que mantém o centro sem que o conselho consultivo fosse ouvido, como determinam os estatutos da entidade.

Tão logo foi nomeado, passaram a circular relatos na Itália sobre as razões que levaram Pandolfi a se afastar da direção de um prestigioso centro dedicado a estudos genéticos sobre câncer da Universidade Harvard, o Beth Israel Deaconess Medical Center (BIDMC), em Boston, em dezembro de 2019. Pandolfi deixou os Estados Unidos após ser acusado de assédio sexual e de alterar imagens em 13 artigos científicos. "Deveriam ter investigado melhor o nome antes da indicação", disse o bioquímico israelense Aaron Ciechanover, ganhador do Nobel de Química de 2004, um dos integrantes do conselho que renunciaram.

Pandolfi nega a adulteração de imagens, mas admite o assédio. "Foi o maior erro de minha vida, mas foi algo romântico, não sexual", disse, segundo a revista *Nature*. A pesquisadora assediada, uma estagiária de pós-doutorado cujo nome foi mantido em sigilo, disse que Pandolfi se declarou para ela em 2018 e, a partir de então, passou a enviar e-mails e a provocar encontros para reiterar que estava apaixonado. Ela insistiu em manter a relação em nível profissional, em vão. "Foi horrível, embaraçoso e eu não conseguia trabalhar", disse a pesquisadora, ao denunciar o caso ao centro em abril de 2019. Na ocasião, ela deixou de trabalhar diretamente com Pandolfi.

ALEXANDRE AFFONSO

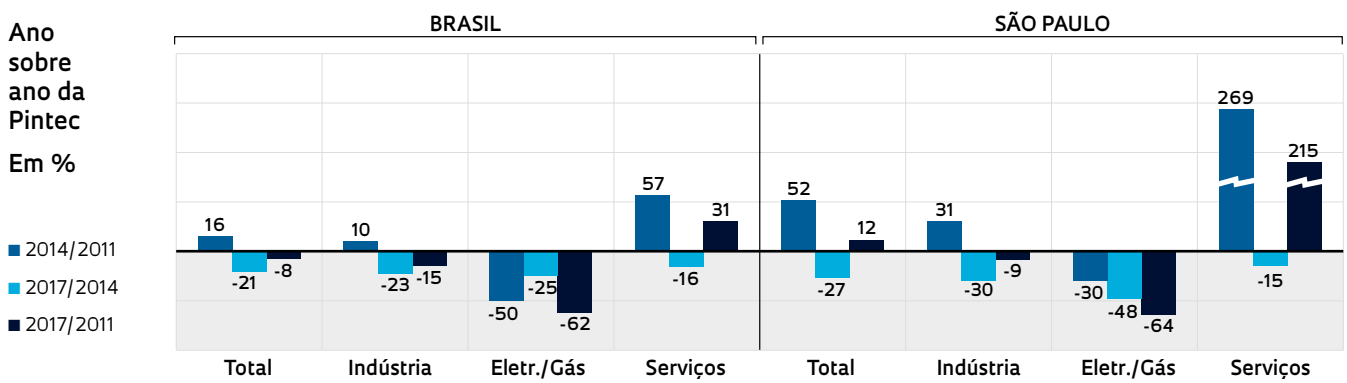
DADOS

Dispêndios empresariais em P&D caem significativamente

- Segundo dados da última pesquisa de inovação (Pintec/IBGE), de 2017, os dispêndios empresariais em pesquisa e desenvolvimento (P&D)[1] caíram, tanto em termos reais como em intensidade (porcentagem do PIB), para o país e para São Paulo, em relação a 2014
- Em 2017, as empresas brasileiras despenderam R$ 32,6 bilhões em P&D, ou 0,50% do PIB nacional. Esses valores haviam sido de R$ 41,2 bilhões[2], ou 0,58% do PIB, em 2014
- Para as empresas sediadas em São Paulo, o total foi de R$ 14,6 bilhões, ou 0,69% do PIB estadual, em 2017. Os valores para 2014 haviam sido de R$ 19,9 bilhões[2], ou 0,87% do PIB estadual
- O setor de serviços cresceu entre 2011 e 2017, tanto para o Brasil (31%) como para São Paulo (215%). No último caso, o setor ampliou a participação de 11% para 31%, no mesmo período, nos dispêndios empresariais de P&D

	2011			2014			2017		
Dispêndios em P&D (R$ milhões de 2017)	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**
Brasil	35.393	29.133	6.260	41.208	30.299	10.909	32.632	25.624	7.008
Indústria[3]	25.430	22.128	3.302	27.911	22.289	5.622	21.620	17.726	3.893
Eletricidade e gás	2.165	469	1.696	1.082	428	655	812	376	436
Serviços selecionados[4]	7.797	6.536	1.261	12.215	7.583	4.632	10.200	7.522	2.679
São Paulo	13.054	11.035	2.019	19.897	13.003	6.894	14.599	12.643	1.956
Indústria[3]	10.794	9.539	1.255	14.093	10.819	3.274	9.833	8.746	1.087
Eletricidade e gás	847	202	644	589	208	381	307	186	122
Serviços selecionados[4]	1.414	1.294	120	5.216	1.976	3.239	4.459	3.711	748
Dispêndios P&D/PIB (%)	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**
Brasil	0,55	0,46	0,10	0,58	0,43	0,15	0,50	0,39	0,11
São Paulo	0,62	0,53	0,10	0,87	0,57	0,30	0,69	0,60	0,09
Participação São Paulo/Brasil (%)	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**	**Total**	**P&D internos**	**P&D externos**
Total	36,9	37,9	32,2	48,3	42,9	63,2	44,7	49,3	27,9
Indústria[3]	42,4	43,1	38,0	50,5	48,5	58,2	45,5	49,3	27,9
Eletricidade e gás	39,1	43,1	38,0	54,4	48,5	58,2	37,8	49,3	27,9
Serviços selecionados[4]	18,1	19,8	9,5	42,7	26,1	69,9	43,7	49,3	27,9

VARIAÇÃO DOS DISPÊNDIOS TOTAIS EM P&D



NOTAS (1) AS ATIVIDADES DE P&D SÃO AS QUE ESTÃO RELACIONADAS DIRETAMENTE À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE PRODUTOS E PROCESSOS. P&D INTERNOS SÃO AQUELES DESENVOLVIDOS PELA EMPRESA, OS EXTERNOS SÃO OS CONTRATADOS DE OUTRA ORGANIZAÇÃO. OS VALORES LEVANTADOS PELA PINTEC REPRESENTAM UMA PROXY DOS VALORES DE DISPÊNDIOS EM P&D DAS EMPRESAS, POIS NÃO INCLUEM TODAS AS EMPRESAS EXISTENTES NEM TODOS OS SETORES ECONÔMICOS **(2)** OS VALORES EM REAIS, INCLUINDO OS DE PIB, FORAM CORRIGIDOS PELO IPCA PARA VALORES DE 2017 **(3)** INDÚSTRIAS EXTRATIVAS E DE TRANSFORMAÇÃO **(4)** SERVIÇOS DE TECNOLOGIA, TELECOMUNICAÇÕES, ARQUITETURA E ENGENHARIA, TRATAMENTO DE DADOS E REDES E OUTROS SELECIONADOS

FONTES PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA/IBGE, SISTEMA DE CONTAS NACIONAIS/IBGE (PIB BRASIL), IPCA/IBGE E FUNDAÇÃO SEADE (PIB DE SÃO PAULO E EXTRAÇÃO ESPECIAL DAS PINTEC 2011/2014 PARA SÃO PAULO). PREPARADO PELA COORDENAÇÃO DE INDICADORES DE CT&I DE SÃO PAULO/DC E GERÊNCIA DE ESTUDOS E INDICADORES/DCTA, FAPESP. METODOLOGIA: PARA OS DADOS DOS DISPÊNDIOS DAS EMPRESAS DAS INDÚSTRIAS EXTRATIVA/DE TRANSFORMAÇÃO PARA SÃO PAULO E BRASIL E PARA OS SETORES DO BRASIL, DADOS COLETADOS DIRETAMENTE DA PINTEC. PARA O SETOR DE SERVIÇOS EM 2011 E 2014 PARA SÃO PAULO, DADOS DA PINTEC EM EXTRAÇÃO ESPECIAL PARA FUNDAÇÃO SEADE. PARA OS DADOS DOS SETORES DE ELETRICIDADE E GÁS DE 2011, 2014 E 2017, E PARA O SETOR DE SERVIÇOS DE 2017, PROJEÇÃO BASEADA NA PARTICIPAÇÃO DE SÃO PAULO NOS DISPÊNDIOS DAS EMPRESAS EXTRATIVAS E DE TRANSFORMAÇÃO

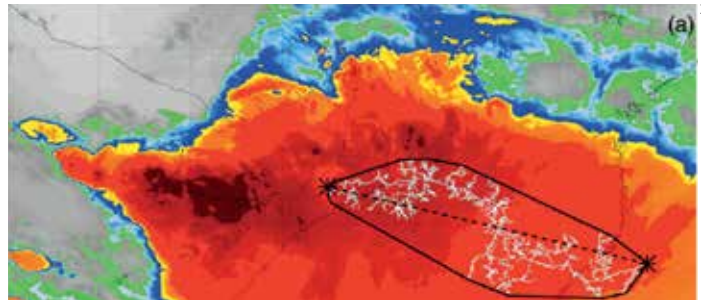
NOTAS

1

Arquipélago das ilhas Marquesas, no Pacífico Sul, local de contato entre ancestrais de polinésios e nativos das Américas

As primeiras viagens pelo Pacífico

Os primeiros ocupantes da Polinésia, no centro-sul do Pacífico, tiveram contato com povos nativos das Américas há pouco mais de 800 anos, cerca de cinco séculos antes da chegada de navegadores europeus às ilhas da região. A conclusão resulta de um estudo que comparou as características genéticas de 807 indivíduos de 17 ilhas da Polinésia com as de 15 etnias nativas americanas habitantes da costa do Pacífico. Coordenado pelo geneticista Andrés Moreno-Estrada, do Laboratório Nacional de Genômica para a Biodiversidade, no México, o trabalho identificou uma pequena quantidade de material genético nativo americano no DNA de habitantes das ilhas Marquesas, Palliser, Mangareva e Rapa Nui (Ilha de Páscoa). As sequências genéticas oriundas das Américas que os polinésios guardam eram pequenas e quase idênticas, semelhantes às do povo Zenu, do norte da Colômbia (*Nature*, 8 de julho). À revista *Science*, Moreno-Estrada afirmou que elas indicam que teria havido um único contato dos primeiros polinésios com os nativos americanos por volta do ano 1150, quando essa região do Pacífico começou a ser povoada. Não se sabe se os ancestrais dos atuais polinésios, já na chegada, encontraram um grupo estabelecido de indivíduos vindos das Américas ou se teriam navegado até a costa da América do Sul e depois retornado. Segundo o estudo atual, o contato teria ocorrido nas ilhas Marquesas, e não em Rapa Nui, mais próxima das Américas, como se pensava antes.

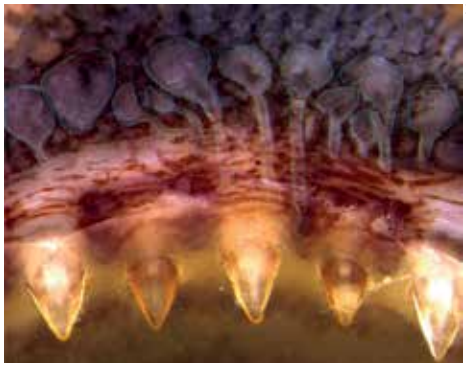


2 Imagem de satélite registra raio que caiu em 31 de outubro de 2018 sobre o Rio Grande do Sul e se estendeu por 709 km

Megaflashes sul-americanos

O raio mais extenso já registrado percorreu 709 quilômetros (km) em uma linha horizontal cortando o Sul do Brasil em 31 de outubro de 2018, informou em junho a Organização Meteorológica Mundial (OMM). O recorde anterior, de 321 km, havia sido detectado em junho de 2007 em Oklahoma, nos Estados Unidos. A OMM também estipulou que o raio com duração mais longa, com 16,73 segundos, ocorreu em 4 de março de 2019 na Argentina. Até então a descarga elétrica atmosférica mais demorada havia sido registrada em 30 de agosto de 2012, na região de Provence-Alpes-Côte d'Azur, na França, com de 7,74 segundos. Os novos megaflashes, nome dado pela OMM aos grandes raios, foram observados por pesquisadores brasileiros do Sistema de Observação e Previsão de Tempo Severo (SOS-Chuva) e do Projeto Relâmpago, que estuda a influência do fenômeno sobre a química e a física da atmosfera, ambos apoiados pela FAPESP. O Brasil é recordista em incidências de raios. De acordo com o Grupo de Eletricidade Atmosférica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Elat-Inpe), 78 milhões de raios caem todos os anos no país.

Anfíbios que inoculam veneno



3 Imagem de microscopia mostra glândulas produtoras de toxinas e dentes da cobra-cega

As cecílias ou cobras-cegas são animais peçonhentos, capazes de injetar veneno em suas presas, descobriram pesquisadores do Instituto Butantan. Com o corpo alongado como o de cobras e serpentes, que são répteis, as cobras-cegas são os primeiros anfíbios nos quais se encontraram glândulas de veneno na base dos dentes (*iScience*, 24 de julho). Outros anfíbios, como sapos, rãs e salamandras, têm na pele glândulas produtoras de toxinas. Elas, no entanto, servem para a defesa passiva, permitindo que se livrem de predadores que tentam abocanhá-los.
O biólogo Pedro Luiz Mailho-Fontana, que faz estágio de pós-doutorado no Butantan, identificou as glândulas de peçonha das cobras-cegas ao estudar a espécie *Siphonops annulatus*, comum na América do Sul. "Estávamos analisando as glândulas de muco que o animal tem na pele da cabeça, para abrir caminho debaixo da terra, quando nos deparamos com essas estruturas", disse o biólogo à *Agência FAPESP*. As glândulas de peçonha das cobras-cegas se desenvolvem a partir do mesmo tecido que gera os dentes, como ocorre nas serpentes.

Chuva de rochas na Terra e na Lua

Há cerca de 800 milhões de anos, fragmentos de um grande asteroide teriam colidido com a Terra e a Lua. A chuva de meteoroides pode ter despejado de 40 a 50 trilhões de toneladas de rochas ricas em carbono na superfície do planeta e de seu satélite natural. Essa é a hipótese de pesquisadores da Universidade de Osaka, no Japão, proposta a partir da análise de imagens da superfície da Lua obtidas pela sonda espacial Kaguya (*Nature Communications*, 21 de julho). A pesquisa identificou oito crateras grandes, com mais de 20 quilômetros de diâmetro, provavelmente geradas pela chuva de meteoroides. Já na superfície terrestre, a erosão e outras atividades geológicas devem ter apagado qualquer vestígio de crateras formadas durante o evento. Se realmente ocorreram, os impactos da chuva podem ter influenciado a evolução da Terra no início do chamado período Criogeniano, marcado pelas eras glaciais mais intensas da história do planeta.

4

FOTOS 1 SYBIL SASSOON / ROBERT HARDING PREMIUM / AFP **2** WMO **3** MAILHO-FONTANA, P. L. *ET AL.* **ISCIENCE**, JUL.2020 **4** NASA **MAPA** ALEXANDRE AFFONSO

Rumo a Marte

Os Emirados Árabes Unidos lançaram em 19 de julho, de um centro espacial no Japão, sua primeira sonda espacial interplanetária: a Al-Amal, ou Esperança, destinada a estudar a atmosfera marciana e monitorar as mudanças climáticas do Planeta Vermelho. A sonda foi construída em colaboração com pesquisadores das universidades da Califórnia, do Colorado e do Arizona, nos Estados Unidos, e enviada ao espaço a bordo de um foguete da empresa japonesa Mitsubishi. Formado pela unificação de sete principados há quase 50 anos, os Emirados Árabes Unidos entraram na corrida espacial há pouco, já lançaram três satélites na órbita da Terra e enviaram um astronauta à Estação Espacial Internacional. Em 23 de julho, a China lançou, de uma base própria e em um foguete chinês, a missão Tianwen-1. Composta de um orbitador, um módulo de pouso e um jipe robótico, será a primeira missão chinesa a tentar pousar em Marte.

1

Sensores de nanocelulose

Sensores eletroquímicos aplicados sobre a pele para monitorar as condições de saúde ou o desempenho físico podem ser produzidos com nanocelulose microbiana, um polímero natural usado em curativos, em substituição aos impressos em plásticos, comuns no mercado (*Talanta*, 19 de maio). A possibilidade foi demonstrada em um projeto realizado por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos em parceria com equipes de outras instituições. Segundo Osvaldo Novais de Oliveira, da USP, coordenador do projeto, os sensores de nanocelulose têm vantagens em relação aos de plástico: não são tóxicos nem irritam a pele. Também são semipermeáveis, o que permite detectar substâncias no suor. "Já demonstramos que podem detectar metais pesados, hormônios e ácido úrico. Modificados, conseguem identificar glicose", afirma.

2

Chumbo no ar de Paris

Uma tonelada de chumbo, metal tóxico ao sistema nervoso, pode ter sido depositada sobre uma área com 1 quilômetro de raio ao redor da catedral Notre-Dame, em Paris, no incêndio de abril de 2019. A estimativa feita por pesquisadores da Universidade Columbia, Estados Unidos, sugere que, durante o incêndio, a vizinhança da catedral foi exposta a um nível de chumbo seis vezes maior que o estimado inicialmente pela Agência Regional de Saúde de Paris (*Geohealth*, 9 de julho). O fogo destruiu o telhado e o pináculo da construção medieval, contendo 460 toneladas de chumbo, e vaporizou parte do metal tóxico, que foi carregado pelo vento. Análises recentes indicaram que uma faixa de solo à noroeste da Notre-Dame, a direção tomada pela pluma de fumaça, está contaminada com 430 miligramas (mg) de chumbo por quilograma de solo, 130 mg acima do limite permitido pela legislação francesa. Segundo os pesquisadores, o impacto dessa contaminação na saúde dos parisienses é inferior ao da fumaça da gasolina com chumbo, banida no ano 2000.

3

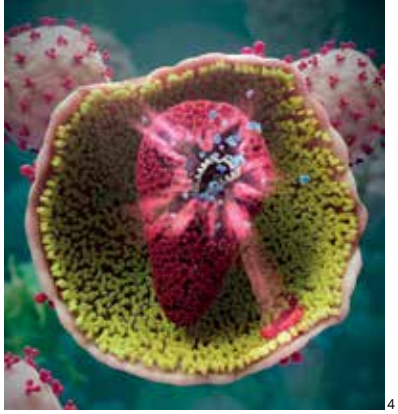
Âmbar de 99 milhões de anos com o crânio de *O. khaungraae*

O dinossauro virou lagarto?

Em março, paleontólogos anunciaram uma descoberta fantástica. A equipe da pesquisadora Jingmai O'Connor, do Instituto de Paleontologia e Paleoantropologia de Vertebrados de Beijing, na China, apresentou em um artigo na *Nature* o que seria a menor espécie de dinossauro já identificada: *Oculudentavis khaungraae*, descrita a partir de um crânio aprisionado em uma peça de âmbar de 99 milhões de anos encontrada em Mianmar, no Sudeste Asiático. Depois da publicação, também noticiada por *Pesquisa FAPESP*, outras equipes questionaram a classificação, dizendo que o fóssil tinha características de lagartos. Agora, em 22 de julho, o grupo de O'Connor retratou o artigo. Um novo fóssil, ainda não descrito, levantou dúvida sobre a classificação inicial de *O. khaungraae*. "Estávamos errados", disse O'Connor à *Nature*. Ela sustenta, porém, que o exemplar não pode ser reclassificado até que os dados do novo fóssil sejam publicados.

Ação prolongada contra o HIV

Pesquisadores da farmacêutica norte-americana Gilead Sciences publicaram o resultado de ensaios clínicos de um novo antirretroviral com ação duradoura contra o HIV (*Nature*, 1º de julho). A molécula GS-6207 (lenacapavir) inibe a montagem e o desmonte do capsídeo, a estrutura que envolve o RNA viral. Um teste com 40 pessoas saudáveis que receberam uma dose por injeção subcutânea indicou que o composto é seguro, bem tolerado e permanece ativo no corpo por mais de seis meses. Outro ensaio, com 32 pacientes HIV positivos, mostrou redução na carga viral nove dias depois de uma dose de lenacapavir. Ao site de notícias *Stat*, o virologista Sumit Chanda, do Instituto de Pesquisa Médica Sanford Burnham Prebys, nos Estados Unidos, que não participou do estudo, disse temer o surgimento de resistência ao medicamento. Segundo a Gilead, o lenacapavir deverá ser usado em combinação com outros antirretrovirais.



4 Ilustração mostra destruição de capsídeo (*púrpura*) do vírus

Resgate do acervo de museu da UFMG

A agilidade da Comissão de Gestão de Preservação de Acervos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) está sendo fundamental para o resgate do acervo da reserva técnica 1 do Museu de História Natural e Jardim Botânico (MHNJB), atingido por um incêndio em 16 de junho. As cinco salas afetadas pelo fogo guardavam coleções de arte popular, arqueologia, paleontologia, etnografia, botânica e zoologia. No dia seguinte ao incêndio, após a Polícia Federal realizar o escaneamento em 3D (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 293*) da estrutura queimada e coletar amostras para análise, um grupo emergencial formado por profissionais de museologia, arqueologia e conservação passou a retirar o acervo do local e a registrar, acondicionar e reorganizar o material.

Corte de madeira em alta na Europa

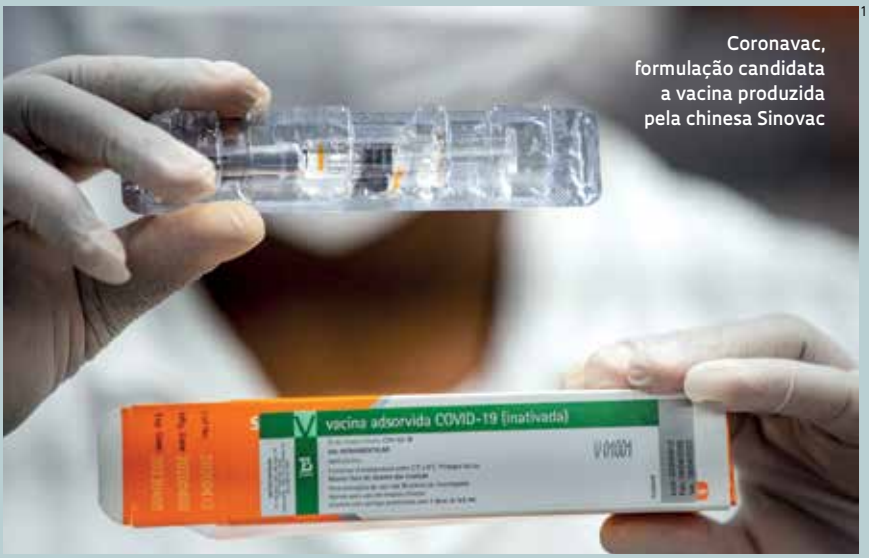
O crescimento da atividade madeireira na União Europeia (UE) pode impedir que a região atinja a meta de neutralizar suas emissões de carbono até 2050. Guido Ceccherini e colegas do Centro de Pesquisa Conjunta da Comissão Europeia, em Ispra, na Itália, analisaram os dados de imagens de satélite obtidas entre 2004 e 2018 de florestas europeias (*Nature*, 1º de julho). Entre 2004 e 2015, a atividade anual de corte de madeira se manteve estável na maioria dos 26 países da UE. Entre 2016 e 2018, porém, a área de floresta cortada e a perda de biomassa aumentaram 49% e 69%, respectivamente, em comparação com o período entre 2011 e 2015, para atender principalmente os setores de produção de papel e energia renovável. Suécia e Finlândia contribuíram com mais da metade dessa elevação. Apesar do aumento na extração de madeira, a cobertura florestal total da UE não diminuiu. O reflorestamento manteve estável em 38% a área ocupada pelas matas. As florestas europeias absorvem cerca de 10% dos gases de efeito estufa emitidos pelos países da UE para a atmosfera. Mesmo com o replantio, o aumento no corte de árvores pode reduzir a capacidade de a floresta funcionar como sorvedouro desses gases. É que a vegetação jovem desempenha essa função com menos eficiência do que a madura.

Floresta no Algarve, Portugal: derrubada de árvores para a extração de madeira aumenta na Europa

5

FOTOS **1** ROBSON ROSA DA SILVA / IFSC / USP **2** WIKIMEDIA COMMONS **3** LIDA XING **4** RANDOM 42 **5** ANGELO DEVAL / ALAMY / FOTOARENA

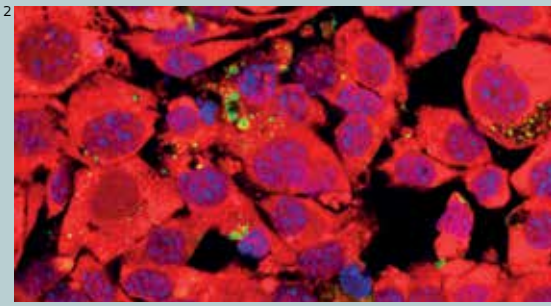
NOTAS DA PANDEMIA



1 Coronavac, formulação candidata a vacina produzida pela chinesa Sinovac

Avançam os testes de vacinas

Desenvolvida por pesquisadores da Universidade de Oxford, no Reino Unido, em parceria com a farmacêutica britânica AstraZeneca, uma das principais formulações candidata a vacina contra a Covid-19 apresentou bons resultados na primeira fase de testes clínicos. Mostrou-se capaz de ativar e manter por 56 dias a produção de anticorpos e células de defesa no organismo de 1.077 voluntários com idade entre 18 e 55 anos (*Lancet*, 20 de julho). Ainda não se sabe qual seria o nível de anticorpos necessário para garantir proteção efetiva contra o novo coronavírus nem se a formulação induz imunização duradoura. A expectativa é que essas questões sejam esclarecidas com os testes clínicos de fase 2 e 3, a serem realizados em vários países, entre eles o Brasil. Também em julho, no dia 20, chegaram ao país as doses da CoronaVac, candidata a vacina contra o Sars-CoV-2 concebida pela farmacêutica chinesa Sinovac. O Instituto Butantan, em São Paulo, já iniciou os testes clínicos, para avaliar a eficácia e a segurança da formulação. Essa fase deve durar três meses e envolver 9 mil voluntários de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraná e Distrito Federal. Em julho a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) autorizou os testes, no Brasil, de duas variantes de outra candidata a vacina, desenvolvida pelos laboratórios Pfizer, dos Estados Unidos, e BioNtech, da Alemanha.


2

Um potencial reservatório de vírus

O tecido adiposo talvez funcione como um reservatório do novo coronavírus, sugere estudo conduzido por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O vírus é capaz de invadir as células de gordura (adipócitos) humanas e permanecer em seu interior. Em laboratório, o Sars-CoV-2 infectou adipócitos tão bem quanto as células epiteliais do intestino ou dos pulmões. A infecção foi ainda maior quando os adipócitos (*imagem*) passavam por um processo artificial de envelhecimento. Os dados são preliminares. Se confirmados, podem ajudar a explicar por que obesos e idosos correm mais risco de ter a forma grave da infecção. "Temos células adiposas em todo o corpo e os obesos as têm em quantidade e tamanho maiores", disse o biomédico Marcelo Mori, coordenador da pesquisa, à *Agência FAPESP*. "Precisamos confirmar se, após a replicação, o vírus sai do adipócito viável para infectar outras células."

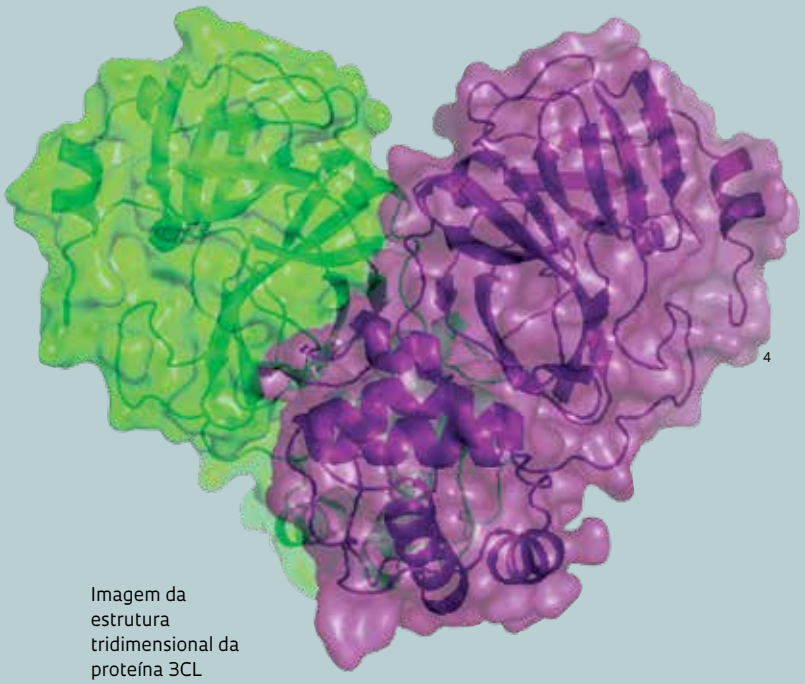
Pelos ares da Escócia

Nos próximos meses a empresa Skyports deve começar a usar drones para transportar suprimentos médicos, testes de diagnósticos e amostras de exames entre hospitais na costa oeste da Escócia. O projeto foi selecionado pela agência espacial do Reino Unido e pela Agência Espacial Europeia (ESA) para oferecer suporte ao Serviço Nacional de Saúde (NHS), o sistema público de saúde britânico, no combate à pandemia do novo coronavírus naquela região. A expectativa é que os veículos aéreos não tripulados, que voarão recebendo orientação por satélite e pela rede de telefonia 4G, reduzam em muito o tempo de deslocamento desses materiais. O acesso por carro ou barco a certas áreas da costa oeste da Escócia pode levar até 48 horas. Um drone pode fazer o trajeto em 30 minutos. Em maio, a Skyports realizou com sucesso o transporte experimental de carga médica entre dois hospitais.

3

Sirius produz nova imagem de proteína do Sars-CoV-2

O Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira, permitiu produzir uma imagem tridimensional detalhada da proteína 3CL, essencial para a replicação do novo coronavírus no interior das células. A imagem da proteína em formato de um coração foi reconstruída em computador depois de a posição dos átomos que a compõem ter sido determinada por uma técnica chamada difração de raios X. Os experimentos para identificar a posição dos átomos na proteína foram feitos na Manacá, a primeira estação de pesquisa do Sirius a entrar em funcionamento. "A estrutura da 3CL já era conhecida por trabalhos realizados em outros locais do mundo, o que nos permite avaliar a qualidade dos resultados obtidos no Sirius", disse ao UOL o físico Antonio José Roque da Silva, diretor-geral do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), que abriga o Sirius. A 3CL é um alvo potencial de compostos candidatos a combater o vírus. Em julho, o CNPEM passou a receber propostas de usar o Sirius para estudar o Sars-CoV-2.



4

Imagem da estrutura tridimensional da proteína 3CL

5

Mapa do tráfego aéreo comercial; cada ponto amarelo representa um avião

FOTOS **1** INSTITUTO BUTANTAN **2** ANDRÉA ROCHA E DANILO FERRUCCI / INFABIC / UNICAMP **3** SKYPORTS **4** SIRIUS / CNPEM **5** ZHAW SCHOOL OF ENGINEERING

Piora na previsão do tempo

A redução de voos comerciais provocada pela pandemia do novo coronavírus levou a um efeito inusitado: diminuiu a precisão da previsão do tempo em certas regiões do planeta. Durante o voo entre diferentes localidades, os aviões registram informações sobre os ventos, a temperatura, a pressão e a umidade relativa do ar. Os dados fornecidos por milhares de voos diários ajudam a alimentar os modelos de previsão meteorológica. A pandemia, porém, deixou boa parte da frota aérea no chão, causando uma redução de 50% a 75% nas observações feitas por aeronaves. A consequência foi uma piora na precisão dos dados. O pesquisador Ying Chen, da Universidade de Lancaster, no Reino Unido, comparou a acurácia das previsões meteorológicas feitas de março a maio deste ano com as do mesmo período de três anos anteriores e constatou uma queda na precisão dos dados sobre temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica e velocidade dos ventos (*Geophysical Research Letters*, 15 de julho). A piora foi maior tanto nas regiões com intenso tráfego aéreo (Estados Unidos, sudeste da China e Austrália) quanto nas mais remotas (Groenlândia, Antártida e deserto do Saara).

CAPA

TEMPOS DE INCERTEZA

Mudanças na rotina ocasionadas pela Covid-19 podem aumentar casos de sofrimento emocional e transtornos mentais **Ricardo Zorzetto**

As transformações no modo de viver e morrer impostas pelo novo coronavírus podem começar em breve a cobrar um preço alto sobre a saúde mental das pessoas – se já não o estão fazendo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), de quando surgiu na China, em dezembro de 2019, a 27 de julho deste ano, o vírus já infectou mais de 16 milhões de indivíduos, matou 646 mil e continua se espalhando. Na tentativa de frear a disseminação do Sars-CoV-2, causador da Covid-19, governos e autoridades de saúde de diversas nações aplicaram regras que alteraram a forma como as pessoas vivem e se relacionam umas com as outras.

De uma hora para outra, comércio, indústria, escolas e centros de lazer e atividade física fecharam e a mobilidade das pessoas ficou restrita. Quem pôde e dispôs dos recursos necessários isolou-se em casa, adotou o trabalho remoto e passou a ajudar os filhos com as aulas virtuais. Homens e mulheres começaram a usar máscara em locais públicos e o contato físico foi desestimulado – desapareceu o beijo no rosto e até o aperto de mão. Os que precisam ir às ruas convivem com receio de contrair o vírus e quem se infecta experimenta, além de sintomas físicos, o medo de desenvolver a forma grave da doença e precisar de internação. Nos hospitais, os pacientes perdem o contato direto com a família – em certos casos, conseguem contato remoto – durante um tratamento prolongado no qual só interagem com a equipe de saúde. Os médicos e a equipe de enfermagem, por sua vez, vivem rotinas exaustivas e angustiantes diante do elevado número de mortes e do risco de se infectar e levar o vírus para casa (*ver reportagem na página 24*). O caminho dos que morrem ficou mais solitário, e quem perde alguém para a Covid-19 tem de lidar com a despedida incompleta.

Apesar da capacidade humana de se adaptar a transformações, as mudanças e o surgimento de tantas adversidades em pouco tempo podem gerar uma sobrecarga de estresse que já preocupa as autoridades internacionais de saúde e os profissionais de saúde mental. Em 13 de maio, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou um relatório chamando a atenção de governos do mundo todo para que adotem medidas para reduzir o possível impacto da pandemia de Covid-19 sobre a saúde psíquica da população. "A saúde mental e o bem-estar de sociedades inteiras foram severamente afetados por essa crise e são uma prioridade que deve ser tratada com urgência", informa o documento. "É provável que haja um aumento duradouro no número e na gravidade dos problemas de saúde mental."

A OMS considera a saúde mental uma área negligenciada, que recebe dos países, em média, 2% do orçamento destinado à saúde, embora as doenças neurológicas e psiquiátricas afetem quase 1 bilhão de pessoas – segundo a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), os transtornos mentais geram custos diretos e indiretos de US$ 2,5 trilhões (4% do PIB mundial). "Se não agirmos, haverá um grande percentual de pessoas seriamente afetadas, o que terá um impacto sobre a economia desses países", afirmou a psicóloga Dévora Kestel, diretora do Departamento de Saúde Mental e Abuso de Substâncias da OMS, à tevê alemã Deutsche Welle no dia seguinte ao lançamento do relatório.

Alguns especialistas sugeriram que os problemas de saúde mental podem, eles próprios, transformarem-se em uma nova pandemia. Por ora, no entanto, não é possível saber a dimensão que o problema pode assumir. "Não houve tempo suficiente para coletar dados que permitiriam responder adequadamente a essa questão", afirmou a psiquiatra norte-americana Carol S. North, especialista em traumas e desastres do Centro Médico Sudoeste da Universidade do Texas, por e-mail a *Pesquisa FAPESP*. Para North, as pesquisas feitas em pandemias anteriores, como a da Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars), em 2003, são limitadas. "Precisamos esperar que bons dados mostrem como a Covid-19 está afetando as pessoas", propõe.

Apesar do pouco tempo desde o começo da pandemia, estudos iniciais sugerem que as mudanças na rotina e o temor de contrair a infecção e adoecer começam a elevar o número de casos de sofrimen-

ALINE VAN LANGENDONCK

to psicológico – e possivelmente de problemas psiquiátricos – em alguns países. Realizados por meio da internet, esses levantamentos consistem na aplicação de questionários a um número modesto de participantes. Seus resultados, longe de definitivos, possibilitam ter uma ideia do que pode vir pela frente. Informações mais precisas só devem ser conhecidas em meses ou anos, quando os pesquisadores tiverem melhores condições e mais tempo para aprofundar os estudos sobre esse tema.

Na China, pesquisadores da Universidade Normal do Noroeste enviaram, por meio de um aplicativo de troca de mensagens, perguntas que permitem identificar sinais de depressão, ansiedade, consumo excessivo de álcool e bem-estar psicológico para 1.074 pessoas com idade entre 14 e 68 anos. Quase dois terços eram moradores da província de Hubei, onde se localiza a cidade de Wuhan, berço da atual pandemia. Segundo os resultados, publicados em abril no *Asian Journal of Psychiatry*, a proporção de indivíduos com sinais de depressão grave era duas vezes mais alta em Hubei (11,4%) do que nas demais províncias chinesas (5,3%) que haviam sido menos afetadas pelo novo coronavírus e serviram de parâmetro de comparação. Algo semelhante foi observado com o consumo abusivo e a dependência de álcool, respectivamente, de 11% e 6,8% em Hubei e de 1,9% e 1% no resto da China.

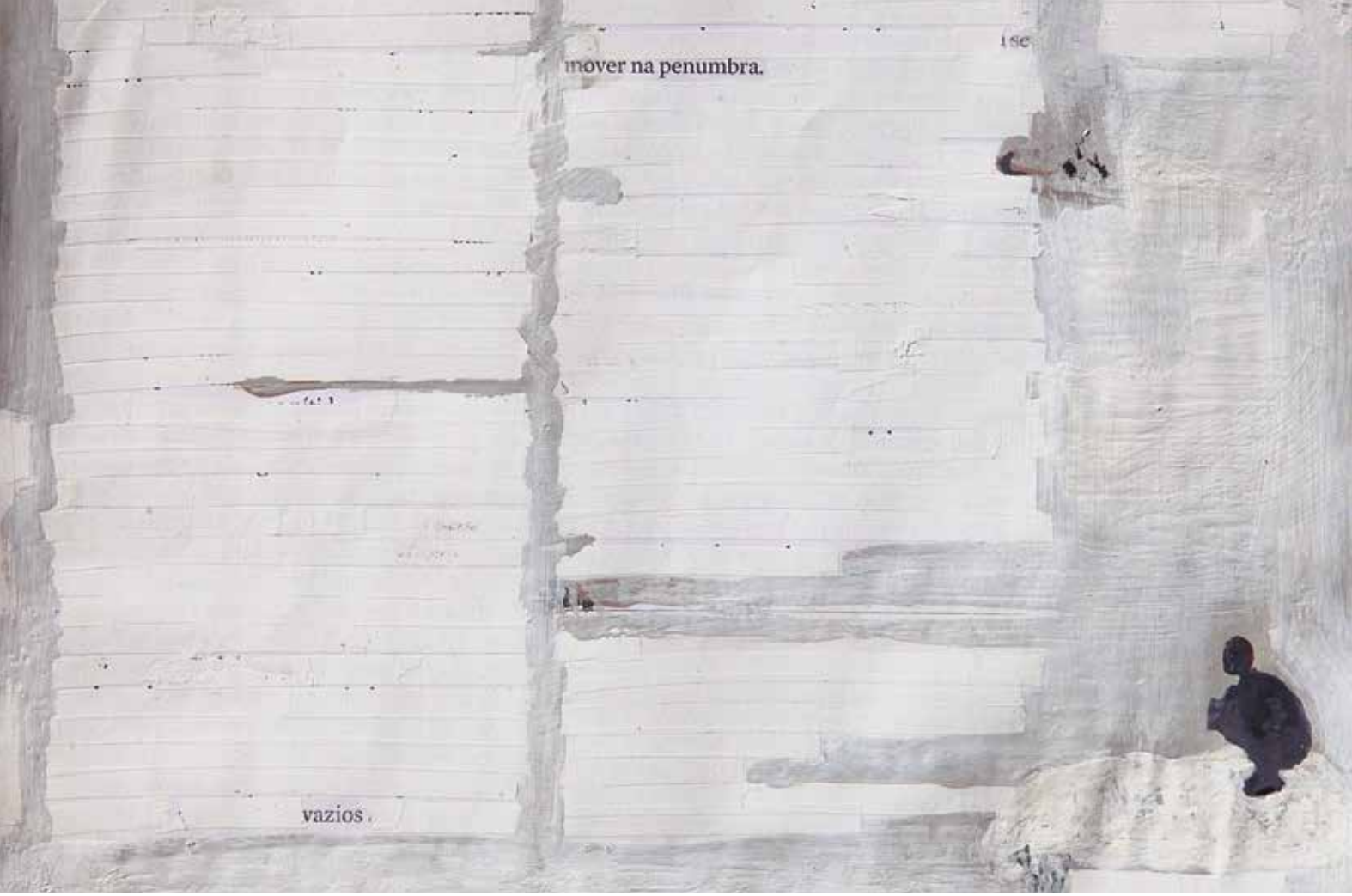
Ainda em abril, um grupo da Universidade de Sichuan, também na China, reportou na revista *Medical Science – Monitor* os achados de outro levantamento virtual. Nele, 1.593 adultos de Hubei e de quatro províncias vizinhas foram entrevistados em fevereiro, no auge do surto, semanas após a adoção de medidas mais restritivas de isolamento. A proporção de pessoas com sinais que caracterizam ansiedade e depressão foi, respectivamente, de 13% e 22% entre aquelas que enfrentaram a quarentena, índices duas vezes maiores do que os observados entre os indivíduos que puderam circular e levar uma vida mais próxima à normal (7% e 12%).

O bem-estar emocional de crianças e adolescentes também parece ter sido abalado de modo importante pelo medo do contágio e pelo isolamento social. Com autorização dos pais, 1.784 crianças de duas escolas primárias responderam a perguntas que avaliavam sinais de depressão e ansiedade, além do nível de preocupação com o contágio e do otimismo mantido durante a pandemia. Quase um em cada quatro estudantes relatou sinais compatíveis com o diagnóstico de depressão e um em cada cinco de ansiedade, proporção ao menos 30% superior à observada em estudos anteriores com crianças asiáticas de idade semelhante, segundo artigo publicado em abril na revista *Jama Pediatrics*. Os sintomas de depressão foram mais intensos nas crianças de Wuhan do que nas que viviam em uma cidade próxima, Huangshi, que permaneceu menos tempo em quarentena. "Os achados sugerem que, assim como experiências traumáticas, doenças infecciosas graves podem influenciar a saúde mental de crianças", escreveram os autores do trabalho, coordenado pela pesquisadora Ranran Song, da Universidade Huazhong de Ciência e Tecnologia.

Não há motivo para suspeitar de que a situação inicial registrada na China seja muito diversa da enfrentada pelo Ocidente. Aqui, a doença se dissemina de modo acelerado há meses, mas são escassos os dados sobre seu efeito na saúde mental das pessoas. Em um levantamento com 1.143 pais de crianças e adolescentes espanhóis e italianos conduzido pela psicóloga Mireia Orgilés, da Universidade Miguel Hernández, na Espanha, 86% dos genitores relataram que seus filhos apresentaram mudanças emocionais e de comportamento durante a quarentena. Segundo artigo depositado em abril no repositório PsyArXiv, 77% das crianças e adolescentes tiveram dificuldade de concentração, 52% se tornaram entediadas, 39% mais irritadas e inquietas.

No Brasil, o psiquiatra Guilherme Polanczyk e sua equipe no Departamento de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) iniciaram em junho o monitoramento, também por meio da aplicação de questionários on-line, de crianças e adolescentes com idade entre 5 e 17 anos de todo o país. Os pesquisadores planejam avaliar alterações na rotina, no comportamento e nas emoções ao longo de um ano. Dados preliminares, obtidos a partir da análise de 4.504 respostas, indicam que a garotada tem passado muito tempo navegando na internet (metade usa eletrônicos por mais de oito horas por dia, descontando as aulas), dormindo menos e mais sedentária (43% não faziam atividade física havia duas semanas). Também sugerem que 13% dos participantes apresentavam algum nível de ansiedade e 16% de depressão que mereceria a avaliação de um especialista. "É uma proporção muito elevada, maior ainda nos filhos de pais estressados e com menor nível socioeconômico", afirma Polanczyk.

Os números nesses levantamentos impressionam, mas devem ser vistos com cautela. Apesar dos cuidados tomados pelos pesquisadores, inquéritos feitos via internet nem sempre atingem amostra representativa de uma população. Por exemplo, é maior a probabilidade de que pessoas



ALINE VAN LANGENDONCK

mais ricas, com maior escolaridade e melhor acesso à rede respondam à pesquisa do que as que se encontram no outro extremo socioeconômico. Também é esperado que um número maior de indivíduos com algum grau de sofrimento psíquico dedique algum tempo para responder às questões do que aqueles que se sentem saudáveis.

Além dessas limitações, há uma diferença importante entre sofrimento psicológico e transtorno psiquiátrico, que nem sempre é apreendida nesses levantamentos. Ambos os problemas consistem em sentimentos e emoções que podem ou não surgir em resposta a mudanças no ambiente e causam desconforto emocional, afetando a capacidade de executar as atividades cotidianas. "O que distingue um do outro é a intensidade", explica o psicólogo Christian Kristensen, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). "A partir de certo grau de sofrimento ou prejuízo no funcionamento e de sua duração, o problema se torna patológico e pode ser considerado transtorno psiquiátrico", conta o pesquisador, integrante de um grupo da PUC-RS que realiza outro inquérito on-line para avaliar como a pandemia está afetando a saúde mental dos brasileiros. Além de menos intenso, o sofrimento psicológico persiste menos tempo (dura dias) e raramente necessita de tratamento com medicação, embora seja de duas a três vezes mais frequente na população do que os transtornos psiquiátricos.

Outra razão para analisar com prudência os números é que boa parte das pessoas, mesmo as expostas a eventos traumáticos, não desenvolve transtornos psiquiátricos. Estudando os desastres, Carol North constatou que menos da metade das pessoas que passaram diretamente por traumas intensos apresentou um problema psiquiátrico. "Essa proporção é muito menor na população geral", afirma a psiquiatra. "As pessoas são resilientes." Ela, no entanto, suspeita que grande parte dos indivíduos, incluindo os não expostos, possa apresentar algum grau de sofrimento psíquico em consequência do medo associado à infecção, ao isolamento social e às perdas econômicas.

"O surgimento dos transtornos mentais depende da vulnerabilidade biológica do indivíduo e dos fatores ambientais. Diante de um fator ambiental com a magnitude dessa pandemia, até as pessoas menos vulneráveis podem desenvolver algum problema", explica o psiquiatra Luis Rohde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). "Para a maior parte das outras pessoas, esse deve ser um período de estresse e ansiedade, mas transitório", pondera Polanczyk, da USP.

Além do possível aumento em casos de ansiedade e de depressão, espera-se alguma elevação nos de transtorno de estresse pós-traumático, que consiste na rememoração de eventos altamente estressantes em que há ameaça à vida, e de luto prolongado, no qual passa a existir a dificuldade de superar a perda de quem partiu. "A pandemia já provocou um processo de luto coletivo na população pela perda da vida normal e deve agravar o luto vivido por familiares e amigos de quem morre por causa da Covid", propõe a psicóloga Maria Júlia Kovács, do Instituto de Psicologia da USP.

Mesmo que modesto, um aumento nos casos de transtorno psiquiátrico deve sobrecarregar um sistema de saúde despreparado para lidar com o problema. "O sistema de saúde brasileiro foi organizado para atender casos graves, como esquizofrenia e transtorno bipolar", lembra o psiquiatra Jair Mari, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). "Pessoas com depressão, ansiedade, síndrome do pânico ou problema de adição a drogas vivem no limbo." Estudos coordenados por Mari já indicaram que o Brasil tem proporcionalmente poucos psiquiatras (3,2 para cada 100 mil habitantes; nos países ricos essa proporção é 20 vezes maior) e que 85% das pessoas com um diagnóstico de transtorno mental não recebem tratamento medicamentoso que poderia controlar o problema.

Para Polanczyk, a pandemia deve alargar as desigualdades sociais também no que diz respeito ao acesso aos serviços de saúde mental. "Os mais atingidos provavelmente serão as crianças e os adultos mais pobres, cujo problema nem chega a ser detectado em levantamentos on-line", diz. "Em nosso estudo, observamos que o número de crianças e adultos com sintomas clínicos é de duas a três vezes maior entre os de nível socioeconômico mais baixo do que entre os mais ricos. Para melhorar a situação deles, será necessária a atuação do Estado."

Enquanto não se enxerga o fim da pandemia, psiquiatras e psicólogos fazem algumas recomendações para amenizar o sofrimento psíquico: manter uma rotina parecida com a de antes, dormindo e acordando no mesmo horário; fazer exercício físico; não aumentar o consumo de bebidas alcoólicas; tentar desenvolver hobbies e realizar atividades de lazer; e não ficar ligado o tempo todo no noticiário.

"São dicas gerais e sem contraindicação", diz o psiquiatra André Brunoni, da FM-USP. Usando ferramentas on-line, atualmente ele avalia os efeitos da pandemia em uma amostra de 4 mil pessoas que participam do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (Elsa-Brasil), que acompanha há anos a saúde de 15 mil funcionários públicos brasileiros.

"Esperamos identificar fatores que aumentem o risco de desenvolver transtornos mentais", explica.

Os participantes da pesquisa que apresentarem alto nível de estresse serão encaminhados para participar de uma das duas estratégias de atendimento a distância para ajudar a lidar com problemas como estresse, insônia e pensamentos negativos: a teleterapia em grupo, em que um psicólogo acompanha de seis a oito pessoas durante cinco sessões, ou a psicoeducação, em que o participante recebe textos e vídeos ensinando técnicas para lidar com os sintomas. "Se a psicoeducação atingir níveis de eficácia semelhantes aos do teleatendimento, ela poderá ajudar a aumentar a capacidade de atender as pessoas", diz Brunoni.

Para o restante da população, a equipe da psiquiatria da USP lançou em junho um aplicativo de celular – o COMVC, disponível para os sistemas Android e iOS – que usa questionários aprovados por entidades psiquiátricas para monitorar sintomas de ansiedade, depressão, insônia e esgotamento (*burnout*). Quem apresenta nível moderado recebe a indicação de vídeos que orientam como lidar com o problema. Para os casos graves, a ferramenta apresenta uma lista de instituições que oferecem atendimento psicológico de emergência gratuito ou de baixo custo. "Há muitos apps de saúde mental, mas é difícil encontrar informações e tratamento de qualidade", diz o psicólogo Daniel Fatori, que coordenou o desenvolvimento do COMVC e faz estágio de pós-doutorado na instituição. "Esperamos que o aplicativo ajude a resolver casos leves ou moderados." ■

Projetos

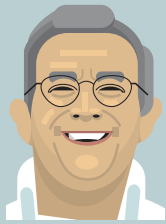
1. Impacto na saúde mental da pandemia do novo coronavírus (Covid-19) nos participantes do estudo longitudinal de saúde do adulto (Elsa-Brasil) do estado de São Paulo (nº 20/05441-9); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisadora responsável** Isabela Judith Martins Benseñor (USP); **Investimento** R$ 131.191,76.

2. Intervenções na primeira infância e trajetórias de desenvolvimento cognitivo, social e emocional (nº 16/22455-8); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Guilherme Vanoni Polanczyk (USP); **Investimento** R$ 2.509.395,96.

ILUSTRAÇÕES ALINE VAN LANGENDONCK E FERNANDO CARVALL

PESQUISA NA QUARENTENA

"OPORTUNIDADE PARA REPENSARMOS O MODO COMO VIVEMOS"



A crise mudou a visão do trabalho intelectual em casa. Havia computadores, mas não ambiente físico nem preparo para esse tipo de atividade. As outras pessoas interrompiam a toda hora, achavam que você estava vagabundeando e não trabalhando.

Não é o meu caso. Trabalho em casa desde o doutorado, na Alemanha, na década de 1980. Na universidade [Federal do Pará], montei minha sala, mas a todo momento tinha de parar para dar atenção aos alunos ou aos colegas. Seis meses depois, voltei a trabalhar em casa.

Estou com uma carga de trabalho extremamente estimulante. Em novembro de 2019 saíram os dados totais do Censo Agropecuário 2017, fundamentais para minhas análises sobre a dinâmica regional na Amazônia. Já mandei um artigo para uma revista, outro foi aprovado [para publicação] e estou terminando um terceiro.

Os dados e análises a partir do Censo estão sendo úteis nos relatórios do SPA [Science Panel for the Amazon, da Organização das Nações Unidas], para o qual fui convidado em março. As reuniões são virtuais e têm funcionado bem. Estamos preparando um relatório que deve ser o estado da arte do conhecimento sobre a Amazônia, para fortalecermos o diálogo mundial sobre essa região.

Estou usando quase todo meu tempo nas análises do Censo e do SPA, somando o trabalho com outros professores na manutenção do nosso grupo de pesquisa, o GP-DadesaNaea [Grupo de Pesquisa Dinâmica Agrária e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos da UFPA]. Mesmo sem aulas, queremos manter os alunos mobilizados.

FRANCISCO DE ASSIS COSTA é professor e pesquisador da Universidade Federal do Pará (UFPA), em Belém, e membro do Science Panel for the Amazon, da Sustainable Development Network (SDSN), ligado à ONU.

DEPOIMENTO CONCEDIDO A CARLOS FIORAVANTI

EQUIPES DA SAÚDE SOB ESTRESSE EMOCIONAL

Triplica o nível de depressão entre profissionais que atendem pacientes com Covid-19

Carlos Fioravanti

Por estarem em contato com pessoas com Covid-19, médicos, enfermeiros, motoristas de ambulância e agentes comunitários da saúde estão sob intenso estresse emocional, expresso em insônia, ansiedade, depressão, irritabilidade e medo de se infectar ou de transmitir o novo coronavírus a seus familiares. As equipes de especialistas em saúde mental de várias universidades que observaram essas alterações também criaram ações para amenizar esses efeitos da pandemia. Até o final de julho, de acordo com o Conselho Federal de Enfermagem e o Ministério da Saúde, cerca de 310 enfermeiros e 113 médicos haviam morrido por causa da Covid-19 no Brasil.

"Os supervisores de equipes e os colegas devem estar atentos para identificar os sinais de que os colegas estão perto da exaustão emocional", sugere a psiquiatra Ana Bresser Tokeshi, preceptora da residência em psiquiatria no Centro de Atenção Integrada à Saúde Mental (Caism) da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Ela e Amanda Steil, médica residente em medicina de emergência do Hospital São Paulo (HSP), ligado à Unifesp, coordenaram uma pesquisa on-line com médicos residentes de todo o país. O estudo reuniu 3.067 respostas, o equivalente a 8% dos médicos em formação no Brasil. As análises preliminares indicaram uma taxa de depressão de 67% e de ansiedade de 52% durante a pandemia, acima dos 20% e 40%, respectivamente, registrados em levantamentos anteriores no Brasil. "Quanto menor o respaldo dos supervisores, maior o risco de ansiedade e depressão", concluiu Tokeshi.

Em maio, o único serviço nacional voltado a profissionais da saúde com dúvidas sobre a Covid-19, o 0800-644-6543, do MS, incorporou o TelePsi-Covid-19, um serviço de atendimento psicológico e psiquiátrico coordenado pelo Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Depois de uma triagem, quem apresentar sintomas leves de ansiedade, depressão ou irritabilidade recebe uma avaliação por e-mail e segue para uma conversa com um psicólogo. Quem tiver sintomas mais pronunciados é conduzido para quatro consultas de uma hora de psicoterapia on-line. Os serviços psicológicos adotam uma de três abordagens distintas, a cognitiva-comportamental, a interpessoal e a telepsicoeducação, para ajudar a solucionar os problemas. "As estratégias devem funcionar, mas queremos avaliar cientificamente qual a mais eficaz para essas situações", comenta o psiquiatra e coordenador do programa Giovanni Salum, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Das 300 pessoas atendidas até meados de julho, 30 estavam em situação mais grave. Dessas, os psiquiatras identificaram três com ideias suicidas que foram encaminhadas para os serviços de saúde das cidades onde moravam para ser atendidas com urgência. A equipe de 34 pessoas do TelePsiCovid-19 está preparada para atender pelo menos 10 mil funcionários do SUS – dos 3,5 milhões, cerca de 1 milhão trabalha diretamente com a Covid-19.

"A maior parte dos profissionais da saúde não procura ajuda espontaneamente, principalmente os médicos", reconhece o psiquiatra Eurípedes Constantino Miguel, da Universidade de São Paulo (USP). Miguel coordena o COMVC-19, programa de atendimento psicológico e psiquiátrico voltado aos cerca de 20 mil funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Até o dia 5 de julho, 345 pessoas, após a triagem inicial, foram encaminhadas para sessões de psicoterapia. Desse total, 142 relataram se sentir "nervosa, ansiosa ou muito tensa" e 98 "não ser capaz de impedir ou controlar as preocupações", de acordo com o questionário de avaliação inicial; 108 eram enfermeiros e técnicos, 82 do setor administrativo, 76 médicos e 79 de outras categorias. Apresentado em junho na revista médica *Clinics*, o programa oferece vídeos sobre teoria e metodologia para profissionais da área da saúde mental e motivacionais para os que atendem pessoas com Covid-19.

Na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, as psicólogas Flavia de Lima Osório e Sonia Regina Loureiro coordenaram uma pesquisa on-line de alcance que reuniu mil respostas até o início de julho. Mais da metade (56%) dos participantes relatou sentir que as pessoas em geral evitavam contato com eles por causa do trabalho com pessoas com Covid-19 e 16% pensavam com regularidade em pedir demissão do emprego.

AMEDRONTADOS E DESTEMIDOS

"Vejo todo mundo estressado, correndo o dia inteiro, para salvar a vida dos pacientes", observa a psiquiatra Vanessa de Albuquerque Cítero, coordenadora do serviço de saúde mental do HSP. Com sua equipe, ela intensificou a atenção às equipes médicas das UTIs e ambulatórios com pessoas com Covid-19. Cítero concluiu que a depressão e o medo, principalmente entre os médicos residentes, podem se expressar por meio do pessimismo ou, inversamente, pela displicência com as medidas de segurança contra o vírus, como se quisessem se infectar logo para se livrar da angústia persistente. "São formas de defesa emocional exacerbada para não entrar ou sair logo do sofrimento emocional", diz. Quando lhe parece necessário, ela recomenda a psicoterapia.

"Um mês depois do início da pandemia, comecei a atender residentes que estavam com Covid-19 e falavam sobre a angústia da morte e de não ter contato com os familiares", relata a psicóloga Daniela Betinassi Parro-Pires, coordenadora do Núcleo de Assistência e Pesquisa em Residência (Napreme) da Unifesp.

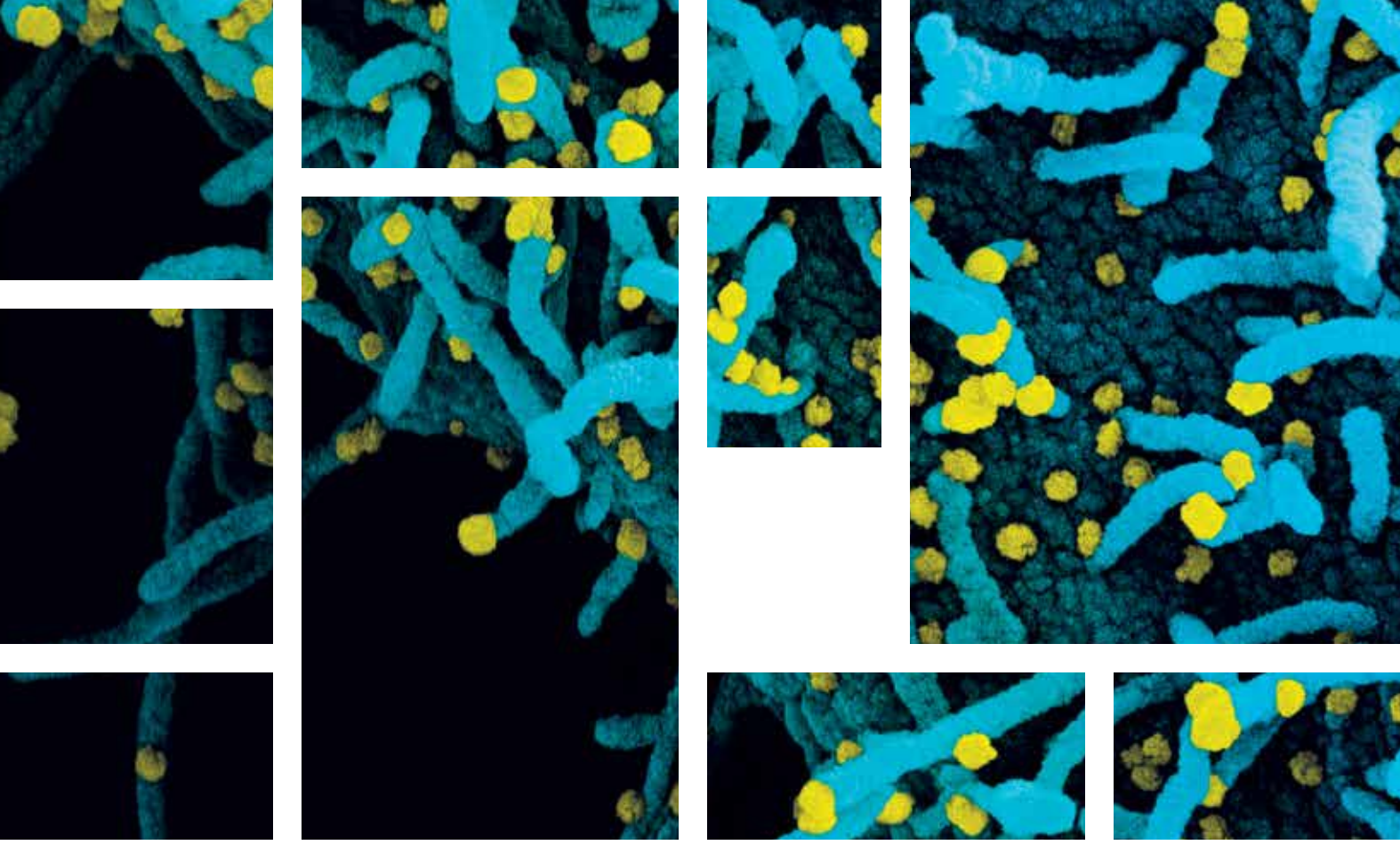
Em maio, o psiquiatra Marcelo Feijó de Mello, com sua equipe, enviou e-mails e espalhou cartazes motivando as equipes do HSP a procurar os serviços on-line de atendimento psicológico e psiquiátrico do programa que ele coordena no Caism da Unifesp. Até meados de julho, chegaram 96 pedidos de ajuda. "A maioria dos casos era de estresse agudo, ansiedade e insônia, que melhoram bem com três sessões de atendimento, mas todos estavam com medo de ver pessoas morrendo sem poder fazer muita coisa", comenta.

A pandemia agravou o desgaste físico, emocional e profissional de auxiliares e técnicos de enfermagem e enfermeiros. Maria do Perpétuo Nóbrega, da Escola de Enfermagem da USP, chegou a essa conclusão em julho, ao terminar a análise das respostas de 719 profissionais dessa área que participaram de uma pesquisa nacional on-line. Entre eles, 78,6% não haviam recebido suporte psicológico da instituição em que trabalhavam, 74,9% recebiam de 1 a 3 salários mínimos, 70,9% conheciam alguém com Covid-19 e 29,6% tinham algum familiar ou amigo que morreu por causa dessa doença. Entre os que responderam ao questionário, 38,2% relataram sintomas de depressão, 32,2% de ansiedade e 7,7% de pânico; depois do início da pandemia, 7,8% começaram tratamento psicológico e 5,4% psiquiátrico. Os profissionais dessa área que adoeciam por causa da Covid-19 expressavam culpa por não estar ajudando os colegas que permaneciam trabalhando nos hospitais. ■

Artigo científico

FUKUTI, P. *et al.* How institutions can protect the mental health and psychosocial well-being of their healthcare workers in the current Covid-19 pandemic. **Clinics**. v. 75, e1963. 3 jun. 2020.

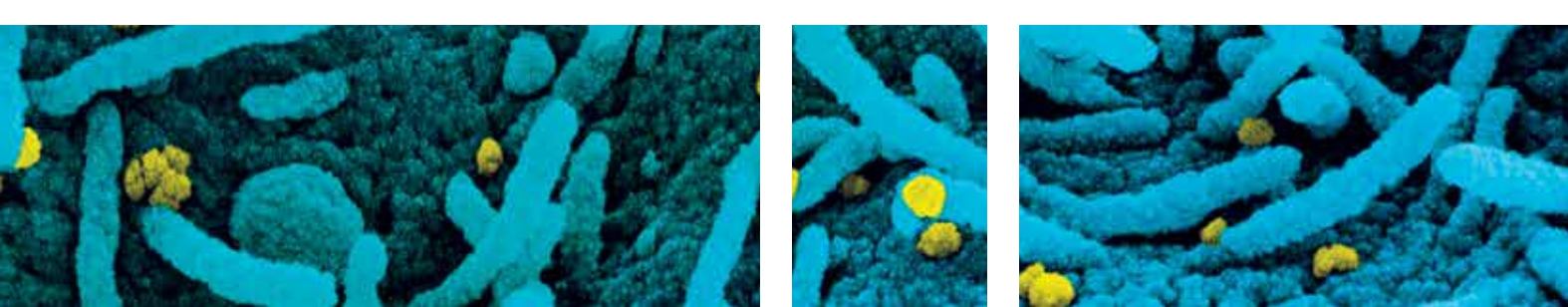
ALINE VAN LANGENDONCK



O QUEBRA-CABEÇA DA IMUNIDADE

Questões cruciais sobre a resposta do sistema imunológico contra o novo coronavírus permanecem em aberto

Frances Jones



Oito meses depois de o vírus Sars-CoV-2, causador da Covid-19, ter sido identificado pela primeira vez em humanos na cidade de Wuhan, na China, pesquisadores e médicos ainda tentam montar o grande quebra-cabeça que indique como o sistema imunológico responde ao patógeno. Saber exatamente como as pessoas infectadas combatem e eliminam o vírus e por quanto tempo ficam protegidas de uma possível reinfecção é importante para o desenvolvimento de vacinas, medicamentos e até para as políticas públicas que determinam a necessidade de medidas de distanciamento social, quarentenas e *lockdowns*.

Aos poucos, as numerosas pesquisas relacionadas à Covid-19 têm fornecido peças ao jogo. O quadro, porém, segue incompleto. Até agora não há nenhum caso comprovado, que não suscite nenhuma dúvida, de reinfecção – sinal para os cientistas de que alguma proteção há para aqueles que já se infectaram. O grau dessa imunidade e a sua duração permanecem incógnitas.

A missão de completar o quebra-cabeça fica mais difícil dada a novidade representada pelo vírus e a complexidade do sistema imunológico humano – ora comparado a uma orquestra com diversos componentes, ora ao Exército com diferentes subdivisões e batalhões, ora a uma máquina com muitas engrenagens. O batalhão mais popular dessa força de defesa é formado pelos anticorpos, entre eles as conhecidas imunoglobulinas G (IgG) e M (IgM), identificados nos testes rápidos aplicados em farmácias e laboratórios (*ver box na página 29*). Anticorpos são proteínas dissolvidas no plasma sanguíneo e produzidos por linfócitos B. A defesa por anticorpos é chamada pelos médicos de imunidade humoral.

Pesquisas e inquéritos epidemiológicos em geral procuram por essas classes de anticorpos para verificar qual a porcentagem de determinado grupo populacional que já teve contato com o vírus. "Costumamos dizer que a IgG é quase como uma cicatriz imunológica, um sinal dizendo que um vírus passou por ali", explica o médico imunologista 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).

Um estudo chinês publicado em 18 de junho na revista *Nature Medicine*, no entanto, observou que 37 pessoas que comprovadamente haviam sido infectadas com o Sars-CoV-2, mas permaneceram assintomáticas, apresentaram níveis menores no sangue de IgG e de anticorpos neutralizantes (que impedem o vírus de entrar nas células) do que as que tiveram sintomas moderados, apesar de ficarem por mais tempo com níveis detectáveis de vírus que os sintomáticos. Além disso, dois ou três meses depois da infecção aguda, os níveis desses anticorpos caíram a um patamar que, em 40% dos casos de assintomáticos, se tornaram não detectáveis. No caso dos pesquisados com sintomas, 12,9% ficaram soronegativos.

O resultado da pesquisa chinesa levantou dúvidas se pessoas com a forma leve da Covid-19 estariam então mais suscetíveis a uma reinfecção. Ainda não é possível esclarecer essa questão, dizem os especialistas. Uma possibilidade é a de que os testes não tenham conseguido detectar uma quantidade menor de anticorpos e eles, apesar da pouca quantidade, seriam eficientes o bastante para combater o vírus. De qualquer forma, segundo os autores do artigo, da Universidade Médica de Chongquing, os resultados contribuem para expor os riscos de usar passaportes de imunidade à Covid-19, como alguns governos cogitaram adotar, conferindo vantagens de mobilidade a pessoas que já tivessem se recuperado da infecção pelo vírus.

"Associar a presença de anticorpos, do tipo IgG, a um passaporte de imunidade é uma questão que já caiu por terra", considera a infectologista Nancy Bellei, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). "Observamos que muitos

Imagem de microscopia eletrônica colorizada mostra uma célula humana fortemente afetada por partículas virais do Sars-CoV-2 (*em amarelo*)

NIAID

pacientes que contraíram a doença depois de algum tempo não têm mais IgG que reconheça os antígenos virais." Para ela, que desenvolve pesquisas na área de vírus respiratórios há décadas, o resultado desse estudo na China não é exatamente uma surpresa, assim como outros que apontam na mesma direção, como um divulgado em meados de julho por pesquisadores do King's College de Londres, na Inglaterra.

"Os vírus respiratórios classicamente não determinam uma imunidade permanente e as pessoas infectadas por eles não costumam manter os níveis de imunoglobulina positivos estáveis como logo após a infecção", declara a pesquisadora. "A despeito de ser novo para a população humana e de apresentar características de patogenicidade em outros tecidos além dos respiratórios, o Sars-CoV-2 não deixa de se comportar e de ser classificado como um vírus respiratório", ressalta.

Mas níveis baixos ou mesmo ausência de IgG no plasma sanguíneo das pessoas já infectadas, mesmo que assintomáticas, indicariam que essas pessoas não têm nenhuma imunidade ao novo coronavírus? Muito provavelmente a resposta a essa pergunta é não, dizem infectologistas e imunologistas. Dois artigos recentes, publicados nos repositórios de *preprints* medRxiv e bioRxiv, apontam que parte dos indivíduos pode desenvolver uma forte resposta celular de linfócitos T específicos ao Sars-CoV-2 mesmo sendo soronegativa. Linfócitos são um tipo de célula de defesa do organismo.

O primeiro artigo, de autoria de cientistas da Universidade de Estrasburgo, na França, refere-se aos casos de sete famílias que tinham ao menos um de seus integrantes se recuperando da forma moderada da Covid-19. Seis de um total de oito parentes que depois desenvolveram sintomas da doença apresentaram respostas de células T, mas não anticorpos contra o novo coronavírus.

O segundo estudo, de pesquisadores do Instituto Karolinska, na Suécia, investigou a resposta de células T de memória em diferentes grupos de pessoas: doadores de sangue saudáveis, que doaram antes da pandemia ou durante; parentes que dividiam a casa com indivíduos convalescentes e expostos à doença durante a fase dos sintomas; e pessoas que estavam em fase de recuperação da doença, que haviam tido sintomas leves/nenhum sintoma ou a forma grave da Covid-19. Os cientistas também observaram uma resposta celular dos linfócitos T muito robusta mesmo sem a presença de anticorpos.

"Os resultados desses estudos somados à inexistência de casos de reinfecção até agora nos dão certa tranquilidade de que é muito provável que tenhamos, ao menos durante algum período, certo grau de proteção. Quanto à duração dessa imunidade, só o tempo irá dizer", destaca o infectologista Reinaldo Salomão, da Escola Paulista de Medicina da Unifesp, pesquisador responsável por um estudo apoiado pela FAPESP que vai investigar as respostas inflamatórias e imunológicas de pacientes com Covid-19 grave e moderada.

Salomão ressalta que um possível motivo para a não detecção de IgG nos testes sorológicos de indivíduos que se infectaram, tal qual demonstrado nas pesquisas realizadas até então, esteja relacionado aos próprios testes, que podem não ser tão sensíveis e específicos para o Sars-CoV-2. "Isso aconteceu também com o HIV. Agora estamos na quarta geração de testes para essa enfermidade e eles melhoraram muito."

Cientistas de Bio-Manguinhos, do Rio de Janeiro, trabalham no desenvolvimento de vacina contra o novo coronavírus

LÉO RAMOS CHAVES

Por outro lado, especialistas salientam que mesmo um teste positivo para IgG não significa necessariamente que o indivíduo esteja protegido contra o vírus, uma vez que o exame não deixa claro se foram produzidos ou não anticorpos neutralizantes, capazes de evitar que o novo coronavírus entre na célula humana. A presença no sangue de IgG, destacam especialistas, não está necessariamente relacionada à existência de anticorpos neutralizantes.

O primeiro estudo a mostrar a possibilidade de uma resposta celular humana vigorosa contra o novo coronavírus, de acordo com o imunologista Edecio Cunha-Neto, do InCor e FM-USP, foi publicado em maio na revista *Cell* por cientistas do Instituto de Imunologia de La Jolla, em San Diego, Califórnia, nos Estados Unidos.

Além de observar uma forte resposta celular a proteínas que simulavam o Sars-CoV-2 em um grupo de 20 adultos que se recuperaram da Covid-19, eles também viram que havia uma reação positiva de 40% das amostras de sangue retiradas em 2019, antes da disseminação da Covid-19, usadas no estudo como controle. Ou seja, havia uma resposta imune celular a peptídeos – fragmento de proteínas – que se assemelhavam aos peptídeos do novo coronavírus no sangue de pessoas que nunca haviam tido contato com o vírus.

"A única forma de explicar isso é que essas células T de memória nesses indivíduos apareceram depois de um contato com um patógeno muito parecido", diz Cunha-Neto. "Esse patógeno existe: é o coronavírus endêmico ou sazonal, o que causa resfriado leve." De acordo com o pesquisador, cerca de 50% da sequência das proteínas dos coronavírus endêmicos é idêntica ao Sars-CoV-2. "O trabalho da Universidade de Estrasburgo já havia observado uma reatividade intensa e frequente a coronavírus endêmicos em todos os parentes que contraíram a Covid-19 e em 80% das pessoas saudáveis testadas", diz Cunha-Neto.

Em comentário publicado na *Nature Reviews Immunology* em 7 de julho, os cientistas Alessandro Sette e Shane Crotty, coautores do artigo da *Cell*, sustentam que mais de 90% da população humana é soropositiva para ao menos três dos quatro tipos de coronavírus endêmicos que circulam pelo mundo. E que a resposta cruzada de células T de memória seria capaz de interferir em resultados de vacinação, podendo levar, por exemplo, a uma resposta imune melhor ou mais rápida. Por outro lado, destacam os pesquisadores, pode ser um fator de confusão especialmente para os ensaios de fase 1 no desenvolvimento de vacinas. Isso porque os testes dessa fase são feitos com grupos menores de pessoas e o fato de os indivíduos terem ou não células com memória decorrentes do contato com coronavírus endêmicos poderia levar a diferentes conclusões.

Para tentar evitar a resposta cruzada e verificar se há mesmo uma imunidade celular específica e eficaz ao novo coronavírus, Cunha-Neto e seu grupo de pesquisa preparam um experimento no qual vão selecionar os peptídeos usados para verificar a resposta celular, separando as partes que são exclusivas ao Sars-CoV-2 dos trechos idênticos aos dos outros coronavírus. "Só assim poderemos dizer se há mesmo pacientes com Covid-19 soronegativos e com resposta celular específica ao Sars-CoV-2 e qual sua proporção", diz o pesquisador. Se comprovado, isso pode indicar que avaliações de infectados/imunes somente usando testes de anticorpos subestimam o número real de

BATALHÃO ORQUESTRADO

Entenda como o organismo reage quando é atacado por um patógeno desconhecido

A primeira resposta do sistema imunológico contra a infecção pelo Sars-CoV-2, assim como por novos vírus e bactérias, vem da chamada imunidade inata, que é mais genérica e nasce com todo ser humano. "Se alguém tem uma resposta inata muito forte e elimina o vírus, ela nem vai ter sinal de que se infectou", diz o imunologista Edecio Cunha-Neto, do Instituto do Coração (InCor).

Quando a imunidade inata não aniquila em poucos dias o patógeno, o organismo ativa a chamada imunidade adaptativa, que é mais específica e varia conforme as experiências do indivíduo com microrganismos patogênicos, gerando uma memória imune. A imunidade adaptativa envolve tanto anticorpos, produzidos pelas células ou linfócitos B – a chamada imunidade humoral –, quanto os linfócitos T, a imunidade celular. As primeiras a serem ativadas quando a inata não resolve a questão são as células T CD4+. "Quando isso ocorre, elas agem diretamente sobre o patógeno, ativam células T CD8+ citotóxicas ou ativam os linfócitos B", diz Cunha-Neto.

Os linfócitos T CD8+ citotóxicos ativados pelas células T CD4+ tornam-se capazes de destruir as células já infectadas pelo patógeno, enquanto os anticorpos neutralizantes impedem a entrada do vírus nas células saudáveis. "Na maior parte dos casos, antes de ter um anticorpo específico para o vírus, tem-se uma célula T específica", explica o pesquisador do InCor. Às vezes, o vírus é eliminado antes de qualquer produção de anticorpos, que levam cerca de 7 a 14 dias para aparecer.

Os anticorpos do tipo imunoglobulina M (IgM) são produzidos na fase aguda da infecção e os do tipo imunoglobulina G (IgG) aparecem depois, quando em tese a pessoa já estaria protegida – para cada patógeno diferente que ataca o organismo são produzidos anticorpos (IgG, IgM etc.) específicos para aquele invasor. Existem, ainda, três outras classes de imunoglobulina: IgA, IgE e IgD (*ver infográfico na página 30*).

Dependendo do tipo de vírus, os níveis de IgG permanecem detectáveis por meses ou anos. Mas, aparentemente, não é isso o que vem ocorrendo no caso do Sars-CoV-2 – algumas pesquisas apontaram que eles podem desaparecer em duas ou três semanas.

Em artigo ainda não revisto pelos pares publicado em junho na plataforma medRxiv, pesquisadores da Universidade Yale, nos Estados Unidos, descrevem os resultados de um estudo longitudinal nos quais acompanharam ao longo do tempo 103 pacientes positivos para a Covid-19, comparando com 108 indivíduos para controle, negativos para a doença, observando a resposta imunológica ao vírus e a trajetória clínica de cada um.

As duas principais conclusões foram a de que um quadro clínico mais grave está associado não só à carga viral mais intensa e prolongada, mas a uma disfunção da resposta imune, que em um primeiro momento é mais lenta para controlar o Sars-CoV-2 e depois acaba ativando uma resposta inflamatória exagerada; e que há marcadores imunológicos presentes no sangue já na fase inicial da doença capazes de predizer a trajetória clínica.

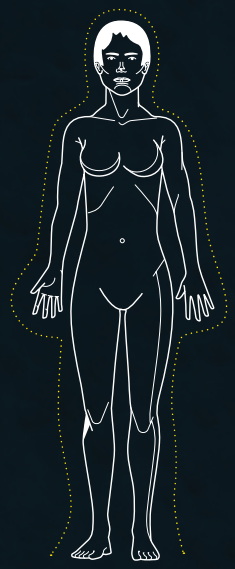
"Isso poderá auxiliar no direcionamento do tratamento e de intervenções clínicas", diz a imunologista brasileira Carolina Lucas, primeira autora do artigo, que atualmente faz pós-doutorado em Yale. "Esse estudo mostra que é importante não só focalizar no controle do vírus, mas também no controle da resposta inflamatória excessiva."

O SISTEMA IMUNOLÓGICO E O VÍRUS

Saiba como nosso organismo se protege contra o novo coronavírus

1. SISTEMA INATO

Mais genérica, a primeira resposta imunológica contra a infecção pelo Sars-CoV-2 é dada por esse sistema, que já nasce com os seres humanos. É formado por barreiras celulares, químicas, físicas e biológicas



2. SISTEMA ADAPTATIVO

É mais específico e varia segundo as experiências de cada pessoa com microrganismos patogênicos. Pode gerar memória imunológica, conferindo proteção a reinfecções. Divide-se em dois tipos

IMUNIDADE HUMORAL

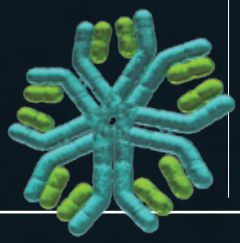
1. É a resposta dos anticorpos, ou imunoglobulinas (Ig). Há **CINCO TIPOS**, cuja produção é mediada pelas chamadas células ou linfócitos B

2. Inicialmente, as células B produzem IgM. Após diferenciação, são geradas as outras classes de imunoglobulina, cada uma com diferentes características

3. Após o processo de maturação, os linfócitos B produzem anticorpos que se ligam diretamente ao vírus e impedem a sua entrada nas células. São os anticorpos neutralizantes, em sua maioria IgG ou IgA, mas que também podem ser da classe IgM

4. Os anticorpos que se ligam a regiões do vírus que não interferem na invasão celular são chamados de não neutralizantes

IgM
Primeira a ser produzida, é encontrada no soro e costuma desaparecer após a fase aguda da infecção



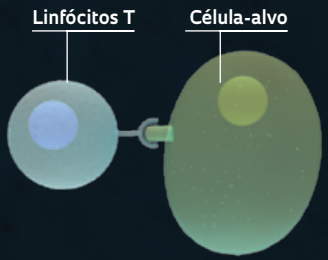
IgG
Principal imunoglobulina da imunidade adquirida, é a que tem maior concentração no sangue. Mais efetiva do que a IgM contra o vírus

IgA
Encontrada nas mucosas do trato respiratório, gastrointestinal e urogenital, bem como na saliva, nas lágrimas e no leite, previne a entrada de patógenos

IgE
Envolvida em processos alérgicos e parasitários

IgD
Localizada em geral na superfície das células B, pode estimular a alta produção de anticorpos ao reconhecer um antígeno

IMUNIDADE CELULAR



1. É a resposta imune das células ou linfócitos T. Um desses tipos de células, os linfócitos T citotóxicos, consegue destruir as células do hospedeiro já infectadas pelo vírus

2. Os testes para a detecção da presença de células T específicas são mais difíceis e caros de ser realizados do que os testes para anticorpos

Os **linfócitos T CD4+**, chamados de auxiliadores, desempenham um papel importante na defesa imunológica. Eles ajudam na ativação de linfócitos T citotóxicos, capazes de destruir as células infectadas, e de linfócitos B, que produzem anticorpos

FONTES EDECIO CUNHA-NETO; CAROLINA LUCAS; ARTIGO "SISTEMA IMUNITÁRIO – PARTE II; FUNDAMENTOS DA RESPOSTA IMUNOLÓGICA MEDIADA POR LINFÓCITOS T E B"

Profissional da saúde coleta sangue para realização de teste sorológico rápido para Covid-19

infectados com o patógeno, sustenta Cunha-Neto.

"Enquanto a produção de grandes quantidades de anticorpos ocorre apenas antes da eliminação do vírus, e depois seus níveis se reduzem no sangue ou até ficam indetectáveis, as células T de memória persistem por décadas", afirma. Ele explica que pacientes que contraíram a Síndrome Respiratória Aguda Grave (Sars) quase 20 anos atrás, causada pelo Sars-CoV-1, "primo" do Sars-CoV-2, têm poucos anticorpos, mas quantidades consideráveis de linfócitos T de memória ao vírus original, que se ativam vigorosamente após novo contato com o antígeno. "Imagina-se hoje que a memória e a defesa de longo prazo contra o Sars-CoV-2 dependam muito dos linfócitos T. Assim, uma vacina eficaz teria que induzir a produção tanto de anticorpos neutralizantes, ou não, quanto de linfócitos T CD4+ e CD8+."

Também no InCor, Kalil desenvolve pesquisa com 220 convalescentes que tiveram a doença e eliminaram o vírus. Ele estuda a resposta de anticorpos e de linfócitos T a fim de definir alvos específicos para o desenvolvimento de uma vacina brasileira. "Provavelmente vamos trabalhar em nosso imunizante com partículas semelhantes ao vírus, chamadas VLP. Estamos estudando para ver o que poderá induzir uma melhor memória imune", afirma o especialista. "Não queremos usar a proteína inteira da espícula viral [as projeções que revestem o patógeno], mas tirar fragmentos para provocar uma resposta equilibrada de células de defesa T e B, produtoras de anticorpos." Com sorte e muito trabalho, será uma peça a mais para ajudar na montagem do quebra-cabeça da imunidade contra o novo coronavírus. ■

Projetos

1. Estudo de coorte prospectiva para avaliação de aspectos clínicos, virológicos e de resposta do hospedeiro em pacientes com Covid-19 (nº 20/05110-2); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Reinaldo Salomão (Unifesp); **Investimento** R$ 143.100,20.
2. INCT 2014: Investigação em imunologia (nº 14/50890-5); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Jorge Elias Kalil Filho (USP); **Investimento** R$ 3.980.221,36.

Artigo científico

LONG, Q. *et al.* Clinical and immunological assessment of asymptomatic Sars-CoV-2 infections. **Nature Medicine**. 18 jun. 2020.

FOTO LÉO RAMOS CHAVES **INFOGRÁFICO** ALEXANDRE AFFONSO **ILUSTRAÇÃO** FERNANDO CARVALL

"À NOITE, ACOMPANHO CONFERÊNCIAS MÉDICAS SOBRE COVID-19"

Como sou do Conselho Deliberativo do Hospital das Clínicas [da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – HC-FM-USP] e coordeno a pediatria clínica do ICr [Instituto da Criança e do Adolescente, uma das unidades do HC], estou em contato direto com as equipes médicas, mesmo sem sair de casa.

A Covid-19 acomete pouco as crianças, mas já tivemos 53 casos. Quando encontramos alguma criança ou adolescente com sintomas de Covid-19, colocamos em uma ala reservada do instituto. Se deu positivo, vai para a enfermaria do HC.

Duas vezes por dia vejo os dados dos pacientes que entraram e saíram. Converso o tempo todo com os médicos para discutir os casos mais graves e complexos. Os pacientes crônicos estão sendo atendidos por telefone. Quando algum deles não está bem, pedimos para ir ao instituto para ser mais bem avaliado e fazer exames.

À noite tenho assistido a lives [apresentações ao vivo] e conferências sobre Covid-19 e imunologia clínica. Hoje [25 de junho], tenho duas, uma do Children's Hospital of Philadelphia [dos Estados Unidos] e outra de um pesquisador do ICB [Instituto de Ciências Biomédicas] da USP.

Tenho uma dona de casa, Alzenir Reis, que está comigo há 25 anos e morando aqui nesses tempos. Minha filha Maria Clara é historiadora e professora da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, em Marabá, mas está aqui desde o começo de maio. Minha outra filha Anna Dulce é musicoterapeuta e está na casa dela. Ela é voluntária no Instituto Central do HC e todas as tardes ajuda nas altas dos pacientes.

A pediatra **MAGDA CARNEIRO-SAMPAIO** é professora do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e vice-presidente do Conselho Diretor do Instituto da Criança e do Adolescente (ICr) do Hospital das Clínicas da FM-USP.
DEPOIMENTO CONCEDIDO A CARLOS FIORAVANTI

O RISCO DE VIAJAR DE AVIÃO

Probabilidade de transmissão de vírus respiratórios, como o novo coronavírus, é alta para quem está próximo de um passageiro contaminado e baixa para os demais viajantes

Domingos Zaparolli

O transporte aéreo de passageiros foi duramente afetado pela pandemia da Covid-19. A demanda por voos domésticos no Brasil retraiu 93% e os internacionais praticamente foram paralisados em abril e maio. Apesar de uma ligeira retomada a partir de junho, a volta ao patamar anterior ainda não figura no horizonte das companhias. O necessário distanciamento social explica a mudança de comportamento dos passageiros. Viagens de turismo e de negócios foram canceladas ou adiadas. Por ora, viaja quem precisa. E viaja preocupado. Aeronaves oferecem transporte em um ambiente fechado onde o convívio com desconhecidos, que podem ou não estar contaminados, é inevitável.

Apesar de os riscos de transmissão de infecções em aeronaves não serem totalmente conhecidos, um estudo feito em 2018 nos Estados Unidos, antes da pandemia do novo coronavírus, ajuda a dimensionar as situações durante o voo que geram as maiores probabilidades de contaminação por doenças respiratórias transmitidas por gotículas de saliva, como é o caso da Covid-19. Uma equipe liderada pela bioestatística Vicki Stover Hertzberg, da Universidade Emory, em Atlanta, e pelo matemático Howard Weiss, do Instituto de Tecnologia da Georgia, acompanhou 1.540 passageiros e 41 comissários de bordo em 10 voos nos Estados Unidos. As viagens, com duração entre 3 e 5 horas, foram feitas em aviões com um único corredor separando duas fileiras de três assentos.

A conclusão da pesquisa é que o risco de transmissão de doença respiratória é alto para os passageiros sentados a até 1 metro de um infectado, e é improvável para quem está mais distante. Quem está à frente, atrás ou ao lado de um passageiro doente é mais suscetível. Movimentos de passageiros e tripulantes podem elevar o risco. Um indivíduo em movimento na aeronave pode se aproximar de um eventual contaminado. Um passageiro sentado na poltrona do corredor tem mais contato com indivíduos em movimento. Aglomerações de pessoas nos corredores esperando a porta se abrir para o desembarque também são um problema, assim como filas desorganizadas de embarque.

O virologista Fernando Spilki, presidente da Sociedade Brasileira de Virologia e pesquisador do Laboratório de Microbiologia Molecular da Universidade Feevale, em Nova Hamburgo (RS), diz

FOTO LÉO RAMOS CHAVES INFOGRÁFICO ALEXANDRE AFFONSO

que, no caso de detecção de um passageiro contaminado pelo novo coronavírus, a zona de risco a ser investigada, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), compreende duas poltronas laterais e duas fileiras para trás ou para a frente. "O avião é um ambiente de risco, e o uso de máscara é imprescindível diante da pandemia de Covid-19, assim como todas as precauções de distanciamento social", pondera Spilki.

Outro problema, alerta o virologista, é a possibilidade de as gotículas impregnarem objetos como cintos de segurança, braços de poltronas e maçanetas de portas de banheiro. "Ainda que essa talvez seja uma forma mais improvável de contágio, ninguém sabe ainda quanto tempo o Sars-CoV-2 continua ativo nesses objetos", ressalta.

"Riscos sempre existem. Nosso desafio é mitigá-los a um nível aceitável", opina Ruy Amparo, diretor de Segurança e Operações de Voo da Associação Brasileira das Empresas Aéreas (Abear). As companhias aéreas estabeleceram com a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) uma série de procedimentos para pautar suas ações em tempos de pandemia. Entre elas, medidas para garantir o distanciamento físico no embarque e desembarque e a desinfecção das aeronaves em cada pouso. Outra norma é a obrigatoriedade do uso de máscaras para tripulantes e passageiros. Antes dos voos, os passageiros passam por verificação de sinais de febre.

Há uma preocupação especial com o ar que circula nos aviões. Recentemente, a OMS reconheceu que existem evidências de que o novo coronavírus pode ser transmitido por meio de aerossóis – gotículas em suspensão no ar produzidas por espirro, tosse ou fala de pessoa infectada.

Amparo explica que o ar nas aeronaves comerciais é renovado a cada três minutos. Ele é captado do ambiente externo e misturado em uma proporção de 50% com o ar da cabine. Depois flui verticalmente. É distribuído a partir do lado de cima da aeronave e sugado por baixo, reduzindo a possibilidade de circulação horizontalmente entre as fileiras de assentos. O ar captado no assoalho é filtrado por um sistema denominado High Efficiency Particulate Air, conhecido pela sigla Hepa. "É um sistema modernizado constantemente. O que equipa as aeronaves é capaz de filtrar acima de 99,7% das partículas transportadas pelo ar", diz Amparo.

O professor de engenharia e ciências mecânicas Jurandir Itizo Yanagihara, responsável pelo Centro de Engenharia de Conforto da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP), atesta o desempenho dos filtros Hepa, presentes também em centros cirúrgicos e unidades de terapia intensiva hospitalares. "O Hepa é capaz de capturar partículas com 0,01 mícron de diâmetro. O coronavírus é maior, tem entre 0,06 e 0,14 mícron, e as gotículas que podem carregá-lo são ainda maiores", compara. O sistema de ar também dificulta que as partículas do vírus viajem pelo avião, mas não impede uma contaminação direta. "Um infectado ao falar, tossir ou espirrar emite gotículas que podem atingir um indivíduo próximo antes que as partículas passem pelo filtro de ar", exemplifica.

A infectologista Tânia Chaves, membro da Sociedade Brasileira de Infectologia e professora da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Pará (UFPA), avalia que as medidas adotadas pelas companhias são corretas e devem ser intensificadas. "Seria necessário garantir o distanciamento social também durante os voos", afirma.

Fabricantes discutem mudanças no layout das aeronaves para adotar poltronas individualizadas ou eliminar as do meio nas fileiras para garantir maior distanciamento. Outra medida, segundo a especialista, é a suspensão da alimentação em voos domésticos. "A aviação é um meio de transporte coletivo seguro em tempos de pandemia, mas protocolos de segurança com a saúde e a limpeza dos aviões devem ser reforçados", avalia. ■

Artigo científico

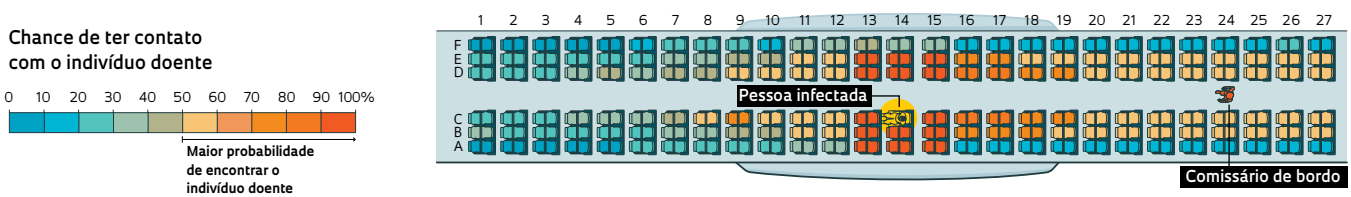
HERTZBERG, V. S. *et. al.* Behaviors, movements, and transmission of droplet-mediated respiratory diseases during transcontinental airline flights. **PNAS**. v. 115, n. 14, p. 3623-37. 3 abr. 2018.

Leia esta reportagem ampliada na versão on-line.

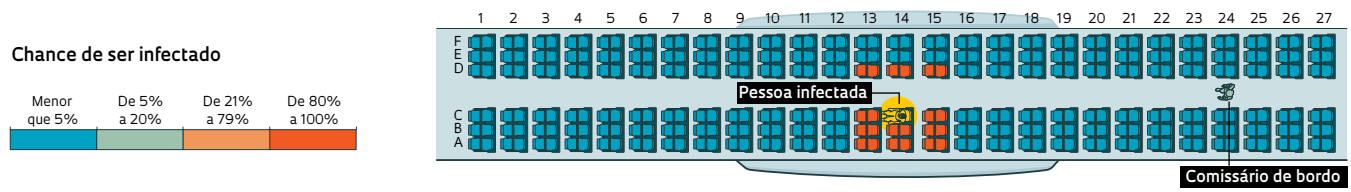
O PERIGO MORA AO LADO

Estudo feito na Universidade Emory (EUA) revela os lugares mais seguros para viajar de avião no caso de haver alguém contaminado a bordo

Quem ocupa um assento na janela tem menor probabilidade de entrar em contato com uma pessoa infectada...



... mas o risco de contagio é maior para quem está sentado a uma fileira do indivíduo contaminado



FONTE ESTUDO "BEHAVIORS, MOVEMENTS, AND TRANSMISSION OF DROPLET-MEDIATED RESPIRATORY DISEASES DURING TRANSCONTINENTAL AIRLINE FLIGHTS" E NATIONAL GEOGRAPHIC

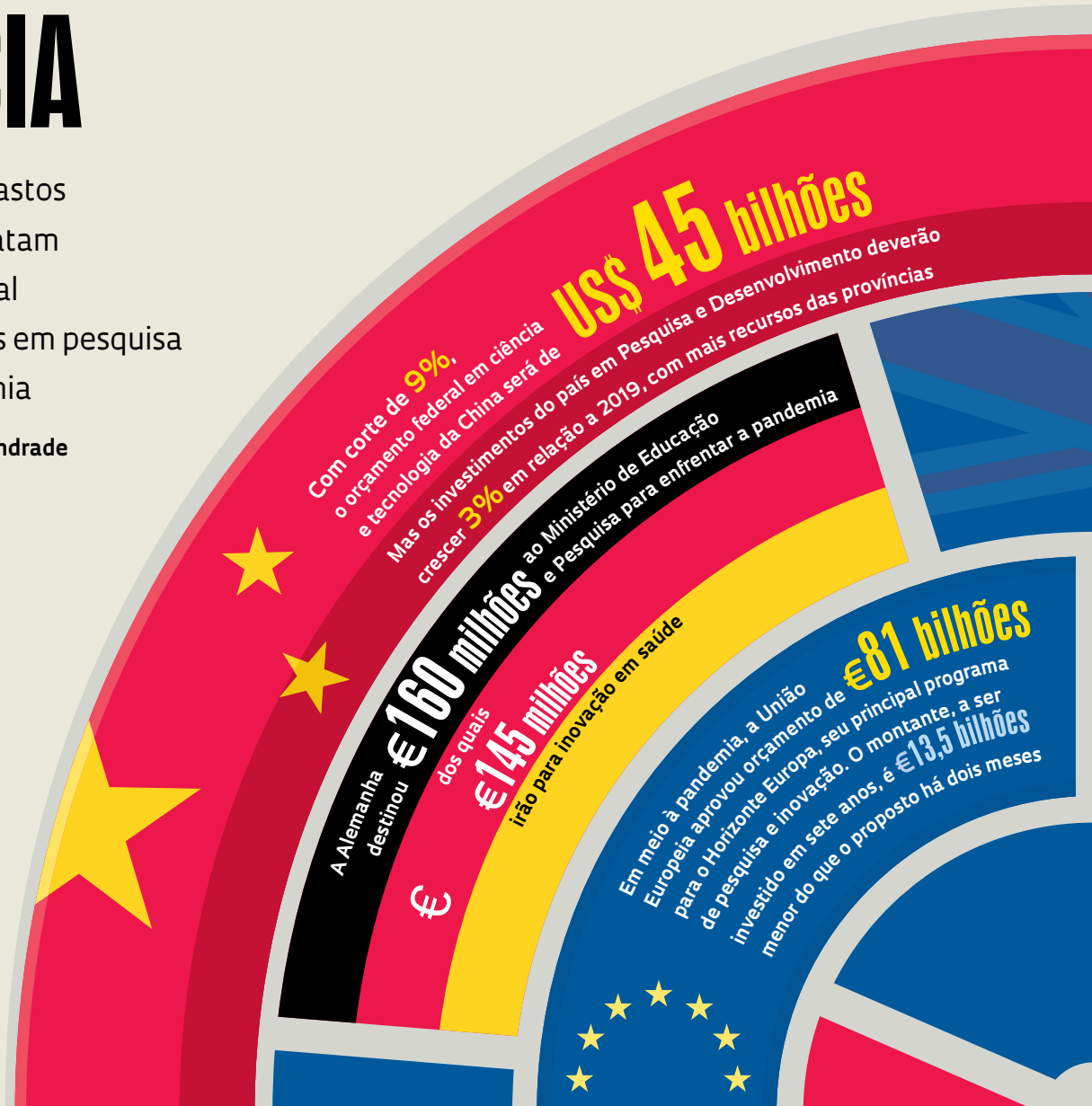
O TAMANHO DA APOSTA NA CIÊNCIA

Países elevam gastos públicos, mas tratam de forma desigual os investimentos em pesquisa contra a pandemia

Rodrigo de Oliveira Andrade e Fabrício Marques

Muitos países elevaram de forma expressiva os gastos públicos para amenizar os efeitos da pandemia, mas o reflexo desse esforço no financiamento da pesquisa sobre a Covid-19 foi desigual. Enquanto as nações mais ricas conseguiram fazer investimentos vultosos em testes de remédios e vacinas, países em desenvolvimento aplicaram pouco dinheiro novo na investigação da doença e, em situações extremas, alguns até mesmo impuseram cortes em seus sistemas de ciência, tecnologia e inovação para compensar as perdas da recessão.

A estratégia mais ambiciosa foi adotada pelos Estados Unidos. Quatro grandes pacotes econômicos na casa dos trilhões de dólares já foram aprovados para mitigar os impactos do novo coronavírus. Parte desses recursos foi incorporada



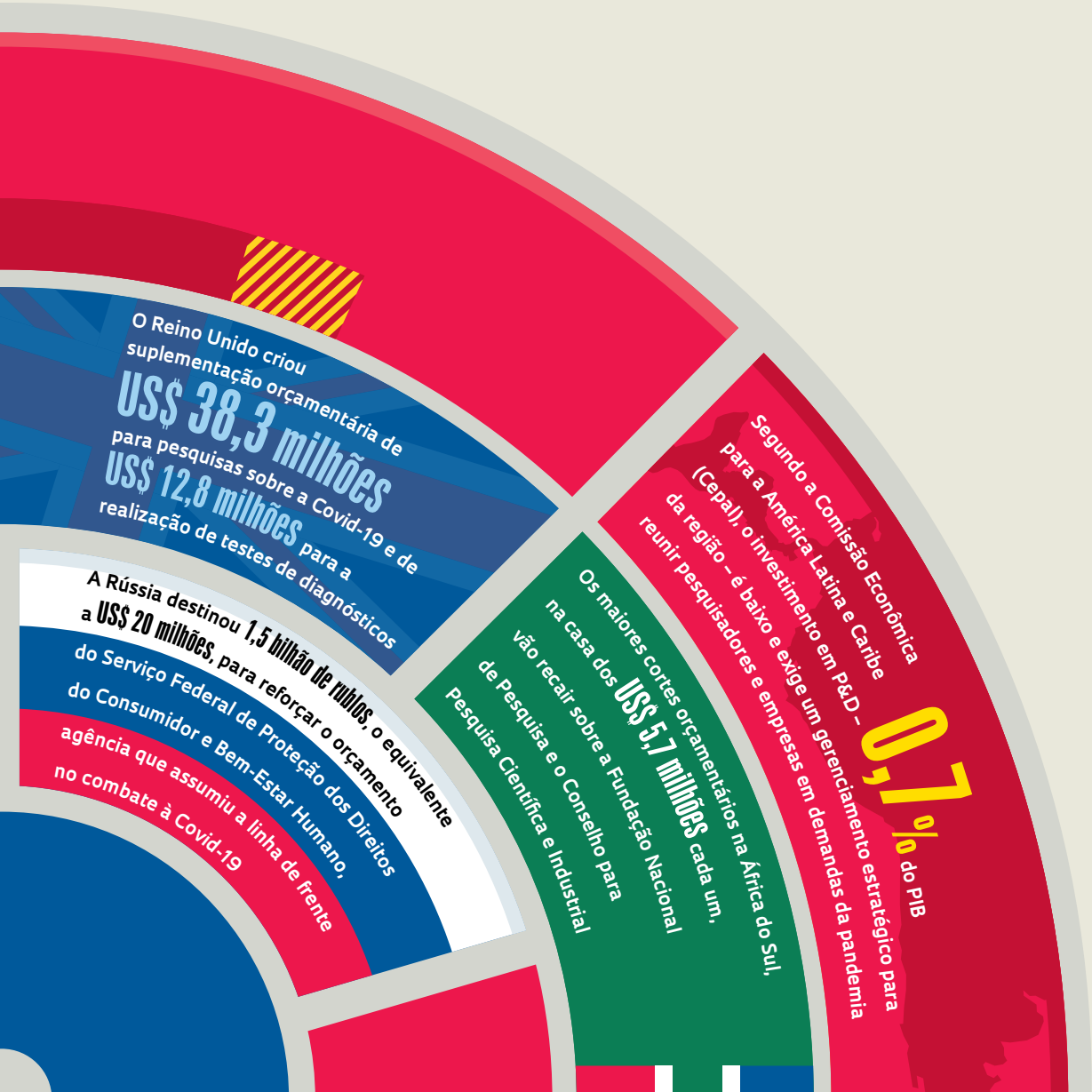
ao orçamento das principais agências de fomento do país, como a Autoridade Biomédica de Pesquisa e Desenvolvimento Avançado (Barda), órgão do Departamento de Saúde e Serviços Humanos. A instituição já recebeu uma injeção de US$ 6,5 bilhões, montante 10 vezes maior do que o orçamento de 2019, de US$ 561 milhões. Os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) receberam até agora quase US$ 3,6 bilhões. Desse total, US$ 950 milhões estão sendo destinados ao desenvolvimento de uma vacina contra a Covid-19 em parceria com a farmacêutica norte-americana Moderna. "O financiamento baseia-se integralmente em aumento da dívida pública", disse a *Pesquisa FAPESP* Matthew Hourihan, diretor do Programa de Orçamento e Política em Pesquisa e Desenvolvimento da Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS). "Isso é dinheiro novo, não previsto anteriormente."

A injeção de recursos também está permitindo à National Science Foundation (NSF), agência de apoio à pesquisa básica, acelerar a análise de projetos sobre o novo coronavírus. A instituição recebeu até agora US$ 76 milhões para o Rapid Response Research, mecanismo usado em situações de emergência para subsidiar trabalhos com orçamentos de até US$ 200 mil. Até mesmo agências como a Nasa e a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (Noaa) ganharam recursos extras para apoio de operações na emergência sanitária.

Se as agências norte-americanas tiveram o orçamento reforçado, as da África do Sul, país com maior produção científica do continente africano, estão às voltas com cortes para compensar os efeitos do desaquecimento da economia. O país já havia entrado em recessão no segundo semestre de 2019. Em junho, foi anunciada uma redução de 20% nas despesas de todos os órgãos e departamentos federais no orçamento 2020-2021. No mês seguinte, o ministro do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia, Blade Nzimande, anunciou que conseguiu reduzir o corte para 8%, o equivalente a uma suspensão de gastos de US$ 600 milhões.

Os maiores cortes, na casa dos US$ 5,7 milhões cada um, vão recair sobre a Fundação Nacional de Pesquisa (NRF) e o Conselho para Pesquisa Científica e Industrial. Já a Agência de Inovação Tecnológica deve perder US$ 2,7 milhões, o Conselho de Pesquisa em Ciências Humanas, US$ 1,9 milhão, e a Agência Espacial Sul-africana US$ 1 milhão. No caso da NRF, haverá uma redução de 19% em bolsas e 32% dos recursos no programa Centros de Excelência da África do Sul. O partido de oposição, Aliança Democrática, tenta reverter os cortes no Parlamento. "Estimamos que 5 mil estudantes de pós-graduação não serão financiados.

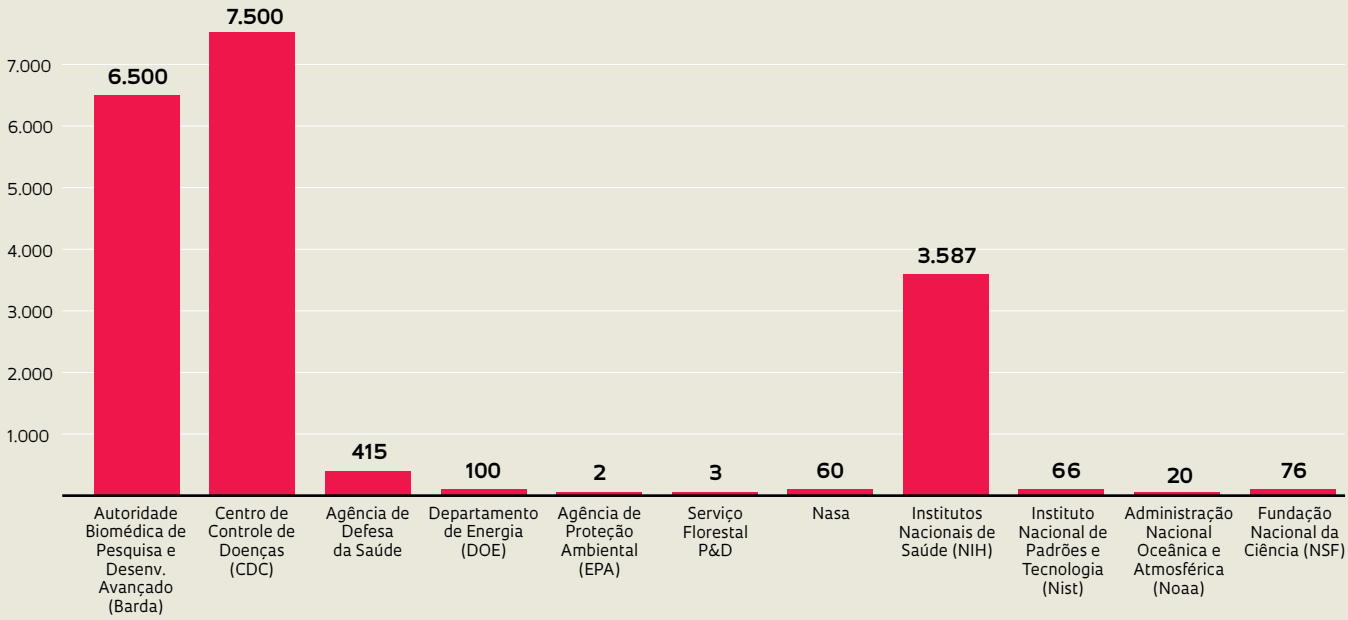
INFOGRÁFICO ALEXANDRE AFFONSO



REFORÇO PARA A CIÊNCIA

Valores alocados pelos Estados Unidos em suas principais agências de fomento à pesquisa em resposta à Covid-19

Em milhões de US$



FONTE AAAS

São carreiras que deixarão de existir", disse a deputada Belinda Bozzoli, em uma reunião no dia 15 de julho.

A contração econômica e as dificuldades para ampliar o endividamento público levaram vários governos a reformular seus orçamentos. No caso da China, o movimento foi calibrado de forma a não comprometer o esforço em inovação, apontado como crucial para a retomada do crescimento. Primeiro país a sofrer com a Covid-19, a China viu seu Produto Interno Bruto (PIB) cair 6,8% no primeiro trimestre deste ano. Em maio, o Ministério das Finanças anunciou um corte de 9,1% nos gastos federais em ciência e tecnologia em 2020. Segundo orçamento corrigido, as despesas federais nessa rubrica serão de 320 bilhões de yuans, o equivalente a US$ 45 bilhões.

O governo central estabeleceu, contudo, que os investimentos globais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em 2020 serão 3% superiores aos do ano passado e os responsáveis pelo aumento serão as províncias. Nem todas elas foram afetadas negativamente pela pandemia. Zhejiang, província costeira de 57 milhões de habitantes, por exemplo, teve crescimento econômico no primeiro trimestre, graças ao desempenho de empresas de internet e de equipamentos médicos. A pesquisa aplicada contra o novo coronavírus conta com patrocínio privado na China. O desenvolvimento da vacina CoronaVac, realizado pela empresa Sinovac Biotech, foi viabilizado por dois fundos, o Advantech Capital e Vivo Capital, que investiram US$ 7,5 milhões cada um na Sinovac. A vacina está sendo testada no Brasil em parceria com o Instituto Butantan, em São Paulo. O corte federal interrompe uma trajetória ascendente que durava três décadas. No ano passado, a China aplicou 2,17 trilhões de yuans em P&D, três vezes mais do que em 2010.

A regularidade dos investimentos é um fator-chave para manter a vitalidade dos sistemas de pesquisa. A comunidade científica do estado de São Paulo se beneficia de estabilidade de financiamento graças a um dispositivo na constituição estadual de 1989 que determina um repasse à FAPESP de 1% da receita estadual de impostos para aplicar em desenvolvimento científico e tecnológico. Mesmo com crises econômicas e oscilações da arrecadação, o desembolso anual da Fundação manteve-se acima da casa do bilhão de reais na década passada – em 2018, alcançou R$ 1,22 bilhão. A regularidade também se estende às três universidades estaduais paulistas, que gozam de autonomia administrativa e financeira e recebem 9,57% da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para financiar suas atividades. O sistema robusto garante não só a estabilidade da pesquisa como também respostas rápidas para situações extremas, como o enfrentamento da atual pandemia.

Essa continuidade não é comum na América Latina. A pandemia se disseminou em um momento em que a maioria dos países da região, atingidos pela crise econômica mundial, apresentava um patamar baixo de investimento em pesquisa em comparação com anos anteriores. Em um seminário realizado pela internet em maio, Alicia Bárcena, secretária-executiva da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (Cepal), chamou a atenção para a fragilidade do financiamento à ciência na região. O gasto médio em P&D é de 0,7% do PIB regional, um patamar que, segundo ela, exige um gerenciamento estratégico

em meio à crise sanitária. "O desafio é aproximar mais a ciência, a tecnologia e a inovação dos setores produtivos", disse Bárcena, referindo-se à necessidade de fabricar suprimentos médicos, equipamentos de proteção à saúde e ventiladores pulmonares.

No Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) teve em 2020 o menor orçamento em mais de uma década – excluindo salários e despesas obrigatórias, sobraram R$ 3,7 bilhões para investimentos, valor 30% menor que o de 2019. Em maio, duas medidas provisórias que destinavam recursos para o enfrentamento da Covid-19 desbloquearam R$ 326 milhões do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), cerca de R$ 70 milhões desse montante foram gastos até agora. O México vive situação semelhante. Em 2019, o orçamento do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (Conacyt), órgão que mantém 27 centros de pesquisa e financia bolsas e projetos, foi reduzido em 9% ante o ano anterior. Em 2020, houve uma recuperação de 3,4% no orçamento do Conacyt. Entre os aportes anunciados recentemente pelo governo, US$ 1,17 milhão será aplicado no desenvolvimento e em testes de uma vacina. Já a Argentina incorporou a seu orçamento 55 bilhões de pesos, o equivalente a US$ 760 milhões, para enfrentar o novo coronavírus. Cerca de US$ 5 milhões foram destinados a uma chamada de projetos de pesquisa relacionados à doença. Em 2018, a Argentina investiu 0,6% de seu PIB em P&D (ante 0,4% do México e 1,3% do Brasil).

Em um momento de recessão brutal, em que o desemprego e os gastos com saúde se intensificam, as demandas por mais recursos para a pesquisa contra a Covid-19 podem ser questionadas até mesmo em nações desenvolvidas. No final de julho, os líderes dos 27 países-membros da União Europeia aprovaram o orçamento do bloco para os próximos sete anos, que prevê investimentos de € 1,8 trilhão, divididos em € 1,07 trilhão de gastos regulares e € 750 bilhões de um fundo de recuperação da economia pós-pandemia. Do total do orçamento, € 81 bilhões comporão o Horizonte Europa, principal programa de pesquisa e inovação do bloco. Esse montante é € 13,5 bilhões inferior ao que estava sendo discutido há dois meses. "Esses cortes são uma grande decepção e uma quebra de confiança, dada a retórica dos políticos europeus sobre a importância da ciência", disse à revista *Science* o jurista belga Kurt Deketelaere, secretário-geral da Liga das Universidades Europeias de Pesquisa. Apenas € 5 bilhões do fundo de recuperação – 0,66% do total – irão para projetos científicos. Descontada essa suplementação, o Horizonte Europa terá o mesmo tamanho de seu antecessor, o Horizonte 2020, que vigorou de 2014 até este ano.

O Horizonte Europa responde apenas por uma parte do que os países do bloco investirão em ciência para enfrentar a pandemia. A Alemanha, por exemplo, aprovou um orçamento suplementar de € 122,5 bilhões para ações de governo no combate à Covid-19. Desse montante, 0,13%, ou € 160 milhões, será investido no Ministério de Educação e Pesquisa, dos quais € 145 milhões irão para inovação em saúde. Desde 2017, o país é um dos financiadores da Coalizão Internacional para Inovações em Preparação para Epidemias (Cepi). Em resposta à pandemia, houve um aporte adicional de € 140 milhões. A CureVac, empresa de biotecnologia alemã, está envolvida em um dos projetos de vacina desenvolvidos pela coalizão. A suplementação de recursos também permitiu dar um alívio para pesquisadores que tiveram seu trabalho comprometido por medidas de isolamento social. A Sociedade Alemã de Amparo à Pesquisa (DFG), principal agência de fomento à ciência básica, destinou € 175 milhões para a retomada de projetos interrompidos.

Desgarrado do bloco, o Reino Unido também se destacou na destinação de recursos. Desde o início da pandemia, a Agência de Pesquisa e Inovação do Reino Unido (Ukri) alocou US$ 260 milhões em projetos de pesquisa e inovação para combater os efeitos da Covid-19. Isso inclui financiamento para ajudar pequenas e médias empresas tecnológicas afetadas pela crise. Uma das primeiras medidas anunciadas pelo premiê Boris Johnson foi a suplementação orçamentária de US$ 38,3 milhões ao Instituto Nacional de Pesquisa em Saúde, para estudos sobre a Covid-19, e de US$ 12,8 milhões ao Serviço Nacional de Saúde, para a realização de testes de diagnóstico. "O governo caminhava para reduzir seu déficit público, mas o movimento foi comprometido com a ampliação dos gastos na crise", destaca a economista Fernanda de Negri, coordenadora do Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade do Ipea. "A pandemia do novo coronavirus é a maior emergência global em saúde pública de uma geração e o Reino Unido está comprometido em colocar sua ciência de ponta e suas sólidas redes de parceria internacional a serviço do combate dos impactos diretos e indiretos dessa pandemia", disse Cindy Parker, diretora regional para Ciência e Inovação na América Latina da Embaixada do Reino Unido no Brasil.

Na Rússia, o Kremlin conseguiu alocar mais recursos para o sistema de ciência, tecnologia e educação superior do país durante a pandemia, apesar de os gastos em P&D do país estarem estacionados em um patamar de 1% do PIB há duas décadas. As universidades foram as principais beneficiadas. Serão destinados até o final do ano 35 bilhões de rublos, o equivalente a US$ 470 milhões, para ajudar as instituições de ensino superior a lidar com a crise econômica causada pela Covid-19. Trinta mil vagas passarão a ser custeadas pelo Estado. "Já cogitávamos ampliar essas vagas, mas o plano era começar só em 2021", afirmou o presidente Vladimir Putin, segundo a agência University World News.

O governo russo também destinou 1,5 bilhão de rublos, o equivalente a US$ 20 milhões, para reforçar o orçamento do Serviço Federal de Proteção dos Direitos do Consumidor e Bem-Estar Humano, agência que assumiu a linha de frente no combate à Covid-19. Mas a instância mais associada ao financiamento de ações contra a doença é o Fundo de Investimento Direto da Rússia (RDIF), fundo soberano que aplica recursos públicos em empresas e gerencia atualmente US$ 10 bilhões. Ele financiou empresas encarregadas de realizar testes de medicamentos e o desenvolvimento de uma vacina no Instituto Gamaleya, de Moscou. Também fez uma parceria com o grupo R-Pharma para construir uma planta na cidade de Yaroslavl em que serão produzidos remédios e a vacina do Instituto Gamaleya, caso demonstre eficácia. O investimento será de US$ 54 milhões. ■

REPARTIR

Compartilhamento de dados de pesquisa cresce na pandemia e os benefícios da estratégia podem ajudar a consolidá-la

Rodrigo de Oliveira Andrade

A crise do novo coronavírus está mudando o modo como os pesquisadores se comunicam e trabalham em conjunto, dando mais velocidade e transparência à dinâmica de produção e disseminação do conhecimento. Em meio à urgência para desenvolver vacinas e medicamentos, muitos cientistas estão compartilhando de forma instantânea seus dados de pesquisa, aquela massa de informações primárias que serve de base para as conclusões de seus estudos. Esse comportamento se enquadra em uma mobilização envolvendo governos, empresas, organizações internacionais, agências de financiamento e comunidade científica, que, para enfrentar a pandemia, passaram a promover práticas alinhadas à ciência aberta, conceito que envolve o acesso livre à informação e a construção colaborativa do conhecimento. Em maio, por exemplo, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) reforçou em um comunicado a relevância dessa estratégia no combate à Covid-19: "Em emergências globais como a pandemia do novo coronavírus, a implementação de políticas de ciência aberta remove obstáculos ao fluxo de dados e ideias de pesquisa, acelerando o ritmo de desenvolvimento do conhecimento para combater a doença".

Diversas iniciativas emergiram para promover a troca de informações científicas sobre o novo coronavírus. Uma delas é a Nextstrain, banco de análises de sequências genéticas do Sars-CoV-2 criado por pesquisadores da Universidade da Basileia, na Suíça, e do Centro de Pesquisas do Câncer Fred Hutchinson, em Seattle, nos Estados Unidos. Por meio dele, é possível mapear padrões de dispersão do vírus analisando informações sobre mutações em seu material genético vindas de múltiplas fontes. "Os pesquisadores podem compartilhar dados dessas análises, compará-los e identificar como e em quais regiões do mundo o novo coronavírus está sofrendo mutações", explicou Trevor Bedford, um dos criadores da plataforma. O projeto já revelou conexões entre linhagens registradas na Austrália com casos de Covid-19 no Irã, além de um paciente em Taiwan infectado com uma variedade oriunda dos Países Baixos. Também verificou que a linhagem do Sars-CoV-2 que se espalhou na Itália é a mesma que chegou na América Latina e na África, enquanto a Ásia já recebeu de volta variedades que havia exportado para a Europa.

A plataforma, na avaliação de Bedford, poderia ter sido útil em epidemias como a da febre zika, entre abril de 2015 e novembro de 2016. "A área mais afetada foi a do Nordeste do Brasil. Caso tivéssemos uma ferramenta capaz de mapear em tempo real como e em que velocidade o vírus zika se espalhava pelo mundo, talvez pudéssemos antecipar que aquela região seria a mais vulnerável. Isso daria a chance de limitar a propagação da doença."

E MULTIPLICAR CONHECIMENTO

PLATAFORMA COVID-19 DATA SHARING/BR REÚNE DADOS LABORATORIAIS E DEMOGRÁFICOS DE QUASE 180 MIL PESSOAS

A urgência por dados sobre o novo coronavírus levou a Comissão Europeia a lançar em abril, em colaboração com outros parceiros, a Covid-19 Data Portal. A plataforma permite que pesquisadores compartilhem, acessem e analisem diferentes tipos de dados sobre o novo coronavírus, como proteínas e genes específicos do agente patológico. Tais informações estão ajudando no desenvolvimento de sistemas de inteligência artificial capazes de identificar as principais áreas de concentração dos estudos sobre a Covid-19 no mundo, de modo a apontar sobreposições de esforços e abordagens promissoras que merecem ser exploradas. O portal também reúne informações hospedadas em outros repositórios da região, como a britânica Elixir, que congrega resultados de pesquisa na área de ciências da vida, mas que, recentemente, criou uma seção exclusiva para o Sars-CoV-2, incluindo informações sobre genes específicos do vírus, linhagens celulares mais adequadas para o estudo dos seus mecanismos de ação e proteínas que interagem com o patógeno.

Esse esforço de compartilhamento também reverbera no Brasil. Um exemplo é a plataforma Covid-19 Data Sharing/BR, lançada em junho. Fruto de uma articulação da FAPESP envolvendo a Universidade de São Paulo (USP), o Grupo Fleury e os hospitais Albert Einstein e Sírio-Libanês, o repositório reúne dados laboratoriais e demográficos de cerca de 180 mil indivíduos submetidos a testes para diagnóstico da Covid-19 – e que apresentaram resultados positivos ou negativos –, além de 6.500 desfechos de casos – como recuperação ou óbito – e quase 5 milhões de resultados de exames clínicos e laboratoriais. "A expectativa é que essas informações sejam usadas no aprimoramento do diagnóstico, em estudos sobre fatores relacionados à evolução da doença no Brasil e em investigações sobre candidatos a medicamentos e vacinas", disse o neurocientista Luiz Eugênio Mello, diretor científico da FAPESP, no lançamento da iniciativa.

O novo repositório utiliza uma estrutura computacional criada pela Superintendência de Tecnologia da Informação da USP, usada desde dezembro de 2019 para conectar os repositórios de dados de pesquisas de diferentes instituições paulistas (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 287*). "O fato de já termos essa estrutura pronta nos ajudou a acelerar a implementação da plataforma para a Covid-19", destacou o físico Sylvio Canuto, pró-reitor de Pesquisa da USP.

O estímulo ao compartilhamento de dados é antigo e tem várias motivações. Uma delas é a preocupação com a reprodutibilidade de pesquisas e a importância de disponibilizar as informações primárias coletadas para que outros cientistas consigam verificar a precisão e a relevância de resultados divulgados. Com a pandemia, isso ganhou um significado mais urgente. "O compartilhamento

ILUSTRAÇÃO ALEXANDRE AFFONSO

NEXTSTRAIN OFERECE ACESSO A 1.787 ANÁLISES GENÔMICAS DE VARIEDADES DO SARS-COV-2 EM CIRCULAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL

MAIS DE 2.800 ENSAIOS CLÍNICOS DE TRATAMENTO PARA A COVID-19 ESTÃO DISPONÍVEIS NA COCHRANE COVID-19 STUDY REGISTER

pode otimizar os esforços de pesquisa e catalisar novas colaborações, acelerando o ritmo de descobertas", explica a engenheira eletricista Claudia Bauzer Medeiros, do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e membro da coordenação dos programas eScience e Data Science da FAPESP. "Também permite que os pesquisadores desenvolvam estudos combinando dados de origens diversas."

Medeiros é conselheira da Research Data Alliance, organização criada em 2013 para disseminar o compartilhamento de dados científicos e criar infraestruturas que viabilizem essa tarefa. Em março, ela e outros 136 membros afiliados uniram esforços na elaboração de recomendações para acelerar a pesquisa sobre a Covid-19 (*ver box*).

"A pandemia pôs em evidência a relevância de promover um intercâmbio de resultados científicos de forma rápida e aberta", disse a *Pesquisa FAPESP* o bioquímico britânico Richard Sever, um dos fundadores do bioRxiv, repositório de *preprints* que reúne artigos de ciências biológicas. "Essa prática tem contribuído para o avanço do conhecimento sobre o vírus." A comparação com situações do passado ajuda a mostrar a importância do esforço atual. "O sequenciamento completo do genoma do Sars-CoV-1, que causou um surto na Ásia entre 2002 e 2003, levou praticamente cinco meses para ser concluído", diz o engenheiro elétrico Daniel Villela, pesquisador do Programa de Computação Científica da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). "Já agora, o fluxo de informações sobre a Covid-19, poucos dias após a coleta de amostras dos primeiros indivíduos infectados, permitiu o sequenciamento completo do genoma do Sars-CoV-2 em apenas um mês."

Apesar dos avanços durante a pandemia, alguns obstáculos permanecem. A consolidação de um ambiente propício para o fluxo de informações pressupõe não apenas a disposição dos pesquisadores de dividir seus dados, mas também o comprometimento dos governos em coletar e oferecer informações de forma transparente. Desde abril, a Open Knowledge Brasil, organização que promove a transparência de informações públicas, avalia a disponibilidade e a qualidade de dados epidemiológicos e de infraestrutura de saúde relacionados à Covid-19 fornecidos pelos governos federal, estaduais e municipais. O chamado Índice da Transparência da Covid-19 nos estados e na União é atualizado a cada 15 dias e leva em conta três aspectos de avaliação das informações divulgadas: conteúdo, formato e granularidade, isto é, o grau de detalhamento dos dados divulgados. "Verificamos que apenas cinco estados divulgam bases de dados detalhadas, incluindo notificações de casos suspeitos, por exemplo", esclarece Fernanda Campagnucci, diretora-executiva da Open Knowledge Brasil. "Por parte do governo federal, há falta

UM GUIA PARA O COMPARTILHAMENTO DE DADOS

A Research Data Alliance (RDA) divulgou em fins de junho um documento com diretrizes detalhadas para estimular o compartilhamento e a reutilização de dados no contexto da pandemia e em situações de emergência futuras. Elas abordam o uso de resultados de estudos clínicos, epidemiológicos, sociológicos e ômicos – isto é, pesquisas nas áreas de genômica, transcriptômica, proteômica e metabolômica – e o desenvolvimento de estratégias que favoreçam a troca dessas informações.

O relatório é fruto de trabalho colaborativo envolvendo pesquisadores de diversos países, entre eles Claudia Bauzer Medeiros, do Instituto de Computação da Unicamp. "Em meados de março, a pedido da Comissão Europeia, a RDA convocou seus mais de 10 mil afiliados para elaborar orientações que pudessem auxiliar as várias estratégias de compartilhamento", conta Medeiros. Desses, 130 engajaram-se no projeto, dividindo-se em grupos de redação. "Reuníamo-nos de duas a três vezes por semana, via internet, para discutir e redigir de forma colaborativa o documento final."

O relatório propõe que governos, agência de fomento à pesquisa e instituições científicas do mundo trabalhem juntos para desenvolver políticas e promover investimentos para otimizar o fluxo de dados entre entidades locais e internacionais. "O documento chama a atenção para a necessidade de os dados, softwares, modelos compartilhados sejam encontráveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis", explica Medeiros. "Isso exige dos pesquisadores um plano de gestão bem detalhado, com informações sobre como os dados foram gerados e como podem ser reutilizados."

de articulação na divulgação de informações detalhadas sobre a pandemia. Elas são essenciais para estimar a dinâmica de propagação do vírus."

Apesar dos esforços globais, muitos pesquisadores ainda resistem em incorporar a prática colaborativa em sua rotina de trabalho. Alguns têm preocupação quanto ao uso incorreto das informações originais. Também há os que evitam fornecer seus dados porque querem explorá-los em novos estudos ou temem não receber os créditos pela cessão. Daí a preocupação de que o compartilhamento arrefeça após a pandemia.

Desde outubro de 2017, a FAPESP, a exemplo de instituições de financiamento da Austrália, dos Estados Unidos e da Europa, exige que as solicitações de financiamento de projetos venham acompanhadas de um plano de gestão de dados, desde a coleta até onde eles serão disponibilizados. "A estratégia de compartilhamento de dados será progressivamente um item cada vez mais importante na análise dos projetos submetidos à FAPESP", afirma Luiz Eugênio Mello, o diretor científico da Fundação.

Para a cientista de dados brasileira Renata Curty, que atua na gestão e curadoria de dados de pesquisa na Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, nos Estados Unidos, as agências de fomento podem ajudar a moldar novos comportamentos em relação ao compartilhamento de dados. "No entanto", diz Curty, "também é preciso investir em parâmetros de avaliação desses planos e em sistemas que verifiquem se de fato os dados foram compartilhados e avaliem a qualidade desse material". Uma preocupação é garantir que essas informações venham acompanhadas dos chamados metadados, que oferecem uma descrição detalhada dos dados gerados em determinado estudo, especificando como foram produzidos, quem os gerou, quando, onde e como podem ser reutilizados, de modo a possibilitar sua devida interpretação e ampliar o potencial de reúso em novas pesquisas.

Na avaliação de Claudia Bauzer Medeiros, para que a cultura do compartilhamento se fortaleça após a pandemia é preciso avançar na implementação de mecanismos de recompensa para quem adota essa prática. Uma das estratégias seria a criação de indicadores de citação das informações partilhadas. "Da mesma forma, é importante que essas métricas sejam levadas em consideração pelos sistemas de avaliação, de modo a reconhecer e valorizar o esforço dos pesquisadores que fornecem seus dados." O ambiente com acesso livre à informação e construção colaborativa do conhecimento também depende de financiamento sistemático. "Entre 20% e 30% das iniciativas envolvendo o compartilhamento de dados primários são descontinuadas após dois ou três anos por falta de recursos", destaca. ■

ILUSTRAÇÃO FERNANDO CARVALL

PESQUISA NA QUARENTENA

"TRABALHO MAIS HORAS, MAS NÃO ESTOU MAIS EFICIENTE"

Uma coisa boa nesta quarentena foi estar mais próximo dos meus filhos. Agora vejo o quanto estava distante deles.

Algumas pessoas dizem que estão mais eficientes. Eu trabalho mais horas, mas não acho que esteja mais eficiente. Participo de muitos comitês, subcomitês, *webinars* por plataformas virtuais. Funciona muito bem, qualquer um pode fazer perguntas a qualquer hora pelo bate-papo.

Pela universidade estou finalizando artigos, orientando alunos e escrevendo projetos. Não podemos ainda voltar ao laboratório. É muita responsabilidade autorizar a volta dos estudantes.

Queremos usar grafeno para fazer um sensor para diagnóstico utilizando o conhecimento que temos na área de fotônica com materiais bidimensionais. A Covid-19 vai longe e podem vir outros vírus. Quanto mais maneiras de diagnosticar que sejam rápidas, eficientes e de preferência baratas, melhor.

Quase todos os potenciais clientes da minha empresa, a DreamTech, pararam de trabalhar durante a pandemia. Mas temos projetos com duas empresas na área de tintas. Em grafeno e tecnologia de materiais, a solução nunca está pronta, ela tem que ser desenhada sob medida.

Também sou cantor lírico, tinha ensaios todas as quintas-feiras com o pianista Ricardo Ballestero – professor da Universidade de São Paulo –, criando uma teoria de como atualizar a linguagem dos concertos. Como ser clássico, erudito, e que alguém com 17 ou 25 anos possa curtir de forma moderna? Mas o projeto foi interrompido pela quarentena.

Tem um problema tecnológico que é o atraso, o *delay*. Se uma rede de transmissão em alta definição permitisse que ele fosse constante, eu conseguiria fazer um concerto com outra pessoa. É um desafio tecnológico e científico.

THOROH DE SOUZA é pesquisador do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno (MackGraphe), Nanomateriais e Nanotecnologias da Universidade Presbiteriana Mackenzie e cantor lírico.
DEPOIMENTO CONCEDIDO A MARIA GUIMARÃES

Regina Silveira, *Amphibia*, 2013. Imagem digital, vinil adesivo e ralo metálico. Dimensões variáveis. Galeria Bolsa de Arte, Porto Alegre

PANDEMIA COMO ALEGORIA

Escritores e artistas utilizam a figura da peste para elaborar acontecimentos trágicos e propor reflexões sobre a condição humana

Christina Queiroz

Por volta do ano 427 a.C., o dramaturgo grego Sófocles (496-406 a.C.) escreveu *Édipo rei*, uma peça sobre o governante de uma cidade assolada pela peste, tragédia resultante da maldição dos deuses. Milênios mais tarde, ao refletir sobre o medo da morte, o escritor turco Orhan Pamuk, ganhador do Nobel de Literatura de 2006, prepara um romance que se desenvolve em 1901, durante um surto de peste bubônica na Ásia. Da Grécia Antiga ao período contemporâneo, passando pela Idade Média e o pós-guerra, escritores e artistas têm utilizado o repertório da peste para refletir sobre a condição humana, criticar os detentores do poder político e a realidade social. No Brasil, instigados pela pandemia do novo coronavírus, pesquisadores se mobilizam para discutir a influência de eventos como esse na produção cultural. Em distintas instituições do país, cursos, aulas públicas e seminários integram a programação acadêmica do segundo semestre letivo.

Definida de forma ampla como doença contagiosa ou epidemia que causa um grande número de mortes, a peste é elemento recorrente na história literária e representa papel central na mencionada obra de Sófocles. "*Édipo rei* mostra a figura da peste como o principal sintoma de que há um desarranjo naquela sociedade", analisa Francine Fernandes Weiss Ricieri, da Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Paulo (EFLCH-Unifesp). De acordo com Ricieri, historiadora da literatura que há mais de 20 anos pesquisa as relações entre Brasil, Portugal e França em poetas oitocentistas, no universo literário a peste costuma ser retratada como alegoria para abordar questões políticas e sociais. *Decameron*, escrita pelo italiano Giovanni Boccaccio (1313-1375) entre 1348 e 1353, reúne relatos de 10 pessoas que fogem de Florença para se proteger da peste negra. "A obra trata de inúmeras questões, incluindo o erotismo e a sexualidade das mulheres. Enquanto grande parte da sociedade morria, a elite teve condições de se isolar para não contrair a doença. No momento atual, parece evidente o quanto a questão da desigualdade social se faz presente na narrativa", observa.

No Brasil, a pandemia da Covid-19 evidenciou, para historiadores da arte, a inexistência de um campo dedicado a investigar a influência da peste no imaginário artístico. "Até hoje, a peste tem sido tratada do ponto de vista da iconografia, por meio de análises de episódios ou obras pontuais. Nunca foi uma questão central para curadores e pesquisadores da história da arte. A realidade trazida pela pandemia começa a mudar esse cenário. Estamos nos mobilizando para criar projetos que permitam investigar o assunto de forma sistemática", conta Ana Gonçalves Magalhães, diretora do Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP).

A instituição prepara uma retrospectiva com obras da artista Regina Silveira, professora aposentada do Departamento de Artes Plásticas da Escola de Comunicações e Artes (DAP-ECA) da USP. A exposição será inaugurada após a abertura do MAC ao público, em data a ser definida. Em sua trajetória, Silveira tem proposto reflexões sobre um futuro catastrófico. "Desde as pegadas de animais selvagens que planejei em 1996 como intervenção direta no hall de entrada do Museu

EDUARDO VERDERAME

de Arte Contemporânea de San Diego, nos Estados Unidos, minha imaginação foi tomada por essas narrativas que sugeriam invasões, súbitas e fantasmagóricas, de arquiteturas diversas", explica a artista. Segundo ela, essa mesma matriz de invasões incontroláveis também está na origem de muitas obras da série *Irruption*, que mostram acúmulos de pegadas humanas em situações inusitadas. "Já as imagens dos insetos daninhos gigantes, com as quais ocupei um grande pavilhão de vidro no Centro Cultural Banco do Brasil [CCBB] em Brasília, em 2007, eram uma alegoria perversa e deslumbrante de nossa elite política. Denominada *Mundus admirabilis*, a obra deu início a outras que mais diretamente dialogaram com pragas históricas e bíblicas, buscando suas versões na contemporaneidade, como a violência, a corrupção e a deterioração do cotidiano."

Com percepção parecida à da curadora do MAC-USP, Maria Berbara, do Departamento de Teoria e História da Arte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), constata que a temática não está entre os principais objetos de reflexão no campo da história da arte e da cultura. Com pesquisas desenvolvidas desde os anos 2000 sobre os intercâmbios artísticos e culturais que ocorreram entre a Europa e o continente americano nos séculos XVI e XVII, nos últimos meses Berbara começou a questionar as narrativas adotadas sobre o processo de colonização do continente americano. O uso da pólvora, por exemplo, sempre foi apontado como um dos aspectos centrais para explicar a rapidez com que os colonizadores se instalaram no continente. "O demolidor impacto demográfico das epidemias entre as populações nativas era visto como uma teoria secundária para esclarecer esse processo. A situação atual recorda que, na realidade, ele deve ser visto como prioritário", observa a historiadora. Berbara avalia que a falta de atenção ao papel fundamental desempenhado pelas epidemias nas artes está possivelmente relacionada ao fato de que, ao longo do século XX, pesquisadores da história da arte e da cultura buscaram construir um nicho próprio de investigação, que operasse com autonomia em relação a aspectos econômicos ou sociais. "Essa busca por independência de outros campos do conhecimento acabou por fazer com que passássemos por cima de alguns aspectos que merecem mais atenção, caso das epidemias", afirma.

Estima-se que a peste negra foi responsável por um terço das mortes da população mundial entre 1346 e 1353, trazendo consequências ao imaginário artístico. "Como reflexo da doença, que era interpretada como castigo divino, a pintura de devoção a santos, especialmente àqueles considerados protetores contra a peste, se intensificou", afirma Tamara Quírico, do Departamento de Teoria e História da Arte da Uerj e que há mais de 20 anos estuda a arte medieval cristã entre os séculos XIII e XIV e a iconografia relacionada com o juízo final. Pesquisadora da estética do macabro há mais de uma década, a historiadora Juliana Schmitt explica que na Europa medieval cristã prevalecia a ideia de que a morte era a transição para uma vida espiritual plena. Os ritos fúnebres buscavam assegurar uma passagem organizada para esse outro plano, além de evitar mostrar o processo de decomposição do corpo. "A chegada da peste negra rompeu com essa concepção. A doença deixava marcas no corpo, as pessoas morriam de repente, algumas em locais públicos. Os corpos podiam ficar dias se decompondo na rua e os rituais funerários deixaram de ser feitos", conta. "A ideia apaziguadora da morte na concepção cristã foi substituída pela ideia de morte caótica causada pela peste",

1

O holandês Pieter Bruegel criou o *Triunfo da morte*, em 1562, evocando o cenário de pragas, epidemias e conflitos que atingiam a Europa

2

Ilustração do italiano Angelo Agostini da febre amarela ceifando vidas, no Carnaval de 1876

3

The mal'aria, pintura do francês Ernest Hébert feita entre 1848 e 1849, integra acervo do Musée d'Orsay, em Paris

conta a historiadora, que acaba de concluir pesquisa de pós-doutorado na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Conforme Schmitt, as imagens cotidianas relacionadas ao surto da doença passaram a ser reapresentadas na iconografia e na literatura, nos anos seguintes, potencializando o que hoje se conhece como estética macabra. "O que caracteriza as obras macabras é a ênfase dada aos processos de decomposição do corpo", esclarece a historiadora, ao explicar que essa estética já existia antes, mas foi impulsionada pela peste negra. Assim, afrescos em cemitérios e igrejas, iluminuras em manuscritos e poemas passaram a versar, por exemplo, sobre vermes que passeiam pelos corpos e cadáveres em decomposição que abandonam suas covas para se encontrar com os vivos.

No contexto desse imaginário, conta Quírico, o tema da dança macabra começou a se sobressair, sobretudo em afrescos e iluminuras que foram preservados até os dias atuais. Nessas imagens, cadáveres ou caveiras dançam com os vivos, carregando objetos relacionados à morte, como foices e tampas de caixão, além de instrumentos musicais, compondo um ambiente que é também festivo. Ao analisar o significado desses trabalhos para a população da Idade Média, Schmitt afirma que eles representavam a ideia de que a morte é universal, atinge a todos independentemente da classe social e pode chegar de surpresa. "As danças macabras podem ser consideradas uma tentativa de reelaborar, por meio da arte, o caos que se instalou na sociedade daquele tempo", afirma.

Schmitt lembra ainda que no decorrer da história a dança macabra ganhou diversas releituras, passando pelas gravuras de Hans Holbein (1497-1543) e pelos versos dos poetas românticos, que tinham apreço pela estética da cultura medieval. "No final do século XVIII, os românticos resgataram os temas medievais para fazer oposição ao ideal neoclássico vigente em décadas precedentes e que valorizava a busca pela beleza e harmonia na arte e na poesia", observa a historiadora. Anos mais tarde, o poeta francês Charles Baudelaire (1821-1867) também mobilizou esse imaginário, tendo publicado, inclusive, um poema com o título "Dança macabra", em *As flores do mal*, de 1857. Ao contar a história de um cavaleiro que volta para casa depois de 10 anos lutando nas cruzadas e encontra sua vila afetada pela peste negra, em 1959, o filme *O sétimo selo*, do diretor sueco Ingmar Bergman (1918-2007), mostra a imagem da morte levando o protagonista e seus amigos – que, enfileirados, remetem à iconografia das danças macabras.

Mesmo antes da atual pandemia, o tema da peste manteve-se no imaginário de escritores contemporâneos. Ao abordar seu processo de criação de um livro sobre a temática, em artigo de opinião publicado no *The New York Times* em abril, Orhan Pamuk discorre sobre diferentes autores que publicaram obras a respeito. O descaso do poder público, os esforços para esconder o real tamanho do problema, a disseminação de notícias falsas e a ideia da praga como algo trazido por algum forasteiro são elementos comuns em muitos desses trabalhos. Pamuk enfatiza que alguns escritores, como o britânico Daniel Defoe (1660-1731) e o franco-argelino Albert Camus (1913-1960), foram além de questões políticas e sociais, utilizando a figura de pragas para tratar de questões

FOTOS 1 E 3 WIKIMEDIA COMMONS 2 ANGELO AGOSTINI. *O CARNAVAL DE 1876*. REVISTA ILLUSTRADA, N. 10, MAR. 1876 / REPRODUÇÃO

1

Oratorio dei disciplini, na cidade de Clusone, na Itália. Feito por Giacomo Borlone de Burchis no século XV, é um dos primeiros trabalhos sobre dança da morte

2

Autorretrato do norueguês Edvard Munch após contrair o vírus da gripe espanhola, em 1919

Na página ao lado, cena do filme *O sétimo selo*, do sueco Ingmar Bergman, que é uma releitura da iconografia macabra que ganhou impulso na Idade Média

intrínsecas à condição humana, como o medo e o pavor causado pela proximidade da morte e a sensação de estranheza gerada pelo advento de novas doenças. Publicado em 1722, *Um diário do ano da peste*, de Defoe, relata o cotidiano de Londres durante a "grande praga", que devastou a cidade entre 1665 e 1666.

Para Daniel Bonomo, da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), tanto em *Um diário do ano da peste* quanto em *Robinson Crusoé* (1719), Defoe explora os efeitos de situações de confinamento. "O narrador descreve as medidas severas adotadas em Londres na ocasião. Casas que abrigavam doentes eram trancadas por fora e identificadas com uma cruz vermelha, com vigias que zelavam todo o tempo para que ninguém entrasse ou saísse", comenta Bonomo, um dos participantes de curso on-line que discute a questão das epidemias no imaginário literário. O ciclo de palestras na UFMG teve início em julho e se estenderá até o final do segundo semestre de 2020.

Outro livro célebre sobre o tema é *A peste*, de Camus. Publicada em 1947, a obra retrata uma epidemia na cidade argelina de Oran e seus efeitos sobre a população local. Pesquisadores do trabalho de Camus observam que a peste foi lida na época como alegoria da ocupação de Paris pela Alemanha nazista durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Raphael Luiz de Araújo, que em 2017 defendeu doutorado na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP sobre o escritor, conta que a produção de Camus pode ser dividida em três ciclos, sendo que o primeiro envolve obras que abordam situações absurdas da existência humana. *O estrangeiro* (1942) faz parte dessa seara, narrando a história de um homem em Argel que, dias depois de enterrar a mãe, acaba por assassinar um jovem árabe. Já o segundo ciclo, no qual *A peste* está incorporada, é marcado pela ideia da revolta coletiva como resposta positiva ao sentimento sobre o absurdo explorado no primeiro ciclo. "Trata-se da busca por uma reação ética de nossa angústia diante do destino trágico humano", diz Araújo, tradutor dos primeiros cadernos de Camus no Brasil. Segundo ele, o terceiro ciclo, que não foi concluído em decorrência da morte precoce do escritor, abordaria o tema do amor.

Claudia Consuelo Amigo Pino, professora de língua e literatura francesa no Departamento de Letras Modernas (DLM) da FFLCH-USP, observa que a ocupação nazista na França inaugurou um intenso sistema de vigilância, gerando desconfiança e dando vazão a preconceitos de toda ordem. "No começo, as pessoas pensaram que seria uma situação temporária e a falta de consciência sobre a gravidade do problema fez com que ele se tornasse ainda maior, o que também acontece no caso de uma epidemia como a que vivemos hoje", comenta. "No livro, Camus alerta que catástrofes, como epidemias ou guerras, só podem ser enfrentadas mediante conscientização precoce e trabalho coletivo." Pino, que em 2013 promoveu um curso de extensão para analisar a trajetória de Camus, no marco dos 100 anos do seu nascimento, é uma das organizadoras do ciclo de aulas públicas sobre epidemias a ser desenvolvido na FFLCH-USP, a partir de setembro.

Ainda sobre Camus, o filósofo Leandson Vasconcelos Sampaio lembra que na obra de 1947 a peste pode ser com-

FOTOS 1 WIKIMEDIA COMMONS 2 NASJONALMUSEET / LATHION, JACQUES 3 REPRODUÇÃO ILUSTRAÇÃO FERNANDO CARVALL

preendida "como símbolo de nossa fragilidade". Aliás, é em torno da ideia da morte que giram muitas das obras de Camus, incluindo *O estrangeiro*, *O homem revoltado* (1951) e *O mito de Sísifo* (1941). "Para o escritor, a consciência da finitude humana evidencia o primeiro contato das pessoas com o absurdo. No livro de Camus, a peste é um símbolo para que o leitor reflita sobre a ética e a necessidade de engajamento das pessoas diante de catástrofes coletivas. Com isso, ao abordar a morte, o autor escreve em favor da vida", analisa Sampaio.

A destruição da espécie humana é tema frequente em trabalhos ficcionais que abordam situações apocalípticas, em que as epidemias acabam por assumir funções simbólicas, entre elas o desejo de reconstruir a sociedade do zero. Com projeto de pesquisa estruturado desde 2018 envolvendo ficção científica e produções culturais sobre mortos-vivos, ou zumbis, Valéria Sabrina Pereira, da Faculdade de Letras da UFMG, relaciona diferentes obras em que essa vontade se faz evidente. Em *Zone one* (2011), por exemplo, o escritor norte-americano Colson Whitehead descreve um país pós-apocalíptico, onde os sobreviventes se unem para combater zumbis que passaram a dominar as cidades. "Entre essas pessoas, está o protagonista, um negro que começa a se questionar se quando a situação voltar ao normal a sociedade seguirá sendo marcada pelas desigualdades sociais e pelo racismo", conta Pereira. "Muitas obras sobre zumbis funcionam como uma sátira da ideia de 'novo normal' que se desenvolve após situações apocalípticas, mostrando tentativas desesperadas da sociedade de voltar ao seu modelo tradicional", explica. André Cabral de Almeida Cardoso, do Departamento de Letras Estrangeiras Modernas da Universidade Federal Fluminense (UFF) e que desde 2016 desenvolve projeto de pesquisa sobre distopias e narrativas apocalípticas e pós-apocalípticas contemporâneas, observa que, de alguma forma, essas narrativas sobre distopias acabaram por antecipar o momento de crise atual. "Hoje, ao sermos confrontados por um cenário que até então era apenas ficcional, esses trabalhos nos ajudam a lidar com o sentimento de perplexidade e estranhamento que advém da situação", finaliza. ■

Projeto

Os rastros de Nêmesis: O último ensaio de Albert Camus (nº 14/15584-0); **Modalidade** Bolsas no país – Doutorado; **Pesquisadora responsável** Claudia Consuelo Amigo Pino (USP); **Investimento** R$ 171.509,63.

Artigo científico

BONOMO, D. R. *Experimentum in insula*: Robinson Crusoé nas origens do aborrecimento. **Literatura e Sociedade**. v. 22, n. 24. p. 117-31. 2017.

Livro

SCHMITT, J. **O imaginário macabro na Idade Média – Romantismo**. São Paulo: Alameda Editorial, 2017.

PESQUISA NA QUARENTENA

"ME PREOCUPO COM OS PALIKUR DA MESMA FORMA QUE ME PREOCUPO COM MINHA FAMÍLIA"

Entre nós, ocorre uma separação marcada entre o trabalho e a vida pessoal. Com a pandemia, passamos a viver um momento no qual essas duas dimensões estão misturadas. Temos a falsa sensação de que estamos trabalhando menos, mas isso tem a ver com uma valorização excessiva das tarefas intelectuais. É como se o trabalho físico não fosse considerado exatamente trabalho. Precisamos reelaborar muitas atitudes na nossa vida, uma delas é essa ideia que temos do trabalho. No plano profissional, a pandemia me agarrou pelo pé. Tinha conseguido um afastamento da Unicamp para realizar um estágio de pesquisa na Universidade de Berkeley, na Califórnia. Desenvolveria mais um aspecto das minhas pesquisas feitas entre os Palikur, povo que vive na região da fronteira entre o Brasil e a Guiana Francesa, no extremo norte do Amapá. Iria investigar a intervenção da fronteira na vida dessa população a partir de um paralelo com os povos indígenas que estão na fronteira entre o México e os Estados Unidos. De março para cá, as formas de lidar com a quarentena foram variando. No começo, tentei realizar parte da pesquisa que faria em Berkeley aqui. Mas não é a mesma coisa. Além de não estar no ambiente com os recursos necessários para a pesquisa, o mundo estava desabando e eu não pude prosseguir como se nada estivesse acontecendo. Perdi familiares para a Covid e me agoniava com os números crescentes de mortes entre os indígenas. Me preocupo com os Palikur da mesma forma que me preocupo com minha família, porque eles são parte da minha família. Por outro lado, me mantive na Comissão de Graduação do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas [IFCH] da Unicamp tentando colaborar no debate sobre as melhores formas de prosseguir com as atividades letivas, no primeiro semestre.

ARTIONKA CAPIBERIBE é professora do Departamento de Antropologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

DEPOIMENTO CONCEDIDO A CHRISTINA QUEIROZ

O criador de startups

Com forte espírito empreendedor, cientista mineiro montou várias empresas bem-sucedidas; uma delas foi comprada pelo Google

Yuri Vasconcelos | RETRATO **Léo Ramos Chaves**

Prestes a completar 74 anos, o engenheiro mecânico e cientista da computação Nivio Ziviani, professor emérito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ainda guarda na forma de falar a vitalidade dos anos da juventude. Um dos pioneiros do ensino de graduação em computação no país, ele conseguiu uma façanha obtida por poucos acadêmicos de sua geração: não apenas formou profissionais e gerou conhecimento, como conseguiu transpô-los para fora dos muros da academia.

Contaminado pelo "vírus do empreendedorismo" – como ele mesmo define –, desde que cursou o doutorado na Universidade de Waterloo, no Canadá, nos anos 1980, Ziviani criou cinco startups ao longo da carreira. Os negócios, bem-sucedidos, chamaram a atenção do mercado e uma das empresas, a Akwan Information Technologies, foi comprada pelo Google em 2005, dando origem ao centro de pesquisa e desenvolvimento da multinacional na América Latina, com sede em Belo Horizonte.

"Desde então, o Google já pôs centenas de milhões de reais no país. Isso aconteceu por causa de algo que conseguimos fazer: mobilizar conhecimento na academia, gerar tecnologia, transferir para a sociedade, empreender e criar emprego nobre", conta. "A universidade brasileira deve ser um polo gerador de riqueza, por meio de negócios inovadores."

Ziviani recebeu a equipe de *Pesquisa FAPESP* para uma conversa antes da eclosão da pandemia do novo coronavírus. Nos meses seguintes, a entrevista foi complementada por contatos telefônicos e trocas de mensagem. Confira a seguir os principais trechos.

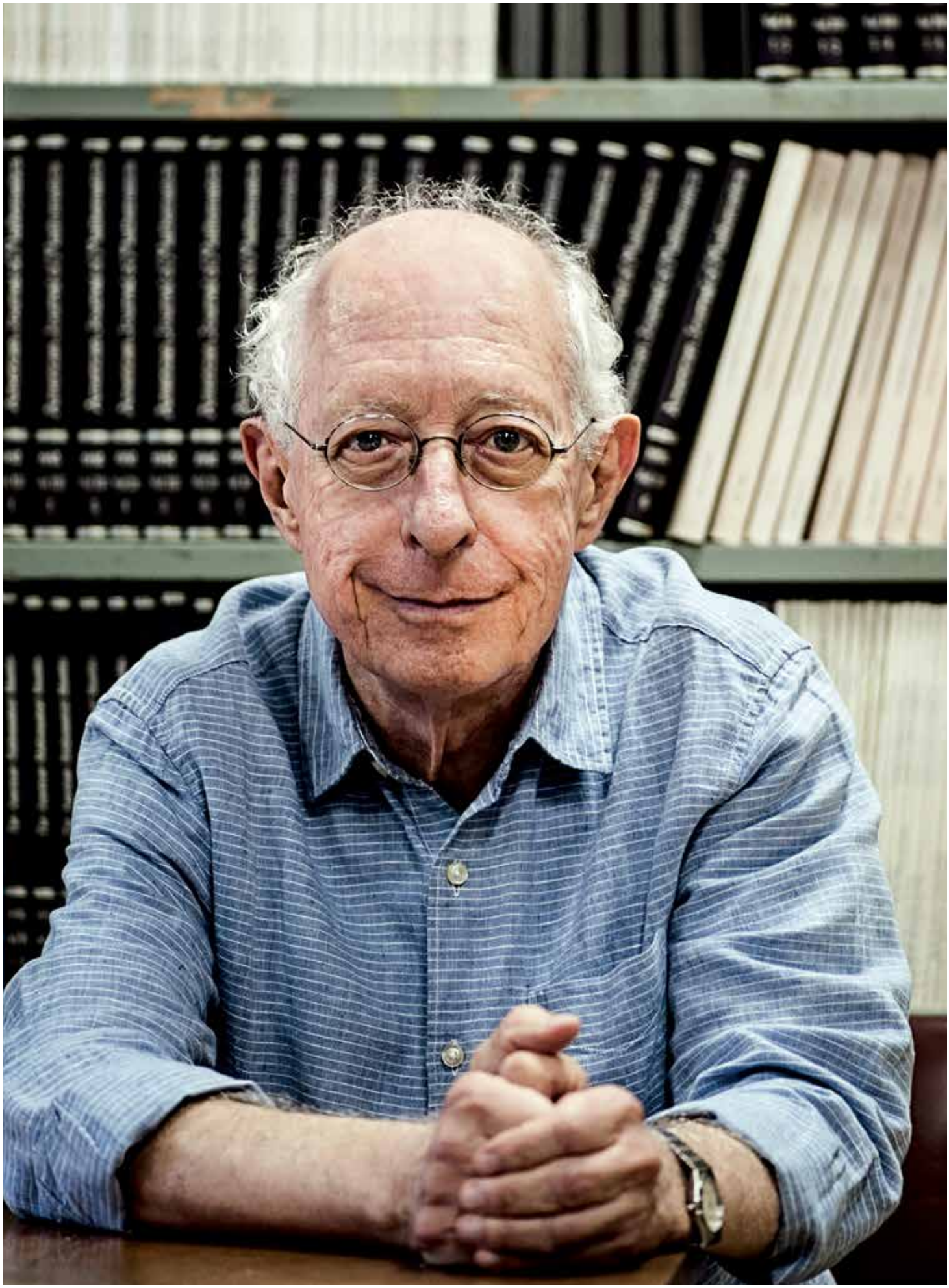
IDADE 73 anos

ESPECIALIDADE
Algoritmos, recuperação de informação e inteligência artificial

INSTITUIÇÃO
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

FORMAÇÃO
Graduado em engenharia mecânica pela UFMG (1971), mestrado em informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1976) e doutorado em ciência da computação pela Universidade de Waterloo, no Canadá (1982)

PRODUÇÃO
44 artigos em revistas científicas, 14 livros (8 em coautoria), 121 trabalhos publicados em anais de congressos



O senhor viveu um episódio dramático na infância. Como isso o marcou?
Quando criança, tive poliomielite. Foi algo com grande impacto na minha vida. Precisei fazer várias cirurgias, a mais pesada em 1960, aos 14 anos. Foi uma operação para corrigir um encurtamento de tendão, em que os médicos cortaram os ossos do meu pé. Fiquei 90 dias no gesso. Isso me marcou muito e provavelmente determinou um pouco como prosseguir na vida. Por causa dessa limitação, não era competitivo em esporte coletivo. Mas sempre gostei de bicicleta. Aos 16 anos, coloquei um motor nela. Gostava de máquinas e mecanismos. Tanto que depois fui fazer engenharia mecânica.

Mesmo com essa formação, o senhor atuou a vida inteira como cientista da computação. Como foi essa mudança?
Sempre gostei de automobilismo, inclusive o de competição – e veio daí meu interesse pela engenharia mecânica. Quando era estudante de graduação, chefiei a equipe de kart do piloto Toninho [Antônio Lúcio] da Matta, campeão brasileiro em 1966. Mas no segundo ano da faculdade, a Escola de Engenharia da UFMG comprou um computador, um IBM 1130, um dos primeiros do país. Rapidamente comecei a trabalhar como programador. A partir daí, passei a interagir com a comunidade de cientistas da computação.

Como era trabalhar com computação numa época em que quase não havia esses equipamentos no país?
Havia poucas centenas. Eram máquinas grandes, que ocupavam a sala toda, e seu poder computacional era muito menor do que o dos smartphones de hoje. Era difícil programar. Completei o curso de engenharia mecânica em 1971, mas sempre trabalhando com programação. No ano seguinte, um amigo, Ivan Moura Campos, professor do Departamento de Matemática da UFMG, me convidou para iniciar um curso de programação de computadores. Foi assim que virei professor em tempo parcial.

Naquela ocasião já pensava em seguir carreira acadêmica?
Não, não tinha a menor ideia. Depois de formado, junto com as aulas de meio período na UFMG, atuei como programador no antigo Banco Nacional. Em 1973, o governo lançou um projeto para

> “Parte do dinheiro que Victor Ribeiro e eu ganhamos com a venda de nossa primeira startup doamos para a UFMG

estruturar cursos de graduação intermediária, de tecnólogos, em cinco instituições: UFMG, PUC-Rio [Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro], federais do Rio Grande do Sul [UFRGS] e da Paraíba [UFPB], *campus* de Campina Grande, e Centro Paula Souza, em São Paulo. Em março daquele ano, fui convidado a trabalhar em tempo integral e com dedicação exclusiva para ajudar a implantar o curso na UFMG. Foi uma experiência incrível.

Por quê?
Começamos tudo do zero. Decidimos como seria o currículo e tivemos que contratar professores. Era um curso diferente, com dois anos de duração, intensivo e com períodos trimestrais – naquela época, os cursos universitários eram todos semestrais. O mesmo currículo foi implementado nas cinco escolas.

Foi assim que se tornou um dos pioneiros na implantação da graduação em computação no país?
Sim. O primeiro vestibular aconteceu no meio de 1973. Fui o coordenador do curso na UFMG por dois anos. Uma curiosidade é que, como era uma graduação bem diferente, poderia haver resistência da Pró-reitoria de Graduação. O MEC [Ministério da Educação] achou melhor colocar o dinheiro diretamente nas mãos dos coordenadores, o que me levava a interagir com o reitor.

Como vê os cursos de ciência da computação no Brasil hoje?
Caminharam muito bem. O país se destaca na América Latina e tem ensino e pesquisa sólidos em termos globais. Nossa pós-graduação é competitiva, formamos gente competente, mas, infelizmente, há uma sangria de cérebros. Os melhores profissionais, muitas vezes formados com dinheiro público, acabam indo para o exterior. Entre as inúmeras pessoas que contribuíram para a qualidade da ciência da computação brasileira, ressalto o pernambucano Carlos José Pereira de Lucena, professor da PUC-Rio, que considero pai da computação no país. Ele criou o primeiro mestrado no Brasil e teve um papel decisivo na Capes [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior]. Também influenciou minha ida para o Canadá, onde fiz doutorado, na Universidade de Waterloo, a universidade canadense que mais gera startups. O smartphone BlackBerry nasceu lá.

Quando fez seu doutorado?
Defendi em 1982. Quando voltei, o professor Lucena, então coordenador da área de ciência da computação na Capes, me convidou para participar dos comitês de avaliação da pós-graduação. Em 1984, retornei para um pós-doutorado de três meses em Waterloo. Enquanto estava lá, fui escolhido sucessor do Lucena. Fiquei dois mandatos à frente da área.

Quais são suas áreas de interesse na computação?
Primeiro dediquei-me a algoritmos e à recuperação de informação [ramo da ciência da computação que lida com o armazenamento de documentos e a recuperação de dados associados a eles], mas depois derivei para inteligência artificial [IA]. Para entender essa guinada, preciso falar sobre as principais revoluções industriais que ocorreram no passado. A primeira, ainda no século XIX, se deu com a criação da máquina a vapor, e a

ARQUIVO PESSOAL

Ziviani (*à dir.*) reúne-se na UFMG com os criadores do Google, Sergey Brin e Larry Page (*os dois à esq.*)

segunda, no início do século passado, com a invenção do motor a combustão interna e a eletricidade. São tecnologias de propósito geral, porque permeiam a vida de todos. A inteligência artificial é a tecnologia de propósito geral do momento – e ela deverá ter o mesmo impacto que o motor a combustão e a eletricidade tiveram na história da humanidade. Há, ainda, uma terceira revolução industrial, ocorrida nos anos 1990 com a criação da web por Tim Berners-Lee. Ela nada mais é do que repositórios de textos. Ao disponibilizar conteúdos e conectar as pessoas, a web fez com que surgissem mecanismos de busca para recuperar as informações depositadas nela. Desde os anos 1980 trabalhava com processamento de linguagem natural – meu interesse por essa área começou no doutorado.

Nas décadas de 1990 e 2000 surgiram vários mecanismos de busca.
Sim. Um dos ícones é o do Google. Foi criado em 1998 na Universidade Stanford [EUA]. Meu orientador, Gaston Gonnet, desenvolveu em 1993 um dos primeiros mecanismos de busca da web, que deu origem a uma das maiores empresas de TI [Tecnologia da Informação] do Canadá, a Open Text Corporation. No total, ele criou umas 10 startups. Waterloo é o principal celeiro dessas empresas do Canadá. Ao estudar lá, o vírus do empreendedorismo entrou em mim.

Voltando ao Brasil, já estava infectado...
De certa forma, sim. Em 1985, Gaston veio ao Brasil dar um curso sobre projeto de algoritmos. Nós nos encontramos e ele sugeriu que criássemos uma empresa especializada em algoritmos para buscas em texto, a base dos mecanismos de busca. Isso ficou na minha cabeça. Dez anos depois, quando lecionava na UFMG, um dos alunos, Victor Ribeiro, desenvolveu um software, um robozinho que passeava pela internet e coletava páginas dos servidores web de interesse.

Era um mecanismo de busca?
Não, simplesmente um software, um robô, que tinha essa competência. Criar um mecanismo de busca naquela época era difícil. Ninguém sabia como fazer. Depois que terminou a disciplina, o Victor veio trabalhar comigo no Laboratório para Tratamento da Informação [Latin], que eu havia criado nos anos 1980. Um dia, ele viu um colega fazendo buscas na internet em livrarias virtuais. Ele entrava em cada uma delas e usava o software da livraria para tentar encontrar um livro. O Victor pensou: "Por que eu não uso o meu robô para fazer buscas em todas as livrarias virtuais ao mesmo tempo, apresentando um resultado único ao usuário?".

Ou seja, ele imaginou criar um mecanismo de busca focado em livrarias.
Sim, para achar qualquer livro em livrarias do Brasil e do exterior. Isso é o que se chama metabusca: usar mecanismos de terceiros para coletar páginas dos servidores de cada negócio, fazer a fusão dos resultados e apresentá-los ao internauta. Esse foi o estopim para criarmos uma família de metabuscadores: o BookMiner, para livros, o CDMiner, para CDs, o SoftMiner, para softwares, entre outros. Hoje, a indústria de metabusca é fortíssima. AirBnb, Trivago, MaxMilhas são exemplos de metabusca. Criamos nosso mecanismo numa época em que ninguém sabia como fazer.

Como esse mecanismo se tornou sua primeira startup?
Tudo começou no Latin. A família Miner de Agentes para a Web foi um sucesso e, em pouco tempo, a rede do departamento não dava mais conta. O número de usuários usando o mecanismo dobrava a cada 30 dias. Como não dava mais para manter o sistema nos servidores da universidade, negociamos com o UOL, que passou a hospedar a família Miner. Na virada de 1998, ganhamos o iBest [principal premiação da internet brasileira], como site mais popular e mais tecnológico. Até ali, a Miner era bancada por mim e pelo Victor. Ele decidiu largar o emprego para se dedicar ao negócio, o que é um pré-requisito para o empreendedor ter sucesso. Eu continuei na UFMG. No início de 1999, abri a *Folha de S.Paulo* e, para minha surpresa, o título da coluna do economista Luis Nassif era "A família Miner". Ele tecia mil elogios ao nosso buscador, "uma tecnologia de ponta que nasceu na universidade". Liguei na hora para dois colegas, o Ivan Moura Campos e o Guilherme Emrick, investidor e criador da Biobrás, fabricante de insulina, e os convenci a investir no negócio. Foi assim que nasceu a Miner.

Quanto eles investiram?
O valor não foi público, mas foi uma quantia relativamente pequena. Aconteceu que o UOL ficou muito interessado na Miner e acabou adquirindo-a, em junho de 1999. Não posso revelar o valor. O Victor trabalhou muito tempo como diretor de Tecnologia da Informação do UOL. Esse foi um dos primeiros *cases* de sucesso de uma startup nascida na universidade.

É verdade que parte do dinheiro recebido da venda da Miner foi doada à UFMG?
Sim. Quando criamos o mecanismo de busca no Latin, tentei fazer com que ele pertencesse à universidade. Mas havia muita burocracia, era algo difícil de ser

efetivado. Victor e eu combinamos que se desse certo faríamos uma doação para a UFMG. Por isso, doamos R$ 100 mil – na época, cerca de US$ 90 mil.

O que foi feito com esse dinheiro?
Sugerimos que fosse dividido em partes: uma para modernização do Latin, outra para a criação da biblioteca de pós-graduação do ICEx [Instituto de Ciências Exatas] e uma terceira para criar uma bolsa perene de iniciação científica em computação. Esse dinheiro foi alocado em uma aplicação financeira pela Fundep [Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, da UFMG] e os juros destinaram-se à bolsa Miner Latin.

Logo em seguida à venda da Miner, o senhor criou outra startup que acabaria sendo comprada pelo Google. Como foi?
Em setembro de 1999, eu e o professor Berthier Ribeiro-Neto, aqui da UFMG, nos encontramos em um evento na Universidade de Berkeley, na Califórnia. Lá combinamos criar um mecanismo de busca geral, diferente de metabusca. Dois meses depois, lançamos a máquina de busca Todobr. Criamos a Akwan Information Technologies para ser a provedora do Todobr e tínhamos como clientes grandes grupos, como a Odebrecht, a Editora Abril e os portais iG e UOL. A ferramenta se expandiu para outros países, como Chile e Espanha.

Qual era o modelo de negócio da Akwan?
Ao contrário do Google, que era uma empresa de mídia, a Akwan era uma provedora de tecnologia. A ferramenta Todobr obteve grande sucesso. A Akwan tinha uma área muito forte de P&D [pesquisa e desenvolvimento] e oferecia tecnologia de ponta. Isso só foi possível porque estávamos atrelados a um grupo de pesquisa de excelência, como o que há até hoje no Departamento de Ciência da Computação da UFMG.

A Akwan, portanto, foi uma spin-off da UFMG?
Ela nasceu na sala onde hoje funciona o Laboratório de Inteligência Artificial. Mas rapidamente a tiramos de dentro do *campus* para um prédio perto da UFMG. A relação com a universidade continuou estreita. Com a obstinação de sempre fazer tudo corretamente, criei um mecanismo jurídico peculiar.

Que mecanismo foi esse?
Criamos uma Akwan S.A. [Sociedade Anônima] e doamos 5% das ações para a fundação ligada à UFMG, a Fundep. Com isso, eu falava que a universidade era sócia do negócio, o que era uma frase incorreta juridicamente. Naquela época, a gente ia para as principais conferências mundiais, assim como o pessoal do Google. Nesses fóruns, falávamos da experiência da Akwan. Foi assim que entramos no radar da empresa. O Google tinha acabado de fazer sua IPO [Oferta Pública de Ações, ocorrida em 2004] e queria se estabelecer na América Latina. No fim daquele ano, recebemos a visita do vice-presidente de Engenharia do Google, Wayne Rosing.

Ele veio aqui em Belo Horizonte?
Sim. Como eu estava na Europa, quem o recebeu foram o Berthier, diretor-executivo da startup, e os sócios-fundadores Guilherme Emrich, na época um dos donos da consultoria de investimentos FIR Capital, e o professor Ivan Campos, os mesmos que anos antes investiram na Miner. A Akwan tinha outros dois sócios, Marcus Regueira, também da FIR Capital, e Alberto Henrique Laender, professor da UFMG.

> “A Akwan tinha P&D fortes e tecnologia de ponta porque estava atrelada a um grupo de excelência da universidade

Como foi o encontro deles com o executivo do Google?
Aconteceu em um hotel no centro de Belo Horizonte. Estávamos morrendo de medo de levá-lo à Akwan, porque não queríamos que nossos engenheiros o reconhecessem. Mas ele queria de todo modo ir até a empresa, e o pessoal enrolando. Em certo momento, ele falou: “Espera aí que eu vou entrar em contato com Mountain View [cidade onde fica a sede do Google, na Califórnia]”. Pediu para baixar um Non-disclosure Agreement [NDA], documento padrão para abrir qualquer negociação, e o assinou. Em seguida, meus sócios o trouxeram para a empresa. A fim de não vazar a informação de que o Google estava interessado na Akwan, dissemos aos pesquisadores que era uma pessoa qualquer que ia visitar a sede. Só que um dos nossos engenheiros tinha participado poucos meses antes da International World Wide Web Conference, em Nova York, e o reconheceu: “Esse cara é do Google”. Na hora ocorreu o que não queríamos: a informação vazou.

Por que era importante manter o sigilo?
A negociação ainda estava começando. Havia muitos acertos a serem feitos. Quando o Wayne viu o que era a Akwan, o que nós fazíamos e a qualidade dos nossos softwares, ele não acreditou. Sob NDA, travamos uma negociação que durou mais de seis meses – a venda concretizou-se em 19 de julho de 2005. Berthier e Regueira, os negociadores do nosso lado, foram várias vezes à Califórnia e se reuniram com o Larry Page, um dos criadores do Google, que lidava diretamente com o acordo.

Seis meses não foi muito tempo?
A negociação durou tanto porque havia muitos detalhes envolvidos. A contratação dos engenheiros era um deles. Como o custo de contratação é alto demais no Brasil, decidimos trabalhar na Akwan com cooperativas de trabalhadores. Isso era comum na época, mas envolvia risco trabalhista. O Google queria comprar 100% do negócio, inclusive os 5%

da Fundep. Eles exigiram um documento do Conselho Curador da fundação e da Promotoria Estadual de Fundações atestando a legalidade da venda de um bem da fundação, sem necessidade de dizer para quem e nem por quanto.

Qual foi o valor da venda?
Não posso dizer. Mas foi dinheiro grande. O contrato tinha 10 páginas dizendo que ninguém podia revelar o valor. Foi a primeira empresa comprada pelo Google fora dos Estados Unidos.

A Akwan acabou virando o centro de P&D do Google no país?
Não apenas do Brasil, mas da América Latina. Ele foi montado em Belo Horizonte, com os engenheiros da Akwan, e depois abriram um escritório comercial em São Paulo. O Google já pôs centenas de milhões de reais no país. Isso aconteceu por causa de algo simples, mas que nem sempre as pessoas percebem a importância, que é mobilizar conhecimento na academia, gerar tecnologia, transferir para a sociedade, empreender e criar emprego nobre. A universidade brasileira pode e deve ser um polo gerador de riqueza, por meio de empreendimentos inovadores. A produção científica brasileira saltou de 0,8%, do volume global, em 1996, para 2,6%, em 2018. Mas isso não gera PIB [Produto Interno Bruto] na proporção que deveria.

Ou seja, a universidade brasileira gera conhecimento, mas não riqueza?
Não como deveria. A universidade pública brasileira tem a obrigação moral de mobilizar o conhecimento para gerar riqueza por meio de empreendimentos inovadores, retornando à sociedade o dinheiro que ela pôs para a formação de recursos humanos de qualidade. Além de gerar bons profissionais, ela tem que produzir riqueza, como ocorre em países desenvolvidos.

E por que isso não ocorre aqui?
A resposta é complexa. Existem vários entraves legais. Tudo que fiz até o surgimento da Akwan foi na base da coragem. Os dirigentes da UFMG deram grande apoio. Desde 2011 a universidade tem uma peça jurídica que facilita a transferência de tecnologia do conhecimento gerado na universidade para startups. A remuneração da UFMG se dá por meio do usufruto sobre 5% das ações ordinárias nominativas da empresa. A UFMG tem os mesmos direitos de qualquer acionista, mas não o voto. Com isso, corta-se o cordão umbilical. Com o tipo de ação que a universidade tem, se o empreendimento gerar passivo ou der errado, a ação vira pó, sem consequência para a universidade.

> “Desde 2011, a UFMG tem uma peça jurídica que facilita transferir tecnologia da instituição para startups

Depois da venda da Akwan, o senhor voltou a empreender...
Sim, montei quatro anos depois outra startup com um ex-aluno de doutorado, Edileno Silva de Moura, hoje professor da Ufam [Universidade Federal do Amazonas]. Ele foi o criador do miolo de busca do Todobr e trabalhou como engenheiro de software na Akwan. A Zunnit – esse era o nome da startup – era focada em sistema de recomendação, uma subárea da recuperação de informação. Significa basicamente você recomendar para o usuário notícias e informações relacionadas aos interesses dele. Mas a Zunnit não deu os resultados que esperávamos, pois na época, 2009, com a indústria de jornais em queda, seu mercado era limitado. Decidimos fechar as portas e abrir outra empresa.

Qual?
Ela se chamava Neemu e era especializada em sistemas de busca para comércio eletrônico. Éramos eu, Edileno, outro professor da Ufam chamado Altigran Soares da Silva e quatro alunos deles de Manaus. Forte em recuperação da informação, a Neemu provia tecnologia de busca para gigantes do e-commerce, como Americanas e Shoptime. Em 2014, 30% do e-commerce brasileiro usava tecnologia da Neemu. No ano seguinte, a Linx, uma das maiores empresas especializadas em tecnologia para o varejo, decidiu entrar no comércio eletrônico e fez uma oferta pela Neemu. Oficializamos a venda, por R$ 55 milhões, em setembro de 2015. Em março do ano seguinte criamos a Kunumi.

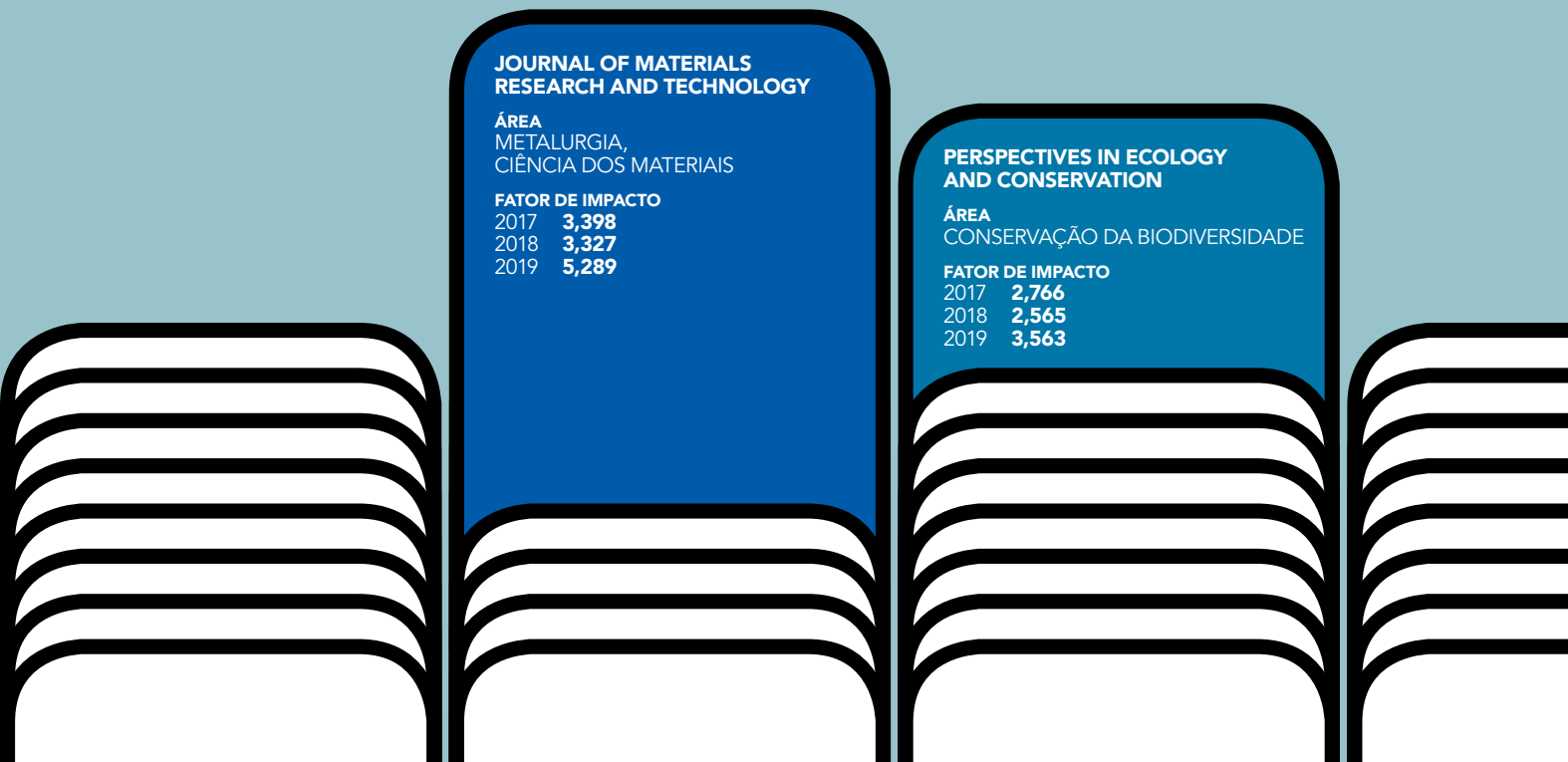
O que exatamente ela faz?
Ela é dedicada à solução de problemas complexos por meio da inteligência artificial. Nos últimos quatro anos, temos aplicado recursos de IA para ajudar empresas na predição de demanda e oferta, identificação de anomalias, análise de carteiras de produtos de crédito e outros. Temos grandes clientes como o Itaú, a petroquímica Braskem, a Coca-Cola, a Porto Seguro e a rede de farmácias Raia Drogasil. A Kunumi também faz P&D com potencial de impacto na sociedade. Recentemente fizemos pesquisas que podem ajudar médicos e formuladores de políticas públicas a lidar melhor com a Covid-19. Esse trabalho gerou um artigo, em coautoria com o colega Adriano Veloso, publicado no repositório medRxiv em junho.

Como é sua rotina hoje na empresa e na academia?
Além de me dedicar à Kunumi, sou professor emérito da UFMG. Oriento alunos e participo de programas de núcleos de excelência. No ano passado, fui convidado para integrar o Conselho de Administração da Petrobras. Foi uma surpresa. O presidente Roberto Castello Branco queria um acadêmico com perfil empreendedor e com conhecimento em inteligência artificial. Uma das minhas missões como conselheiro é ajudar a companhia em seu processo de transformação digital. Aceitei o desafio com prazer. ■

ALCANCE AMPLIFICADO

Relatório que calcula o fator de impacto de periódicos científicos evidencia evolução positiva de revistas do Brasil

Fabrício Marques



O *Journal Citation Reports* (*JCR*), relatório da empresa Clarivate que avalia anualmente o impacto de milhares de revistas científicas do mundo, mostra em sua edição mais recente uma evolução positiva no desempenho dos periódicos do Brasil, apesar de dificuldades de financiamento que muitos vêm enfrentando. Entre cerca de 130 títulos do país avaliados, nove tiveram fator de impacto (FI) superior a 2. Isso significa que em 2019 os artigos publicados por eles no biênio anterior foram citados em periódicos mais do que duas vezes, em média. O número de citações é um indicador consagrado para mensurar a repercussão de um trabalho científico. A performance de 2019 repete a do ano anterior e é superior à de 2015, quando só três títulos do Brasil superaram a barreira das duas citações por artigo.

O principal destaque foi o *Journal of Materials Research and Technology*, ligado à Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, cujo fator de impacto subiu de 3,327 em 2018 para 5,289 em 2019, desempenho inédito. Segundo o editor-chefe da revista, o brasileiro Marc Meyers, professor da Universidade da Califórnia em San Diego, o aumento ocorreu a despeito da perda recente do patrocínio de uma mineradora, que pagava o uso da plataforma da editora Elsevier. O problema foi resolvido quando a Elsevier incorporou a revista ao cardápio de títulos de sua propriedade, deixando de cobrar pelo serviço de publicação. "Com isso, nós, os editores, que trabalhávamos de modo voluntário, passamos até a receber um pequeno salário no ano passado."

Meyers não esperava tamanho aumento no impacto porque o número de artigos publicados cresceu. "A revista é de acesso aberto e os autores pagam uma taxa para publicar os manuscritos selecionados. A editora tem interesse em publicar mais artigos e ampliamos a quantidade deles no ano passado. Achei que o impacto poderia ser diluído", afirma Meyers. A maior parte dos *papers* vem de países como China, Índia e Irã. Meyers vem apostando em artigos sobre temas emergentes. "Estamos privilegiando assuntos como materiais nanocristalinos, soldagem especial e ligas de alta entropia."

A *Perspectives in Ecology and Conservation* também comemora a elevação de seu fator de impacto: de 2,565 em 2018 para 3,563 no ano passado. Igualmente, enfrenta desafios para se financiar. Vinculado à Associação Brasileira de Ciência Ecológica e Conservação (Abeco), o periódico da área de biodiversidade vai perder a partir de 2021 o patrocínio que recebe de uma fundação desde seu lançamento, quando se chamava *Natureza e Conservação*. Há seis anos, ela migrou para a plataforma da Elsevier e o patrocínio da fundação é fundamental para custear as despesas e permitir que os autores dos artigos selecionados publiquem em acesso aberto sem pagar por isso. "Se passarmos a cobrar, tememos afastar autores jovens. Se abrirmos mão do acesso aberto, podemos perder visibilidade", diz o editor-chefe Jean Paul Metzger, ecólogo do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Ele atribui o aumento do número de fator de impacto a estratégias adotadas há quatro anos, quando a publicação diversificou o corpo de editores e agilizou a avaliação de manuscritos. Alguns artigos que receberam muitas citações estão vinculados à discussão de políticas públicas, como o código florestal brasileiro, ou a temas de repercussão, como o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana (MG).

As revistas editadas por Meyers e Metzger são as únicas brasileiras que pertencem ao extrato mais influente de publicações do *Journal Citation Reports*, o chamado primeiro quartil, que reúne os 25% de títulos com maior fator de impacto em suas áreas. O contingente é pequeno quando comparado ao de outros países. Os Estados Unidos, com mais de 4 mil títulos no *JCR*, têm cerca de mil entre os de melhor desempenho. "Temos pelo menos uma dezena de publicações em condições de alcançar esse pelotão de elite em algumas áreas e deveríamos investir no crescimen-

DIABETOLOGY & METABOLIC SYNDROME

ÁREA
ENDOCRINOLOGIA E METABOLISMO

FATOR DE IMPACTO
2017 **2,413**
2018 **2,361**
2019 **2,709**

BRAZILIAN JOURNAL OF MEDICAL AND BIOLOGICAL RESEARCH

ÁREA
BIOLOGIA, MEDICINA EXPERIMENTAL

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,492**
2018 **1,850**
2019 **2,023**

BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY

ÁREA
ORTOPEDIA E REABILITAÇÃO

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,699**
2018 **1,879**
2019 **2,100**

to da visibilidade delas para ampliar o impacto da pesquisa feita e comunicada no Brasil. A maioria tem contribuições decisivas para o avanço da pesquisa do Brasil em contextos altamente competitivos e sem condições que favoreçam o aumento rápido do fator de impacto", afirma Abel Packer, coordenador da biblioteca SciELO Brasil, iniciativa criada pela FAPESP em 1997 que hoje reúne quase 300 revistas de acesso aberto. Entre aquelas com desempenho consolidado, destacam-se *Scientia Agrícola*, das ciências agrárias, e *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, da área de medicina tropical e parasitologia humana, ambas da coleção SciELO.

A zoologia é outra área profícua em revistas do Brasil. Dos 168 periódicos dessa área catalogados no mundo pelo *JCR*, oito são do país e três estão próximos de alcançar o primeiro quartil. Um dos destaques é a *Neotropical Ichthyology*, dedicada ao estudo de peixes das Américas do Sul e Central. Publicada em acesso aberto desde 2003 pela Sociedade Brasileira de Ictiologia, alcançou um fator de impacto de 1,741 neste ano, recorde em sua trajetória. Segundo a editora-chefe Carla Pavanelli, bióloga da Universidade Estadual de Maringá, a publicação tem buscado ampliar sua visibilidade. Quase a metade do corpo editorial é composta por pesquisadores de instituições de fora do país e a divulgação dos artigos vem sendo reforçada nas mídias sociais. Segundo ela, a descrição de novas espécies é frequente, mas esse tipo de achado rende poucas citações. Para ampliar o interesse, a revista passou a incluir o *status* de conservação de espécies descobertas, alertando se estão em risco de extinção. "Isso atrai o interesse de pesquisadores do campo da conservação."

Pavanelli atribui o crescimento do fator de impacto a um processo cumulativo de conquista de prestígio. "Tenho críticas ao uso do fator de impacto, mas o fato é que ele é um parâmetro de avaliação nos nossos programas de pós-graduação. E, quando o impacto de uma revista aumenta, ela chama a atenção e atrai mais trabalhos de qualidade", explica. Para Packer, da SciELO, "a capacidade nacional de fazer boa pesquisa se traduz também na capacidade de fazer periódicos de alto impacto" e um entrave para o desempenho dos periódicos do país é a política de avaliação da pós-graduação do Brasil, que recompensa melhor pesquisadores que conseguem publicar em títulos de alto impacto do exterior. "Isso faz com que as boas publicações de qualidade do Brasil tenham dificuldade de atrair os melhores artigos dos nossos pesquisadores. Muitas vezes essa barreira é superada com artigos de qualidade do exterior", explica.

Periódicos do Brasil que integram a coleção SciELO passaram por um processo de qualificação nos últimos 15 anos: boa parte deles começou a publicar artigos apenas em inglês, atraindo mais autores do exterior, e a adotar estratégias de divulgação de sua produção. "Os periódicos que se saíram melhor são aqueles cujos editores tomaram medidas concretas de governança no sentido de aumentar a visibilidade internacional mantendo o foco no desenvolvimento da pesquisa do Brasil e publicação em acesso aberto", diz Packer. Um exemplo é uma revista da área de engenharia de alimentos, a *Food Science and Technology*, que internacionalizou seu corpo editorial e ampliou o rigor na seleção de artigos. "Nossa taxa de rejeição cresceu – hoje supera os 60% dos artigos recebidos – e colocamos pesquisadores de várias partes do mundo no nosso corpo editorial, além de adicionar editores associados. Agora colhemos os frutos", diz o editor-chefe Adriano Cruz, professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. O fator de impacto subiu de 1,084 em 2017 para 1,443 em 2019.

Um exemplo de renovação é o *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, que obteve em 2019 um fator de impacto de 2,023, o mais elevado em seus 40 anos de trajetória. Editado pela Associação Brasileira de Divulgação Científica, federação de sociedades cien-

JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF MECHANICAL SCIENCES AND ENGINEERING

ÁREA
ENGENHARIA MECÂNICA

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,627**
2018 **1,743**
2019 **1,755**

NEOTROPICAL ICHTHYOLOGY

ÁREA
ZOOLOGIA

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,216**
2018 **1,543**
2019 **1,741**

tíficas de várias áreas do conhecimento, o periódico vem ampliando seus tópicos de interesse. "A revista conseguiu manter o tônus nas áreas em que tem tradição, como farmacologia e fisiologia, e começou a trazer trabalhos sobre câncer, epidemiologia e biologia molecular, e alguns em biologia", diz o hematologista Eduardo Magalhães Rego, editor-chefe e professor da Faculdade de Medicina da USP. "A estratégia não foi criada para aumentar a pontuação, mas para publicar trabalhos relevantes e tornar a revista mais atraente."

Há uma singularidade em sua trajetória: com seu espectro variado de assuntos e fator de impacto em alta, ela foi descoberta por autores da China, que em número cada vez maior submetem seus manuscritos a ponto de se tornarem maioria entre os *papers* aceitos. "Há um fator importante que é a experiência que os autores chineses tiveram conosco. Eles têm segurança de que receberão uma revisão adequada", diz Rego, que implementou mudanças no passado recente para tornar mais rápido o processo de avaliação e a resposta a autores que submetem trabalhos. Segundo o editor, a quantidade de trabalhos competitivos vindos da China impressiona. "É um retrato de como a ciência vem evoluindo naquele país."

Entre os periódicos do Brasil que ampliaram seu desempenho, há exemplos que adotaram um modelo de publicação híbrido, com acesso restrito a assinantes por tempo a ser determinado pela editora, a menos que os autores paguem uma taxa para disponibilizar seus *papers* de forma aberta na internet. O *Brazilian Journal of Physical Therapy* ampliou seu fator de impacto de 1,226 em 2016, quando funcionava em acesso aberto, para 1,699 no ano seguinte, quando adotou o modelo híbrido e passou a ser editado pela Elsevier. No *JCR* de 2019, o índice alcançou 2,100. A melhora é atribuída a estratégias adotadas ainda nos tempos em que pertencia à coleção SciELO. Em 2016, ele deixou de ser bilíngue para publicar apenas em inglês. Mais recentemente, ganhou quatro editores-chefes; um deles é o canadense Guy Simoneau, que editou o prestigioso *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, atualmente com fator de impacto 3,839. De acordo com a editora-chefe Paula Rezende Camargo, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, o modelo híbrido não atrapalhou a visibilidade da revista. "As universidades têm assinaturas dos periódicos por meio do *Science Direct*. Além disso, o embargo de um ano imposto pela Elsevier aos artigos recém-publicados vem sendo na prática de poucas semanas. Isso também facilita o acesso não só aos acadêmicos e pesquisadores, mas também aos fisioterapeutas da área clínica", afirma.

Esse caminho também foi trilhado pelo *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, cujo fator de impacto subiu de 1,627 em 2017 para 1,755 em 2019. O desempenho começou a crescer com sua transferência para uma editora comercial, a Springer, há oito anos. "Passamos a receber um volume maior de artigos", diz o editor-chefe Marcelo Areias Trindade, da Escola de Engenharia de São Carlos da USP. Segundo ele, 5% das submissões em 2019 vieram do sistema Transfer-Desk, da Springer, que envia manuscritos rejeitados por estarem fora do escopo de uma publicação para outros títulos da editora em que se encaixem melhor. "Isso aumenta a visibilidade porque mais autores passam a considerar a revista como opção", explica. Segundo ele, a decisão de adotar o modelo híbrido foi estratégica. A Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas ressentia-se do custo de editar o periódico e de seu impacto limitado. "Com a mudança, os dois problemas foram equacionados." Embora 80% dos artigos venham do exterior, Trindade preocupa-se com a quantidade de restrita de manuscritos dos grandes centros produtores de conhecimento. "Queremos mais artigos da Europa e dos Estados Unidos", diz. ■

SCIENTIA AGRICOLA

ÁREA
AGRICULTURA

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,383**
2018 **1,434**
2019 **1,625**

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

ÁREA
CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

FATOR DE IMPACTO
2017 **1,084**
2018 **1,223**
2019 **1,443**

HÁ 30 MIL ANOS NAS AMÉRICAS

Coleta de sedimentos no interior da caverna Chiquihuite, no México, e um dos 1.900 artefatos de pedra que teriam sido trabalhados por mãos humanas (*ao lado*)

Caverna mexicana sugere presença mais antiga do homem no continente e reforça importância de evidências fornecidas por sítios brasileiros

Marcos Pivetta

Trabalhos recentes colocaram o México no centro do debate sobre a chegada do homem moderno às Américas, com repercussões que podem ser benéficas para aumentar a visibilidade e o prestígio internacional de sítios arqueológicos brasileiros, como os do Piauí e de Mato Grosso. Segundo dois artigos publicados no final de julho na revista científica *Nature*, um deles com participação de pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP), artefatos de pedra encontrados na caverna Chiquihuite, no centro-norte do México, indicam que o *Homo sapiens* estava ali por volta de 33 mil anos atrás, ainda antes do início do Último Máximo Glacial (UMG). Esse período, entre 26,5 mil e 19 mil anos atrás, representa o intervalo de tempo, durante a mais recente glaciação, em que as geleiras atingiram sua maior extensão no globo terrestre. Os estudos sugerem que a ocupação do continente por grupos humanos pode ter mais do que o dobro do tempo sustentado pelas teorias tradicionais.

Embora cada vez mais questionada ao longo das últimas décadas, a tese historicamente dominante na arqueologia norte-americana defende que a primeira cultura estabelecida no continente teria sido a de Clóvis, preservada em sítios de cerca de 13 mil anos, ricos em pontas de lança bifaciais, situados no estado norte-americano do Novo México. Antes dos achados recentes no México, o sítio de Monte Verde, no Chile, já sinalizava uma presença humana no continente acima de 18 mil anos, e os da serra da Capivara, no Piauí, e de Santa Elina, em Mato Grosso, apresentavam indústria lítica, rochas modificadas por mãos do *Homo sapiens*, datadas em, no mínimo, 20 mil anos (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 264*). "Esses trabalhos no México devem corroborar a compreensão dos sítios brasileiros da mesma época", diz a arqueóloga brasileira Águeda Vialou, do Museu Nacional de História Natural da França, que, ao lado do marido, o arqueólogo francês Denis Vialou, e de colaboradores, fez escavações no abrigo Santa Elina, distante cerca de 80 quilômetros a noroeste de Cuiabá.

Um dos estudos publicados na *Nature* apresenta mais de 1.900 artefatos de pedra (pontas, lâminas e lascas), aparentemente trabalhados por mãos humanas, encontrados em um sítio arqueológico situado a 2.700 metros acima do nível do mar no estado mexicano de Zacatecas, a caverna Chiquihuite. Segundo os autores do artigo, as peças (e, de forma menos eloquente, vestígios de plantas, animais e fogueiras) indicam que o lugar teria sido ocupado de forma intermitente entre 30 mil e 13 mil anos atrás. "A caverna deve ter sido usada como um abrigo de inverno ou verão por diferentes populações, não como moradia fixa", diz, em entrevista a *Pesquisa FAPESP*, o arqueólogo Ciprian Ardelean, da Universidade Autônoma de Zacatecas e da Universidade de Exeter, no Reino Unido, principal autor do artigo. "Ali dentro a temperatura é constante, por volta de 12 graus Celsius [ºC], independentemente das condições externas." Não foram localizadas ossadas nem DNA humano em Chiquihuite.

Escavada pela primeira vez em 2012 e mais recentemente entre 2016 e 2017, a caverna forneceu indícios de que grupos humanos teriam habitado a região montanhosa antes, durante e depois do UMG. De difícil acesso, o local é hoje dominado por narcotraficantes. Ardelean e seus colegas reconhecem que a presença de nativos das Américas na caverna não teria sido frequen-

2

FOTOS 1 DEVLIN A. GANDY 2 CIPRIAN ARDELEAN

te antes do UMG (eles encontraram poucos artefatos de pedra que teriam idade superior a 26,5 mil anos), mas dizem que as evidências de uma ocupação muito antiga são consistentes. Foram feitas 49 datações de sedimentos, ossos de animais e carvões de fogueiras achados no interior do abrigo.

A arqueóloga britânica Jennifer Watling, pesquisadora responsável por projeto no programa Jovem Pesquisador da FAPESP no Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE) da USP, é um dos 28 coautores do estudo, ao lado do paleoecólogo Paulo Eduardo de Oliveira, do Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências (IGc) da USP, e da palinóloga Vanda Brito de Medeiros, cujo doutorado foi orientado por Oliveira. O trio de pesquisadores da instituição paulista fez a reconstituição das plantas que deveriam existir ou foram levadas para dentro da caverna a partir de vestígios de pólen e de fitólitos, estruturas microscópicas compostas de dióxido de silício, que se preservam como testemunhos de espécies vegetais do passado. Além de fitólitos mais escurecidos do que o normal (uma pista de que o abrigo pode ter sido palco de fogueiras), a caverna apresentava resíduos de palmeiras. Essa planta é considerada muito útil para os seres humanos e dificilmente teria chegado ao abrigo por meios naturais. "Hoje há pouquíssimas palmeiras naquela região. Podemos supor que, em uma época mais fria, o hábitat delas era ainda mais longe", comenta Watling.

Os autores do estudo no México evitam especular sobre quem seriam os povos que passavam temporadas na caverna, de onde vieram e para onde foram. O segundo estudo publicado na *Nature* fornece algumas hipóteses para essa questão. Nesse trabalho, foi feita uma análise estatística a partir de datações obtidas em 42 sítios arqueológicos da América do Norte (inclusive da caverna em Zacatecas) e da antiga Beríngia, região que ligava a Sibéria, na Rússia, ao Alasca, nos Estados Unidos (hoje mais ou menos equivalente ao estreito de Bering). O conjunto de sítios forneceu uma cronologia aproximada para a ocupação de diferentes partes da região e também sinaliza que havia grupos humanos antes, durante e depois do UMG, ou seja, há pelo menos 30 mil anos.

Mas apenas depois de uma forte mudança climática a presença humana teria ganhado mais corpo. A América do Norte teria sido povoada por completo somente cerca de 15 mil anos atrás, quando as temperaturas subiram no fim da Idade do Gelo. "Três grandes tradições de artefatos de pedra se expandiram de forma quase sincronizada nessa época, a cultura Clóvis, a da Beríngia e a Ocidental, na costa oeste", explica para esta reportagem a arqueóloga chilena Lorena Becerra-Valdivia, da Universidade de Nova Gales do Sul, da Austrália, e da Universidade de Oxford, no Reino Unido, principal autora do estudo. Os artefatos de pedra achados na caverna mexicana, no entanto, não parecem ter relação com nenhuma dessas três culturas líticas. Antes da descoberta na caverna Chiquihuite, apenas um sítio da América do Norte, as cavernas Bluefish, no Canadá, tinha evidências, bastante controversas, de ocupação humana por volta de 24 mil anos: milhares de ossos quebrados de animais e algumas peças do que seria uma indústria lítica.

De acordo com Becerra-Valdivia, a expansão do povoamento na América do Norte por volta de 15 mil anos atrás pode ter contribuído para o desaparecimento de espécies da megafauna, como mamutes e alguns tipos de camelos e de cavalos, embora não possa ser descartada a influência das mudanças climáticas. "Nosso trabalho sugere que as dispersões iniciais de grupos humanos no continente ocorreram entre 57 mil e 29 mil anos atrás, quando a Beríngia estava completa ou parcialmente debaixo d'água", explica a arqueóloga. Se a hipótese estiver correta, ganha ainda mais relevância a teoria alternativa de que as primeiras levas de *Homo sapiens* teriam entrado na América do Norte pela via costeira do

Pontas de lança produzidas pela chamada cultura Clóvis, que ocupou por volta de 13 mil anos atrás a região do atual estado norte-americano do Novo México

1

2

Pintura rupestre na serra da Capivara, no Piauí, e indústria lítica encontrada no sítio de Santa Elina, em Mato Grosso: duas regiões do país com sinais de ocupação humana há mais de 20 mil anos

3

4

Pacífico, descendo o continente pelo litoral. Não é uma ideia fácil de ser comprovada, visto que a linha do mar subiu e os sítios arqueológicos dessa rota litorânea estariam submersos pelas águas dos oceanos.

Sítios que não apresentam esqueletos de *Homo sapiens* bem preservados, que possam ser datados de forma direta, quase sempre são alvo de polêmicas. Essa situação é quase a regra quanto mais se recua no tempo. Nesses casos, os pesquisadores recorrem a datações indiretas da presença humana. Em geral, montam uma cronologia de ocupação a partir da idade das camadas geológicas em que foram achados objetos que teriam sido modificados pelas mãos do homem, como peças de pedra e ossos de animais, ou datam vestígios orgânicos da ocupação, como fogueiras de origem antrópica ou dejetos e resíduos típicos produzidos no dia a dia. Rica em pinturas rupestres, a região da serra da Capivara no Piauí, por exemplo, até apresenta esqueletos humanos, mas o mais velho, apelidado de Zuzu, não passa de 10 mil anos, enquanto a indústria lítica apontaria para uma presença humana bem mais antiga.

A exemplo dos brasileiros, alguns pesquisadores do exterior também reconhecem que o interesse por sítios da América do Sul pode ser renovado, sobretudo entre estudiosos radicados acima da linha do Equador, após as evidências produzidas pela caverna em Zacatecas. "Seis sítios arqueológicos brasileiros datados com mais de 20 mil anos, cinco no estado do Piauí e um no centro de Mato Grosso [o abrigo de pedras Santa Elina], apesar de habilmente escavados e analisados, são usualmente questionados ou simplesmente ignorados pela maioria dos arqueólogos como velhos demais para serem reais", escreve Ruth Gruhn, professora emérita do Departamento de Antropologia da Universidade de Alberta, no Canadá, em artigo de comentário também publicado em julho na *Nature*. "Os achados na caverna Chiquihuite trarão novas considerações sobre esse tema."

O arqueólogo Eduardo Góes Neves, do MAE-USP, que não participou dos estudos publicados na *Nature*, destaca que as evidências provenientes da caverna mexicana, assim como as produzidas no Piauí, em Mato Grosso e em outros lugares, jogam luz sobre outro problema relativo ao processo de povoamento das Américas. "Os estudos de genética indicam cronologias mais recentes para a entrada do homem nas Américas, no máximo por volta de 18 mil anos atrás", comenta Góes Neves, especialista em arqueologia amazônica. Em sua visão, esse descompasso entre o que a arqueologia indica e a biologia molecular sinaliza poderia ser explicado de duas maneiras. "Ou as técnicas moleculares ainda precisam ser refinadas ou as populações antigas não deixaram um registro genético visível nas populações contemporâneas", diz o arqueólogo. ■

Artigos científicos

ARDELEAN, C. F. *et al.* Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. **Nature**. 22 jul. 2020.

BECERRA-VALDIVIA, L. e HIGHAM, T. The timing and effect of the earliest human arrivals in North America. **Nature**. 22 jul. 2020.

FOTOS 1 BILL WHITTAKER / WIKIMEDIA COMMONS 2, 3 E 4 LÉO RAMOS CHAVES

COMO NOSSOS FILHOS

Primeiros povos nativos das Américas teriam traços físicos similares aos das populações indígenas atuais – olhos castanhos, cabelos pretos e pele morena

Frances Jones

Análises genéticas sugerem que aparência dos indígenas não mudou significativamente nos últimos 11 mil anos

A cor dos olhos, cabelos e pele dos primeiros habitantes das Américas, que aqui chegaram milhares de anos antes do desembarque de Cristóvão Colombo, no final do século XV, provavelmente seguia o padrão observado nas populações indígenas contemporâneas do continente. A conclusão é de um estudo coordenado por pesquisadores brasileiros, cujos resultados foram divulgados em um artigo científico em junho na revista *Forensic Science International: Genetics*. A maioria dos membros desses povos nativos das Américas teria olhos castanhos, cabelos pretos e pele morena, de acordo com o trabalho, que analisou material genético de sete indivíduos que viveram entre 11 mil e pouco mais de 500 anos atrás.

A investigação usou oito ferramentas da genética forense para predizer as características físicas visíveis (fenótipos) associadas à pigmentação dos nativos americanos ancestrais e comparou os resultados com a população atual de indígenas do continente. Os dois principais métodos empregados foram HlrisPlex-S e Snipper, que apresentam índices de acerto entre 70% e 90% quando utilizados para determinar a cor da pele, do cabelo e dos olhos em populações atuais de origem europeia. No estudo, foram analisados inicialmente dados de 27 indígenas contemporâneos e de 20 da época pré-colonial. O genoma desses indivíduos foi sequenciado e tornado de domínio público por outros projetos científicos. Do grupo dos indígenas ancestrais, no entanto, apenas sete forneceram informações genéticas com qualidade suficiente para embasar a predição de fenótipos: as amostras de sítios arqueológicos da Groenlândia, estado norte-americano de Nevada (três indivíduos), Argentina, Chile e da região mineira de Lagoa Santa (uma ossada de 10 mil anos).

"A cor da pele, olhos e cabelo não é decorrente da ação de um único gene. Essa é uma característica complexa", explica o biólogo Celso Teixeira Mendes Junior, do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP) e coordenador do estudo. "Muitos genes atuam para determinar o nível de melanina em cada indivíduo." Melanina é o termo genérico usado para designar um conjunto de pigmentos naturais que dão a tonalidade desses traços físicos. No estudo, foram analisados 61 marcadores genéticos em cada um dos genomas analisados. "Não tivemos indivíduos que fugiram do esperado. Constatamos apenas que indígenas ancestrais apresentavam características um pouco mais homogêneas do que os atuais", diz Mendes Junior.

Uma das finalidades do estudo, realizado no Laboratório de Pesquisas Forenses e Genômicas da USP em Ribeirão Preto, foi testar ferramentas de predição de fenótipos da população atual para uso na resolução de crimes. Outra motivação foi a busca por mais elementos para fundamentar a reconstrução da história dos primeiros povos que habitaram as Américas. "Queríamos ver se havia diferenças na pigmentação da amostra de indivíduos que compuseram a chamada primeira onda migratória para o continente, há mais de 13 mil anos, e dos nativos americanos atuais, cujos ancestrais diretos estão aqui há pelo menos 6 mil anos", afirma a bióloga Tábita Hünemeier, do Instituto de Biociências (IB) da USP, coautora do estudo. "Concluímos que não houve grande variação nesse quesito."

Há variações conhecidas nas medidas craniofaciais entre os grupos que vieram na suposta primeira grande onda e os que entraram mais tarde no continente. Segundo alguns autores, a leva inicial teria dado origem, entre outros, aos indivíduos cujos vestígios foram encontrados em Lagoa Santa e aos integrantes da chamada cultura Clóvis, associada a um conjunto de sítios arqueológicos localizados no Novo México, Estados Unidos. "Todos esses indivíduos, incluindo o povo de Luzia [crânio de 11 mil anos achado em Lagoa Santa], teriam características físicas que não se parecem muito com os indígenas atuais. Eles não teriam, por exemplo, os olhos puxados e outros traços que se assemelham aos da população contemporânea do leste asiático", afirma a bióloga.

A análise do DNA dos sete nativos ancestrais sugere, no entanto, que não haveria diferenças significativas entre a aparência dos primeiros habitantes das Américas e a dos indígenas de hoje. "Como a reconstituição do rosto de Luzia foi feita de argila, que é escura, muita gente pensa que ela era negra. A pele indígena é mais escura, quando comparada com a dos europeus, mas não é negra, como nosso trabalho indica", comenta Hünemeier. Os resultados de trabalhos que tentam inferir traços físicos a partir de análises de DNA ancestral são sempre alvo de polêmicas. Segundo um estudo feito em 2012, do qual a pesquisadora da USP é um dos coautores, a maioria dos neandertais – hominídeo extinto há cerca de 30 mil anos – teria olhos castanhos, e não azuis, como supõe boa parte dos estudiosos dessa espécie.

Para a geneticista Maria Cátira Bortolini, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que não participou do estudo da USP, os autores fizeram um trabalho muito interessante na medida em que compararam os resultados de mais de um modelo de predição de fenótipos entre populações ancestrais e atuais de indígenas das Américas. "Isso é de uma importância muito grande para a genética forense, que busca ferramentas confiáveis de uso mais universal nessa área", diz Bortolini. Desenvolvidos por pesquisadores europeus, os modelos HlrisPlex-S e Snipper apresentaram, entre as populações contemporâneas, certa dificuldade em classificar fenótipos considerados intermediários, como olhos verdes ou cor de mel ou tonalidades de pele entre a branca e a negra. ■

Projeto

Sequenciamento de nova geração das regiões regulatórias e exônicas de 10 genes envolvidos na biossíntese de melanina em amostra da população brasileira (nº13/15447-0); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Celso Teixeira Mendes Junior (USP); **Investimento** R$ 338.531,88.

Artigo científico

CARRATO, T. M. T. *et al.* Insights on hair, skin and eye color of ancient and contemporary Native Americans. **Forensic Science International: Genetics**. 11 jun. 2020.

REPRODUÇÃO DA TELA *TOCAIA* (2014), DE CARMÉZIA EMILIANO. ÓLEO SOBRE TELA, 80 × 80 CM, ACERVO AUGUSTO LUITGARDS

O MAIS ANTIGO ESCORPIÃO DA AMÉRICA DO SUL

Fóssil de artrópode de 260 milhões de anos foi encontrado em afloramento de beira de estrada no interior de Santa Catarina

Eduardo Geraque

Durante uma viagem para coleta de amostras pelo interior de Santa Catarina em 2005, a paleontóloga Frésia Ricardi Branco parou o carro na beira de um trecho da estrada BR 280 nos arredores de Canoinhas, perto da divisa com o Paraná, para procurar uma espécie extinta de conífera, semelhante a um pinheiro, comumente encontrada na região, *Krauselcladus canoinhensis*. Especialista em plantas fósseis, a professora do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp) tinha sido instruída por um colega a vasculhar os afloramentos próximos ao acostamento da rodovia onde haveria fartos vestígios das antigas coníferas. A parada se justificava porque dois alunos de mestrado sob sua orientação, que estavam no veículo com Branco e mais um pesquisador, iriam estudar o antigo pinheiro. "Logo

Fóssil da nova espécie, *Suraju itayma*, que media apenas 4 centímetros de comprimento

descobrimos os fósseis e coletamos tudo que coube no já lotado automóvel", lembra a paleobotânica.

De volta à Unicamp, uma semana depois, ao olhar as amostras recolhidas na viagem, um dos alunos se surpreendeu ao notar que, além de vestígios da conífera de Canoinhas, havia um registro fóssil de um diminuto escorpião, cuja parte inferior do corpo havia sido preservada em uma rocha. No entanto, a impressão achatada do artrópode ficaria 10 anos na coleção do IG sem ser estudada. Em 2015, o biólogo e paleoartista Ariel Milani Martine começou a trabalhar, orientado por Branco, com a amostra de escorpião durante seu doutorado sobre descrições e reconstruções de aracnídeos fósseis do Brasil. Agora, cinco anos mais tarde, Martine foi o principal autor de um artigo científico publicado em abril no *Journal of South American Earth Sciences* com a descrição do exemplar, cujo comprimento total não passava de 4 centímetros. Trata-se de uma nova espécie de escorpião, batizada de *Suraju itayma*, que viveu entre 270 milhões e 260 milhões de anos atrás, perto do final da era geológica denominada Paleozoico. "É o mais antigo fóssil de escorpião encontrado na América do Sul", afirma Martine, hoje professor na Universidade Estadual do Norte do Paraná (Uenp), que também fez o desenho com a reconstituição artística do artrópode.

Suraju era como os índios Tupi chamavam os escorpiões. O termo *itá* remete a pedra e *yma* a algo do passado remoto. Então o nome científico da nova espécie significaria escorpião da rocha antiga. Uma de suas características mais interessantes é a presença de um aguilhão, estrutura usada para inocular veneno, extremamente pequeno, de 0,2 milímetro. "Entre todas as espécies de escorpiões, incluindo as vivas, essa é a que tem o ferrão mais reduzido", comenta Martine. O tamanho quase imperceptível da estrutura pode ser um indicativo do comportamento do animal, segundo os pesquisadores. Talvez o escorpião não tivesse necessidade de inocular veneno em suas presas, que seriam ainda muito menores do que ele. Outra hipótese é que seu par de pedipalpos, apêndices articulados que saem da boca e são usados para aprisionar animais de maior porte, fosse bastante grande para aniquilar sozinho seus oponentes. Provavelmente, nunca se saberá ao certo, visto que os pedipalpos não foram preservados no fóssil coletado em Santa Catarina.

Traços da anatomia indicam que a nova espécie tinha hábitos terrestres. Ela apresenta estruturas denominadas estigmas respiratórios, buracos por onde o ar entra, uma adaptação à vida fora do meio líquido similar à dos escorpiões atuais. A adaptação do grupo ao ambiente terrestre é alvo de discussões científicas. Alguns estudos defendem a tese de que os escorpiões surgiram nos oceanos e, em seguida, migraram para a terra firme. Outros propõem que se originaram em ambientes de água doce. "Todos os artrópodes tinham muitas características para se dar bem no meio terrestre, como esse novo fóssil demonstra", explica Branco. "Eles não precisavam comer nem beber água a todo momento e apresentavam um exoesqueleto que preservava a umidade e os protegia do sol. Toda a estrutura de deslocamento era ainda preparada para subir ou descer rochas, ou seja, viver em um ambiente nem um pouco estável, diferentemente do meio aquático." Em terra, também não lhes faltava alimento. Comiam pequenos artrópodes.

Vestígios paleontológicos de escorpiões, grupo que deve ter surgido há cerca de 430 milhões de anos no hemisfério Norte, são raros em todo o mundo. No Brasil, além de *S. itayma*, há rastros deixados por esses artrópodes em rochas do final do Cretáceo na bacia de Bauru, no Sudeste, e duas espécies extintas, do mesmo período geológico, foram achadas na bacia do Araripe, no Nordeste. A idade desses registros anteriores oscila entre 130 milhões e 100 milhões de anos, bem mais novos do que o escorpião de Canoinhas. A espécie fóssil de Santa Catarina é a segunda do Paleozoico (entre 541 milhões e 245 milhões de anos atrás) encontrada no hemisfério Sul. A primeira, denominada *Gondwanascorpio emzantsiensis*, viveu há cerca de 360 milhões de anos e foi descoberta na África do Sul em 2013. Esse escorpião é considerado o mais antigo animal terrestre a ter vivido no supercontinente austral Gondwana.

Reconstituição artística do escorpião

Naquela época, todos os blocos de terra firme estavam unidos em um único supercontinente, Pangea. Sua metade norte é denominada Laurásia e tinha um clima seco. Mais úmida, a porção sul, Gondwana, reunia a América do Sul, a África, a Oceania e a Antártida, entre outras porções menores de terra. "A maioria das espécies fósseis de escorpiões foi descoberta em terras do hemisfério Norte, que formavam a Laurásia", afirma o paleontólogo Rob Gess, da Universidade de Witwatersrand, em Johanesburgo, na África do Sul, que descreveu *G. emzantsiensis*. Segundo o pesquisador, descobertas como a feita no Brasil podem indicar que estágios importantes da evolução dos escorpiões também ocorreram no Gondwana. "É particularmente interessante que essa nova espécie tenha muitas semelhanças com seus contemporâneos da Laurásia. Isso nos leva a pensar que novas linhagens do grupo podem ter migrado a partir do Gondwana", afirma Gess. ■

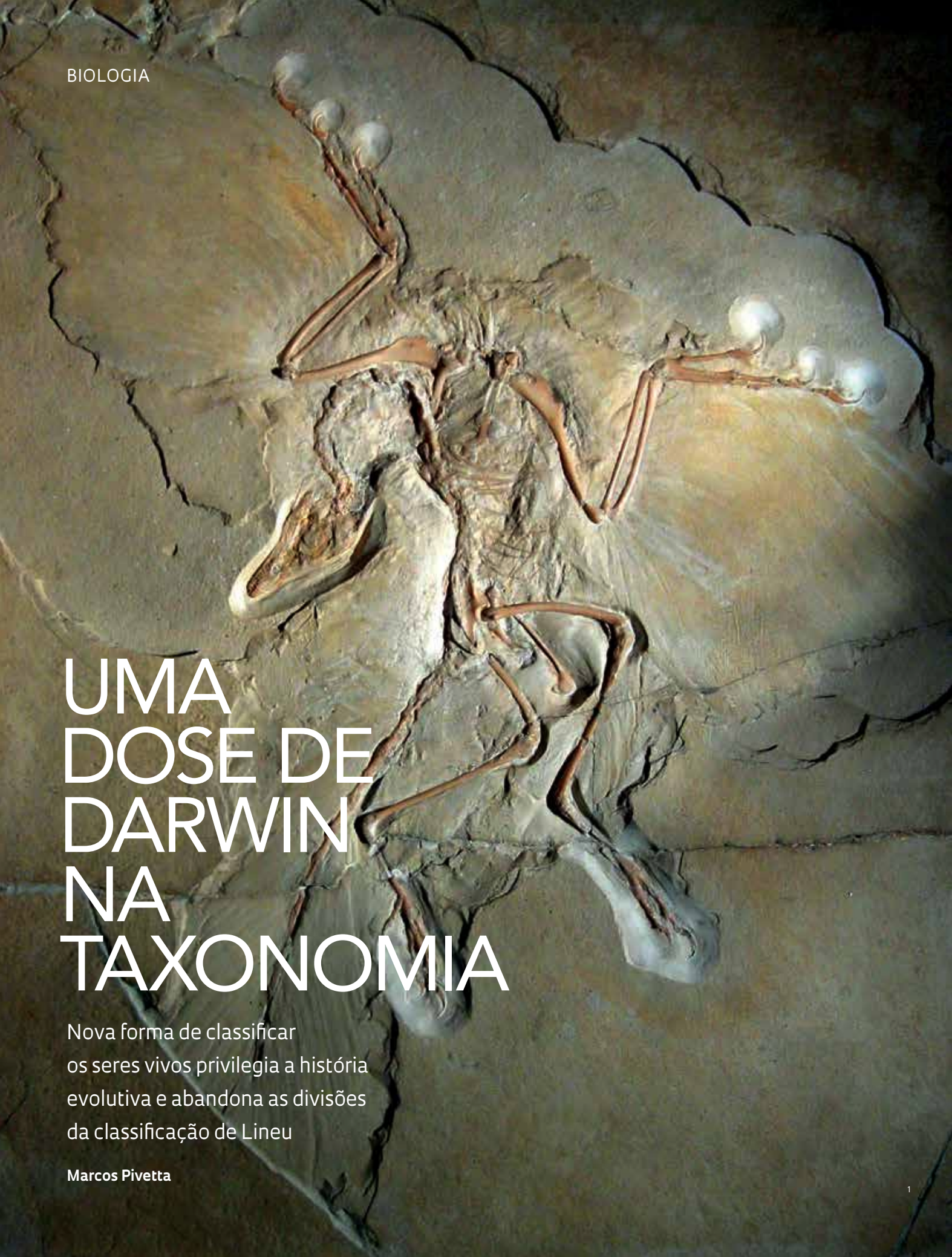
Projeto

Estudos de acumulações modernas e fósseis de bioclastos em ambientes continentais e costeiros (nº 16/20927-0); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisadora responsável** Frésia Ricardi Branco (Unicamp); **Investimento** R$ 86.846,00.

Artigo científico

MARTINE, A. M. *et al. Suraju itayma*: The first paleozoic fossil scorpion in South America. **Journal of South American Earth Sciences**. 10 abr. 2020.

FOTO E ILUSTRAÇÃO ARIEL MILANI MARTINE



UMA DOSE DE DARWIN NA TAXONOMIA

Nova forma de classificar os seres vivos privilegia a história evolutiva e abandona as divisões da classificação de Lineu

Marcos Pivetta

Dois livros lançados em junho sistematizam uma proposta alternativa de classificar os seres vivos a partir de sua história evolutiva, de suas relações de ascendência e descendência, independentemente de suas características anatômicas e sem o emprego das tradicionais categorias taxonômicas hierárquicas, como domínios, reinos, filos, classes, ordens, famílias e gêneros. Essas divisões derivam das ideias apresentadas em meados do século XVIII em sucessivas edições da célebre obra *Systema Naturae*, do naturalista sueco Carl von Linné, mais conhecido como Lineu. Os defensores do PhyloCode, nome formal da iniciativa recém-proposta, consideram as categorias de matriz lineana, ainda hoje um dos pilares da taxonomia, como abstrações descoladas da realidade biológica que não fazem mais sentido diante do avanço da filogenia. Também criticam as dificuldades de incorporar a descoberta de novas espécies e revisões de suas relações de parentesco em um sistema baseado em divisões taxonômicas estanques.

"A contribuição de Lineu para a biologia foi revolucionária e notavelmente duradoura, mas ela era pré-evolucionista e antecede em um século a publicação de *A origem das espécies*, de Charles Darwin", diz, em entrevista por e-mail, a *Pesquisa FAPESP* o biólogo norte-americano Philip Cantino, da Universidade de Ohio, um dos idealizadores do PhyloCode, ao lado do colega Kevin de Queiroz, do Museu Nacional de História Natural, de Washington, Estados Unidos. A dupla assina o livro *International Code of Phylogenetic Nomenclature (PhyloCode)*, que contém as normas e diretrizes fundamentais da proposta. "Apesar de a aceitação quase universal da premissa de que a classificação deveria se basear em relações filogenéticas, os biólogos continuam a nomear clados [grupos de organismos que descendem de um ancestral comum] usando um sistema pré-evolutivo." A teoria da evolução de Darwin propôs a ideia, hoje amplamente aceita, de que as espécies contemporâneas descendem de formas de vida do passado.

O volume *Phylonyms: A companion to the PhyloCode*, organizado por de Queiroz, Cantino e o paleontólogo norte-americano Jacques Gauthier, da Universidade Yale, inclui as definições, nos moldes do PhyloCode, de cerca de 300 linhagens de seres vivos, os chamados clados, desde microrganismos até plantas e animais. Entre as centenas de colaboradores do *Phylonyms*, figuram três pesquisadores de instituições brasileiras como autores principais da definição de certos grupos de organismo. O paleontólogo Max Langer, da Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Ribeirão Preto, coordenou a elaboração do texto sobre dinossauros e também assina aqueles sobre os clados Saurischia e Sauropodomorpha. Em dupla com Richard Olmstead, da Universidade de Washington, a botânica Lúcia Lohmann, também da USP, produziu o verbete sobre as Bignoniaceae, grupo de plantas que inclui árvores, arbustos e lianas. O zoólogo Martin Lindsey Christoffersen, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), redigiu, sozinho, a definição de dois clados de crustáceos decápodes, Polycarpidea e Prochelata.

Parte dos pesquisadores de algumas áreas, como a paleontologia de vertebrados e a botânica, adota há muito tempo o PhyloCode em seus trabalhos científicos. Mas a proposta não é reconhecida pelos códigos internacionais de nomenclatura e ainda está longe de ser um consenso no meio acadêmico. Nesse novo sistema de classificação, existem apenas duas categorias, as espécies e os clados. Os formuladores do PhyloCode chegaram a pensar em alterar a forma de dar nome às espécies, mas desistiram da ideia. "Isso iria causar muitos problemas", reconhece de Queiroz. Desde a edição de *Systema Naturae*, de 1758, as espécies passaram a ser batizadas de acordo com os preceitos da chamada nomenclatura binomial. Cada forma única de vida é designada por dois termos, geralmente de origem latina (ou grega), escritos em itálico. O primeiro, de caráter menos particular, define o gênero e sua primeira letra é grafada em maiúsculo. O segundo, que pode ser derivado de uma característica marcante do ser em questão, de sua distribuição geográfica ou simplesmente uma referência (em forma de homenagem) a uma pessoa, determina a espécie em si. Ele é todo escrito em caracteres minúsculos. Seguindo essa norma, Lineu batizou a espécie do homem moderno de *Homo sapiens*. Em latim, *homo* quer dizer ser humano e *sapiens*, sábio ou inteligente.

O conceito de clado, pilar do PhyloCode, está associado à ideia evolutiva de que as formas de vida descendem de seus antecessores, dos quais herdam certas características. A metáfora comumente usada é a da árvore da vida. Na base de seu tronco, figura o aparecimento da vida na Terra, por volta de 4 bilhões de anos atrás, de uma hipotética população de microrganismos da qual, em última instância, todos os seres, atuais e do passado, derivam. Com o passar do tempo, a árvore da vida gera galhos, que se subdividem em outros ramos e assim por diante. A partir de um certo momento, alguns desses nós se desenvolvem em paralelo, de forma independente. Outros permanecem conectados. Outros ainda são mesmo

FOTOS 1 H. RAAB/WIKIMEDIA COMMONS 2 PSLAWINSKI/WIKIMEDIA COMMONS

Fóssil do gênero *Archaeopteryx* e beija-flor: estudos filogenéticos indicam que as aves descendem dos dinossauros

2

cortados (quando uma espécie se extingue). De raiz grega, o vocábulo clado significa ramo. Na biologia, em termos evolutivos, um clado (também denominado grupo monofilético) é formado pelo conjunto de todos os organismos que descendem de um determinado ancestral comum.

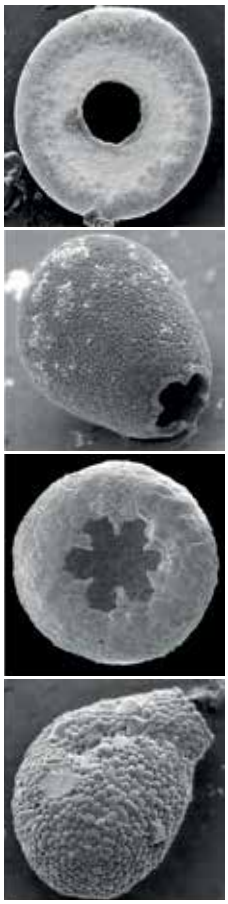
Complicado? Exemplos ajudam a entender o conceito. Na classificação tradicional, os primatas formam uma ordem, nível taxonômico que pode englobar inúmeras subdivisões, como subordem, superfamília, família, subfamília, tribo, gênero e espécie. Dessa ordem, fazem parte, *grosso modo*, lêmures, lórises, társios, macacos e o homem moderno. No PhyloCode, os primatas formam um clado, assim definido: o mais recente ancestral comum das espécies *Lemur catta* (Lêmure-de-cauda-anelada), *Loris tardigradus* (lóris-delgado-vermelho), *Tarsius tarsier* (társio) e *Homo sapiens* (homem moderno) e todos os seus descendentes. Na prática, as formas de vida que pertencem à ordem dos primatas, no contexto da taxonomia tradicional, e ao clado dos primatas, sob a ótica do PhyloCode, são essencialmente as mesmas. Isso ocorre porque o clado dos primatas foi definido a partir das relações de ancestralidade de representantes dos quatro principais grupos tradicionalmente abrigados na ordem dos primatas (um lêmure, um lóris, um társio e o homem moderno).

Mas é diferente o raciocínio que governa a constituição de clados no PhyloCode e das várias categorias taxonômicas nas classificações baseadas em rankings. "O sistema lineano incorpora uma visão de mundo estática e tipológica", explica Christoffersen. "É baseado em essências [características marcantes] para definir táxons [grupo de organismos ou de populações que formariam uma unidade] e material-tipo para caracterizar essas essências. Com a teoria da evolução, é inevitável que essa visão seja substituída por uma de transformação do mundo." Material-tipo é o espécime usado como referência para designar uma espécie de organismo.

A filogenia como base para classificar as espécies pode levar a conclusões que, para os leigos, soam estranhas, embora hoje amplamente aceitas. O caso das aves é talvez o mais emblemático. Há praticamente consenso hoje entre os especialistas de que esse grupo de animais é o único a abrigar descendentes vivos dos dinossauros, considerados extintos há 65 milhões de anos. A descoberta de fósseis de dinossauros de meio metro de comprimento com penas e asas que viveram há pelos menos 150 milhões de anos, como os famosos exemplares do gênero *Archaeopteryx*, embasa essa conclusão. Esses antepassados das aves modernas são classificados como membros do grupo dos terópodes, composto geralmente de carnívoros bípedes. Os terópodes formam uma das três linhagens constituintes dos dinossauros, ao lado dos sauropodomorfos (herbívoros, geralmente quadrúpedes, de grande porte e pescoço alongado) e dos ornitísquios (exemplares com chifres, armaduras ou bicos semelhantes aos dos patos).

Não por acaso a definição do clado Dinosauria, os dinossauros, no PhyloCode é dada a partir da

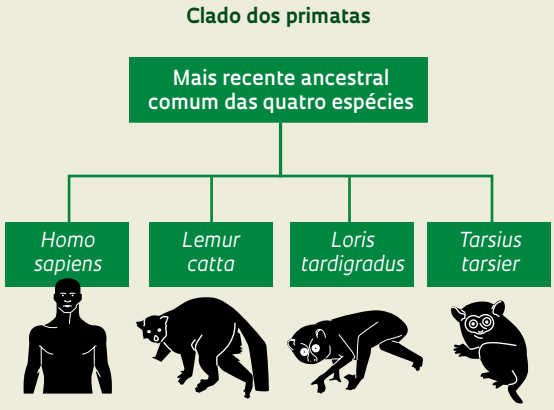
Microrganismos, como essas amebas com carapaça do grupo Arcellinida, podem ser seres difíceis de se classificar sem dados genéticos



PHYLOCODE

- Agrupa os organismos em função de sua filogenia. A história evolutiva determina a que clado(s), a que ramos da árvore da vida, as espécies pertencem
- Um clado é o conjunto de organismos ou de espécies que descendem de seu mais recente ancestral comum
- Não há categorias hierárquicas, como reino, ordem, família e gênero
- Existem as espécies e os clados
- Uma filogenia é composta de clados mais inclusivos que englobam clados menos abrangentes

EXEMPLO: *Homo sapiens* dentro do CLADO dos primatas



O livro *Phylonyms* define esse clado como o grupo de organismos que descendem do mais recente ancestral comum de quatro espécies: *Homo sapiens* (homem moderno), *Lemur catta* (lêmure-de-cauda-anelada), *Loris tardigradus* (lóris-delgado-vermelho) e *Tarsius tarsier* (társio). Nesse caso, o homem moderno não só pertence ao clado dos primatas como faz parte da própria definição desse grupo de organismos

relação de parentesco de conhecidos representantes dessas três linhagens: o ornitísquio *Iguanodon bernissartensis*, o terópode *Megalosaurus bucklandii* e o saurópode *Cetiosaurus oxoniensis*. Segundo o novo sistema de classificação, devem ser considerados dinossauros todos os descendentes do último ancestral comum dessas três espécies. "Não estamos preocupados em encontrar traços anatômicos que sejam exclusivos ou definidores do que era um dinossauro", explica Langer, autor do verbete no *Phylonyms* sobre esses animais do passado. "O que importa é verificar se a história evolutiva de um fóssil o coloca dentro ou fora do clado." Atualmente, essa tarefa é feita com o auxílio de programas de computador que cruzam centenas de informações referentes aos caracteres anatômicos (como o fato de ter ou não penas, ser bípede ou quadrúpede) e ao material genético (se houver) das espécies analisadas e fornecem prováveis árvores evolutivas, nas quais uma espécie ou conjunto de espécies pode ou não ser incluída dentro de um clado.

Apesar de não considerar o PhyloCode como a solução de todos os problemas da taxonomia, o microbiólogo evolutivo Daniel Lahr, do Instituto de Biociências (IB) da USP, avalia que esse tipo de classificação pode ser útil para pesquisadores voltados para o estudo de certos grupos de organismos. "Para o momento, é a melhor abordagem que temos, sobretudo para quem trabalha com espécies que são definidas a partir de um conjunto de dados genéticos e de fósseis, e não tanto pela sua morfologia", comenta Lahr. "Mas certas áreas bem estabelecidas dentro da zoologia e da botânica devem resistir a adotar a abordagem cladística." No início de 2019, o pesquisador publicou um artigo científico na revista *Current Biology* em que reconstituiu a história evolutiva de um grupo de amebas com carapaça, as Arcellinida, surgidas há cerca de 750 milhões de anos. Com o emprego de algoritmos matemáticos e análises do DNA de amebas desse grupo presentes hoje na natureza, ele montou uma filogenia para esse clado, usando tanto noções do PhyloCode como da taxonomia mais tradicional.

Hoje, não existe uma norma unificada, que seja empregada em todos os ramos da biologia, para nomear e estabelecer as categorias taxonômicas. Há um código para as plantas, algas e fungos; outro para os animais; um terceiro para as bactérias e arqueias, e um quarto para os vírus. Cada código determina quantos níveis taxonômicos podem ser usados para classificar seus grupos de organismos. O botânico prevê, por exemplo, 24 categorias, de reino à subforma. O viral permite 15 níveis. "Precisamos abandonar esse paroquialismo de cada área adotar um código e caminhar para um sistema único", propõe o pesquisador do IB. Não é possível prever se o PhyloCode vai se disseminar em toda a biologia ou vai permanecer como uma abordagem restrita a certos nichos de pesquisadores. Apesar das limitações, a taxonomia baseada em Lineu ainda é útil e amplamente utilizada. ■ **Marcos Pivetta**

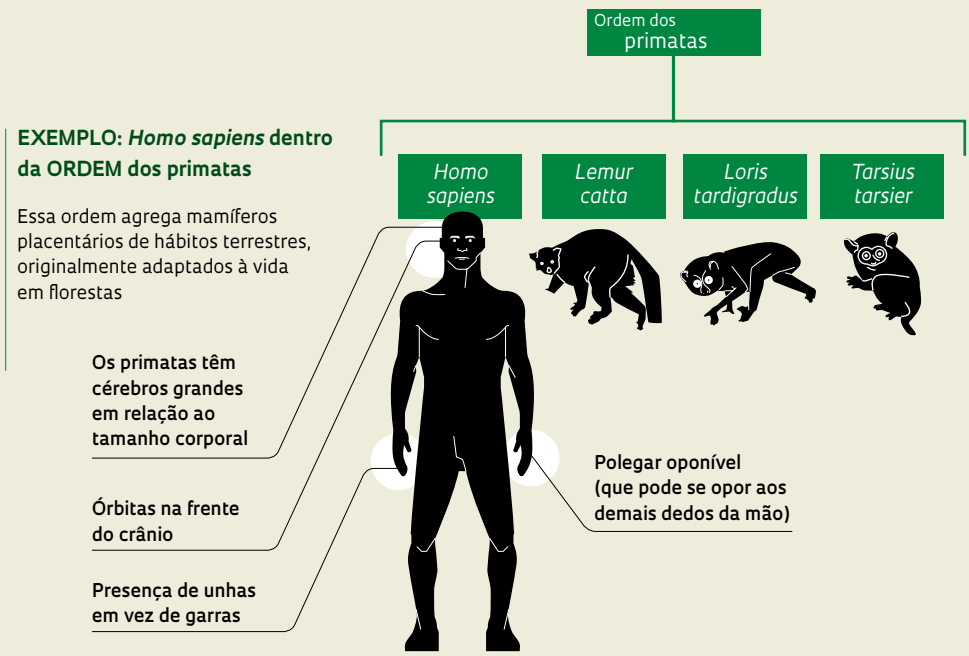
FOTOS DANIEL LAHR **INFOGRÁFICO** ALEXANDRE AFFONSO

TAXONOMIA TRADICIONAL, DERIVADA DOS TRABALHOS DE LINEU

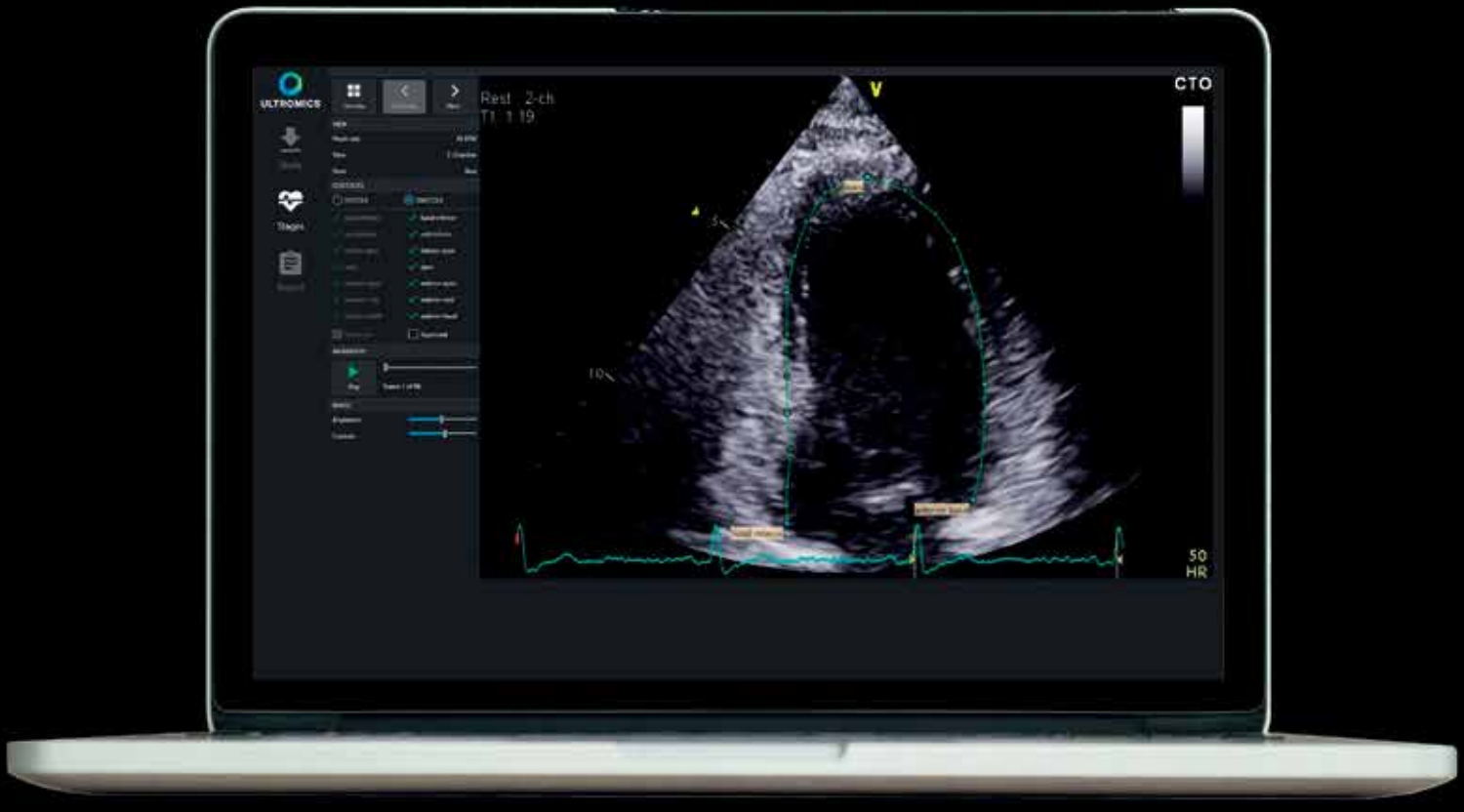
■ Organiza os seres vivos a partir de suas características naturais, comumente sua morfologia (aparência externa)

■ Adota um sistema hierárquico de categorias taxonômicas, como domínio, reino, filo, classe, ordem, família, gênero, espécie, entre outras

■ Os quatro grandes códigos internacionais que classificam diferentes formas de vida – das plantas, algas e fungos; dos animais; das bactérias e arqueias; e dos vírus – baseiam-se em sistemas hierárquicos



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL A FAVOR DO CORAÇÃO



Novos recursos computacionais podem proporcionar rapidez e eficácia no diagnóstico e tratamento de doenças cardíacas

Suzel Tunes

Em maio deste ano, a empresa californiana VitalConnect recebeu autorização emergencial da agência norte-americana regulatória de alimentos e medicamentos, a FDA, para usar seu biossensor VitalPatch no monitoramento de problemas cardíacos causados pela Covid-19 ou por drogas empregadas no seu tratamento. O dispositivo vestível (*wearable*), com a aparência de um curativo colado no peito, é capaz de monitorar a distância 22 diferentes tipos de arritmias, além de outros parâmetros físicos do paciente, como frequência cardíaca e respiratória, temperatura e postura corporal.

A possibilidade de monitoramento e avaliação médica a distância é importante diante das exigências de distanciamento social e da lotação de hospitais em tempos de pandemia. Essa necessidade acentuou uma tendência verificada nos últimos anos. É cada vez maior o número de empresas, estrangeiras e do Brasil, e grupos de pesquisa acadêmica que fazem estudos e lançam dispositivos com recursos de inteligência artificial (IA) para o campo da cardiologia. Um indicador desse movimento é a multiplicação de artigos científicos sobre o tema na última década (*ver infográfico na página 73*).

O ano de 2020 já havia começado com um novo marco nessa trajetória de evolução. Em fevereiro, a Caption Health, também do Vale do Silício, obteve a primeira autorização da FDA para um exame de imagem guiado por IA. O sistema denominado Caption AI permite que profissionais da saúde, mesmo aqueles sem experiência em cardiologia, sejam capazes de fazer ecocardiogramas. O software ajuda o usuário a capturar imagens com qualidade diagnóstica.

Ferramentas de inteligência artificial, entre elas mineração de dados (*data mining*) e aprendizado de máquina (*machine learning*), também oferecem ajuda para a própria análise da imagem ecocardiográfica. A Ultromics, uma spin-off da Universidade de Oxford, no Reino Unido, já fornece o sistema EchoGo para o Serviço Nacional de Saúde (NHS), o sistema de saúde pública do país. No final de 2019, obteve autorização da FDA para ingressar no mercado norte-americano. Segundo a empresa, o EchoGo consegue identificar anormalidades no exame e dar um retorno ao profissional em questão de minutos. O software foi desenvolvido a partir da análise de 120 mil imagens ecocardiográficas de exames conduzidos pela Universidade de Oxford. As imagens do

ULTROMICS

Sistema EchoGo: criado pela startup britânica Ultromics, auxilia os médicos na análise de imagem de exames de ecocardiograma

O sistema computacional é um apoio diagnóstico ao médico. Não veio substituí-lo, destaca a cientista da computação Fátima Nunes, da USP

ecocardiograma são enviadas automaticamente para o sistema baseado em nuvem e, após a análise, o relatório é encaminhado ao médico.

"O sistema computacional tem sido proposto como apoio diagnóstico ao médico, não para substituí-lo", ressalta a cientista da computação Fátima Nunes, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). Ela é orientadora de um projeto na área de processamento de imagens apoiado pela FAPESP e conduzido pelo mestrando Matheus Alberto de Oliveira Ribeiro. O trabalho tem colaboração do cardiologista Carlos Rochitte, do Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da USP (FM-USP) e coordenador do Serviço de Ressonância Magnética e Tomografia Cardiovascular do Hospital do Coração (HCor), de São Paulo.

No contexto do aprendizado de máquina, Rochitte é o especialista que fornece as imagens de ressonância magnética que ensinam o sistema a reconhecer padrões e, assim, diagnosticar anormalidades. O cardiologista explica que o ventrículo esquerdo é a câmara mais forte do coração, sua principal força motriz. "Quando ocorre um infarto agudo, o dano do miocárdio [músculo cardíaco] faz com que o ventrículo mude de forma. É o que chamamos de remodelação ventricular", diz. As mudanças de forma dão pistas do diagnóstico. Assim, por exemplo, quando o coração perde o seu formato característico, que lembra vagamente um cone, e ganha esfericidade, há indícios de miocardiopatia dilatada.

Analisar o formato do ventrículo esquerdo é o que faz a ressonância magnética. O exame resulta em múltiplos cortes bidimensionais somados, como se fossem uma pilha de moedas. "Cerca de 200 a 300 imagens são necessárias para fazer a análise do ventrículo esquerdo e o médico tem que olhar uma por uma", destaca Nunes. "Além do tempo despendido, a análise de tantas imagens pode levar à fadiga do especialista e aumentar o risco de erro médico."

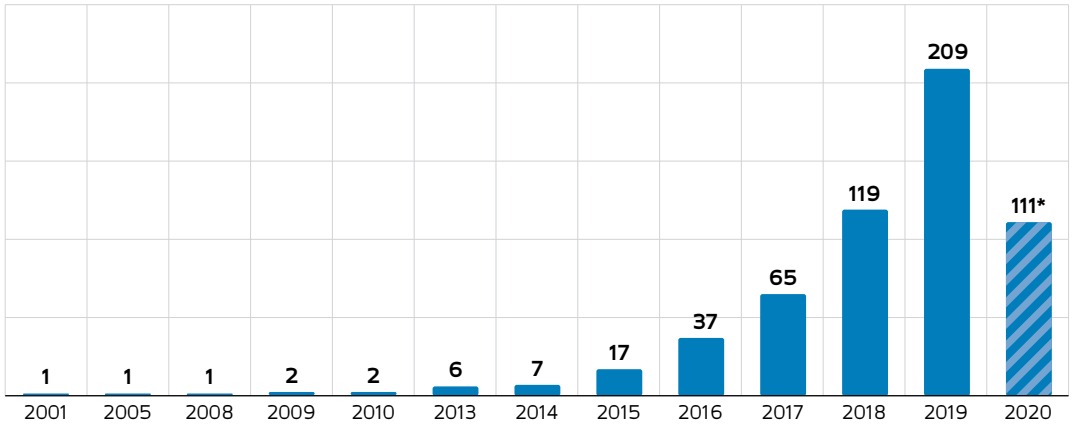
Já existem ferramentas computacionais para a análise bidimensional do ventrículo esquerdo. A proposta de Ribeiro inova ao oferecer um recurso 3D ao exame. "Montamos um objeto tridimensional. Em vez de analisar imagem por imagem, é possível olhar o ventrículo como um todo e calcular métricas para diagnóstico. Pode-se, por exemplo, estimar o tamanho real do coração e o volume de sangue que ele está bombeando, o que não seria possível fazer com o exame tradicional em 2D", explica. O cardiologista Rochitte destaca que "existem iniciativas paralelas, mas a abordagem dessa pesquisa é única, já que o modelo tridimensional proposto é inédito". Já há um protótipo quase pronto da ferramenta, que deverá ser disponibilizado para o InCor.

A maioria das iniciativas de IA voltadas à cardiologia no país está no âmbito acadêmico, mas já há produtos comerciais. O Grupo Fleury recorre à inteligência artificial para fazer o diagnóstico de doenças cardiovasculares com foco em duas áreas: a detecção de hemorragia intracraniana, fruto de acidente vascular, e a embolia pulmonar, doença em que uma ou mais artérias pulmonares são bloqueadas por um coágulo sanguíneo.

O biossensor vestível VitalPatch faz o monitoramento de problemas cardíacos causados pela Covid-19

Produção científica em alta

Cresce o número de artigos acadêmicos obtidos no portal PubMed a partir de pesquisa com os termos *artificial intelligence* ou *machine learning* e *cardiology*



*ATÉ 08/06/2020 **FONTES** PUBMED, MOTOR DE BUSCA À BASE DE DADOS MEDLINE DE CITAÇÕES E RESUMOS DE REVISTAS CIENTÍFICAS DA ÁREA BIOMÉDICA DE MAIS DE 80 PAÍSES

Em 2019, o estudo de detecção de hemorragia intracraniana foi premiado em congresso da Sociedade Radiológica Norte-americana (RSNA), o maior evento mundial na área de radiologia e diagnóstico por imagem. E já está integrada à rotina da instituição uma ferramenta para a detecção de embolia pulmonar, informa o radiologista Gustavo Meirelles, gestor de Radiologia, Estratégia e Inovação no Grupo Fleury.

O equipamento foi desenvolvido com a startup israelense Aidoc e, de acordo com Meirelles, permite acelerar o resultado do diagnóstico de 3 horas para cerca de 20 minutos. "No primeiro caso que tivemos, o exame ficou pronto antes que a paciente saísse do hospital. Pudemos iniciar o tratamento na hora", comemora o médico. "A realização de diagnósticos precoces resulta em melhor evolução do paciente, com redução no tempo de internação e no índice de mortalidade." Meirelles acentua que o desenvolvimento dessas novas ferramentas computacionais só se concretizou porque há uma base de dados sólida, suficiente para treinar a máquina de forma eficaz.

Para o fisiologista José Eduardo Krieger, diretor do Laboratório de Genética e Cardiologia Molecular do InCor e professor do Departamento de Cardiopneumologia da FM-USP, é no volume e na qualidade dos dados que está a base de qualquer avanço no campo da IA. Os estudos no InCor tiveram início justamente na área de big data, por meio do serviço de informática da instituição. "O InCor é *paperless* [dispensa o uso de papel, é todo digital] há mais de 10 anos", conta Krieger. "O sistema de prontuário eletrônico foi criado pela equipe do engenheiro Marco Antonio Gutierrez, diretor de Bioinformática do InCor, por meio de diversos projetos, alguns com apoio da FAPESP", lembra.

Hoje, o prontuário eletrônico tem o registro de cerca de 1,3 milhão de pacientes. Mais de 30 hospitais de São Paulo compartilham do sistema, o que permite o acesso de pesquisadores a 10 milhões de registros – todos de forma anônima, para que possam ser utilizados em pesquisa. Para Krieger, trata-se de um tesouro: "Por meio desses sistemas de informação foi possível avançar para as ferramentas de inteligência artificial que desenvolvemos hoje".

O InCor é sede do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-Macc), iniciativa criada em 2008 com o propósito de consolidar o desenvolvimento de tecnologias e formar recursos humanos, financiada pela FAPESP e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Articulam-se por meio do instituto 31 laboratórios em 11 estados brasileiros e outros 17 com sede no exterior, distribuídos em sete países.

No InCor, desenvolvem-se hoje quatro grandes áreas de estudo: processamentos de imagens, sinais e linguagem e a integração de dados no campo das chamadas ciências ômicas (como genômica, proteômica, metabolômica etc.). "Essas áreas envolvem também parcerias com multinacionais de tecnologia, como Canon e Foxconn", conta Krieger. Foxconn é uma fabricante de computadores e smartphones que tem entre seus clientes Apple e Microsoft.

As pesquisas mais avançadas são as de processamento de imagens, obtidas de exames de tomografia e ressonância, e de sinais eletrocardiográficos. Na análise do eletrocardiograma, em

FOTO VITALCONNECT **INFOGRÁFICO** ALEXANDRE AFFONSO

especial, há uma conquista significativa: a possibilidade de utilizar algoritmos de IA para dar o diagnóstico com base no simples traçado do eletro. "O eletro é um exame barato e muito utilizado, mas a interpretação pode ser mais difícil do que aparenta", pondera Krieger. "A ferramenta permite que o médico tire uma foto da imagem do exame e envie para que o sistema avalie a distância e independe do equipamento utilizado."

O desafio dessa nova vertente de pesquisa, segundo Krieger, é o desenvolvimento de algoritmos de predição de risco que levem em conta características particulares dos indivíduos. "Procuramos integrar dados de toda a vida clínica do paciente, incluindo marcadores genéticos", relata o pesquisador, que orienta estudos de fenotipagem e genotipagem de doenças cardiovasculares na pós-graduação em cardiologia na USP.

Algumas iniciativas já avançam nesse campo. Nos Estados Unidos, cientistas da Google Research, da startup Verily Life Sciences e da Universidade Stanford criaram um método para prever risco cardiovascular a partir de exames de retina. Eles treinaram um sistema de aprendizado de máquina com imagens de fundo de olho de 284 mil pacientes dos bancos de dados UK Biobank, do Reino Unido, e EyePACS, dos Estados Unidos. A partir delas, o sistema aprendeu a distinguir olhos saudáveis daqueles com alterações nos vasos sanguíneos visíveis no fundo do olho, indício de problema cardiovascular.

O objetivo do grupo era determinar se sinais de risco cardiovascular poderiam ser obtidos de forma rápida, barata e não invasiva, em ambiente ambulatorial. O resultado superou as expectativas: a partir da comparação das imagens, o algoritmo também foi capaz de definir, com pouca margem de erro, a idade, o gênero, a dosagem de hemoglobina glicada – um marcador de diabetes – e o índice de massa corporal do paciente, bem como se ele era ou não fumante. "Mostramos que o *deep learning* [aprendizado profundo] pode extrair novos conhecimentos das imagens da retina", destacaram os autores do estudo. "Nesses exames, previmos fatores de risco cardiovascular que antes não se pensavam estar presentes nem se eram quantificáveis."

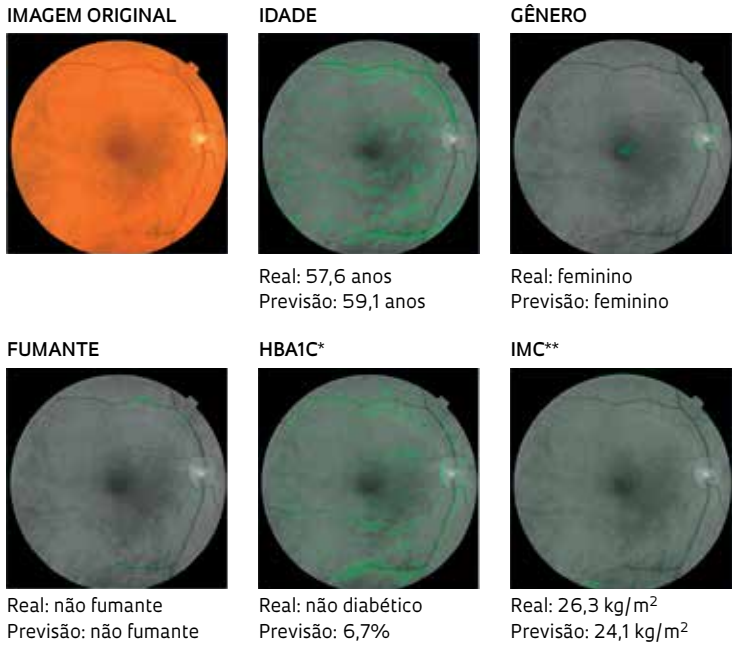
A técnica de aprendizado profundo é a mais recente geração do aprendizado de máquina. Trata-se de um método computacional baseado numa rede neural artificial de várias camadas – por isso, é chamado de profundo. Nessa abordagem, em vez de ser programado manualmente para uma tarefa específica, o computador usa algoritmos genéricos para identificar padrões de imagens, textos ou sinais.

Projeto da Unicamp no campo da medicina preditiva pode gerar economia de R$ 50 milhões por ano para o Sistema Único de Saúde (SUS)

É a mesma tecnologia que está sendo utilizada pela equipe do Projeto Code (Clinical Outcomes in Digital Electrocardiology), formado por pesquisadores do Centro de Telessaúde do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG). Com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e colaboração das universidades de Glasgow, na Escócia, e Uppsala, na Suécia, o grupo desenvolveu um projeto de leitura automatizada do eletrocardiograma para o diagnóstico de doenças cardíacas.

O projeto envolve médicos, engenheiros e cientistas da computação. "O grande pulo do gato é montar uma equipe realmente multidisciplinar", diz o cardiologista Antonio Luiz Pinho Ribeiro, líder do grupo e coordenador do Centro de Telessaúde e da Rede de Teleassistência de Minas Gerais, formada pela parceria de sete universidades públicas do estado. O resultado do estudo, feito a partir do cruzamento de 2,4 milhões de eletrocardiogramas digitais coletados entre 2010 e 2017 com o Sistema de Informações de Mortalidade, foi publicado em abril na revista *Nature Communications*. A análise possibilitou o reconhecimento de padrões e a identificação de seis diferentes tipos de alterações eletrocardiográficas com precisão igual ou superior aos realizados por médicos residentes e estudantes.

Outra vertente do projeto Code dá um passo além. "Usamos rede neural para prever a idade do paciente tomando por base apenas o traçado do eletrocardiograma. Essa idade eletrocardiográfica pode vir a ser um marcador de saúde cardiovascular", explica o engenheiro Antônio Horta Ribeiro, que faz parte da equipe. Os primeiros resultados indicam que quando o algo-



Método criado por cientistas norte-americanos diferencia olhos saudáveis daqueles com alterações nos vasos sanguíneos do fundo do olho, um indício de problema cardiovascular. A ferramenta também prediz, com baixa margem de erro, a idade, o gênero, a dosagem de hemoglobina glicada (um marcador de diabetes), o índice de massa corporal do paciente e se ele é ou não fumante

*HEMOGLOBINA GLICADA;
**ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

ritmo prevê uma idade maior do que a cronológica há maior risco de mortalidade em todas as faixas etárias.

Para o especialista em IA, os resultados que vêm das pesquisas com redes neurais podem trazer para a medicina novas perspectivas diagnósticas. A máquina, antes treinada para reconhecer padrões, agora já é capaz de identificar anomalias que passam despercebidas ao ser humano. "Ele pode criar correlações que ainda não foram feitas pela medicina", diz Ribeiro. O desafio é tentar descobrir os caminhos que as redes neurais fizeram para chegar a essas correlações.

É também no campo da medicina preditiva que se insere projeto da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que pode reverter em economia de R$ 50 milhões por ano para o Sistema Único de Saúde (SUS). Conduzido pelo Laboratório Aterolab da Faculdade de Ciências Médicas (FCM), o projeto visa identificar os pacientes de doenças coronarianas crônicas com maior risco de sofrerem eventos clínicos adversos no intervalo de um ano. A pesquisa, orientada pelo cardiologista Andrei Sposito, coordenador do Aterolab, foi premiada pela Sociedade Brasileira de Cardiologia e pelo Congresso Europeu de Inovação.

"No primeiro ano após um infarto, um a cada cinco pacientes pode sofrer novo infarto ou, mesmo, morte súbita. Muitas tentativas já foram feitas para identificar quem é esse paciente que corre mais risco", diz o cardiologista. Sposito destaca que fatores de risco cardiovasculares já são conhecidos há muitos anos, mas eles não trabalham de forma aritmética. "Há ações sinérgicas, que se relacionam com características individuais. Ter dois fatores de risco não significa ter duas vezes mais risco. Não é simples assim", explica.

Segundo o cardiologista, as primeiras modelagens matemáticas para trabalhar com as diferentes variáveis surgiram nos anos 1970, mas até hoje os resultados não são muito eficazes. A inteligência artificial, segundo ele, veio mudar esse cenário. Em sua pesquisa, algoritmos conseguiram prever 92% dos eventos clínicos que um paciente pode vir a ter no intervalo de um ano. De posse desses dados, explica Sposito, é possível acompanhar de perto os pacientes mais vulneráveis, o que poderá resultar em prevenção de mortes e evitar novas cirurgias, hospitalizações e tratamentos dispendiosos. "São ganhos importantes proporcionados pelos avanços das pesquisas em inteligência artificial aplicada aos cuidados com o coração", sustenta o especialista. ■

Projetos

1. Segmentação automática do ventrículo esquerdo em exames de ressonância magnética cardíaca (nº 19/22116-7); **Modalidade** Bolsa de Mestrado; **Pesquisadora responsável** Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques (USP); **Bolsista**: Matheus Alberto de Oliveira Ribeiro; **Investimento** R$ 39.863,34.

2. INCT 2014: Em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-Macc) (nº 14/50889-7); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** José Eduardo Krieger (USP); **Investimento** R$ 3.204.512,68.

3. Centro de Inteligência Artificial (nº 19/07665-4); **Modalidade** Centros de Pesquisa em Engenharia; **Pesquisador responsável** Fabio Gagliardi Cozman (IBM); **Investimento** R$ 4.134.883,90.

Artigos científicos

RIBEIRO, H. A. *et. al.* Automatic diagnosis of the 12-lead ECG using a deep neural network. **Nature Communications**. 9 abr. 2020.
POPLIN, R. *et. al.* Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning. **Nature Communications**. 19 fev. 2018.

PREDICTION OF CARDIOVASCULAR RISK FACTORS FROM RETINAL FUNDUS PHOTOGRAPHS VIA DEEP LEARNING

Mina Zé do Vermelho, em Mato Grosso

1

MINERAÇÃO BIOTECH

Uso de bactérias para tratar minérios em jazida de ouro em Mato Grosso pode reduzir risco ambiental e custos de operação

Domingos Zaparolli

A mina de ouro Zé do Vermelho, em Paranaíta, em Mato Grosso, programa instalar até abril de 2021 um sistema de bio-oxidação, que usa microrganismos no processo de tratamento do material extraído da jazida. O investimento nos reatores com capacidade de processar 60 toneladas de material mineral por dia é estimado em R$ 3 milhões. "O biotratamento permitirá economia de insumos químicos e resultará em mitigação do risco ambiental", prevê André Vienna, gestor da Tório Mineração, a controladora da unidade. A mina produz 120 quilos (kg) de ouro por ano e tem reserva medida em cerca de 8,2 toneladas (290 mil onças).

A separação do ouro do material mineral extraído de uma jazida é feita por peneiramento e moagem, com uso de centrífugas ou mesas vibratórias. Muitas vezes, porém, o ouro está envolto por enxofre, sulfetos e outras impurezas. É o chamado ouro refratário. A extração então exige um processo de lixiviação, isto é, a dissolução das impurezas em solução química.

A bio-oxidação é realizada com a incorporação de uma etapa prévia à lixiviação. "Bactérias dispostas em reatores, grandes tanques de aço, alimentam-se do enxofre contido no minério. Seu metabolismo produz ácido sulfúrico. As impurezas são separadas e dissolvidas na solução corrosiva", explica Rafael Vicente de Pádua Ferreira, cofundador da Itatijuca Biotech. A startup, residente na Incubadora de Empresas de Base Tecnológica do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) e da Universidade de São Paulo (USP), gerida pelo Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec), é responsável pelo sistema, desenvolvido com tecnologia nacional.

"A Tório será a primeira mineradora a adotar um sistema de biotratamento feito no país", salienta a química Denise Bevilaqua, coordenadora do grupo de pesquisa Bioprocessos Aplicados à Mineração e ao Meio Ambiente do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (IQ-Unesp), em Araraquara (SP). Segundo ela, embora os processos de biotratamento sejam consolidados na mineração mundial, é preciso estabelecer uma rota biotecnológica específica para cada corpo mineral. Outro desafio é escolher a cepa de microrganismos. "Cada operação exige o estabelecimento de um processo biotecnológico próprio", frisa.

Após o biotratamento, diz Vienna, a lixiviação demanda menor quantidade de material químico. Testes em escala-piloto realizados pela Itatijuca indicam um potencial de redução em 70% no emprego

FOTOS 1 TÓRIO MINERAÇÃO 2-4 LÉO RAMOS CHAVES

de ácido e cianeto e uma diminuição de 50% no tempo de lixiviação. O custo total da lixiviação deverá ser reduzido em 35%.

A menor utilização de produtos químicos no processo e a eliminação do enxofre consumido das bactérias resultam em redução de rejeitos. "O risco ambiental da lixiviação é mais fácil de ser controlado", explica Ferreira. "Quando sistemas como esse são instalados antes do início da atividade mineral, o licenciamento ambiental, em tese, corre mais rápido." Outra vantagem do pré-tratamento com a bio-oxidação é um melhor aproveitamento do minério. "Em testes em escala-piloto, triplicamos a eficiência na recuperação do ouro refratário", afirma.

A bio-hidrometalurgia, o conjunto de técnicas que usa rotas com microrganismos para retirar impurezas que envolvem minérios, surgiu nos anos 1960. Sua aplicação ocorreu pela primeira vez em uma mina de ouro na África do Sul, em 1986. Hoje o biotratamento é usual na extração de cobre, ouro, ferro, urânio e outros metais em diversos países.

A pesquisa brasileira esteve entre as pioneiras. Equipe coordenada pelo biólogo Oswaldo Garcia Júnior implementou nos anos 1980 uma planta-piloto inédita no mundo para o biotratamento de urânio, criada para a estatal Empresas Nucleares Brasileiras (Nuclebrás). O processo foi bem-sucedido, mas acabou desativado quando a empresa foi extinta em 1989. Em 1986, Garcia criou um núcleo de bio-hidrometalurgia no IQ-Unesp, onde se formou Maurício César Palmieri, cofundador da Itatijuca.

Além de iniciativas experimentais, como a implementada pela companhia Vale no biotratamento de cobre na Mina do Sossego, no Pará (*ver* Pesquisa FAPESP *nº 200*), a única aplicação em escala industrial de bio-hidrometalurgia no Brasil foi realizada pela São Bento Mineração. A operação de extração de ouro ocorreu em Santa Bárbara (MG), com tecnologia fornecida por sua controladora, a anglo-australiana BHP Billiton. A mineradora, no entanto, fechou as portas, interrompendo o projeto.

A experiência da Tório, segundo Bevilaqua, pode representar o despertar da mineração brasileira para a bio-hidrometalurgia. "A mineração é uma atividade tradicionalista. Ninguém quer ser o primeiro a incorporar uma inovação, mas, quando alguém adota e é bem-sucedido, todos querem fazer igual", observa.

O engenheiro de minas brasileiro Carlos Hoffmann Sampaio, professor do Departamento de Engenharia Mineral e Industrial da Universidade Politécnica da Catalunha (Espanha), explica que a maior dificuldade da bio-hidrometalurgia é a baixa velocidade que as bactérias agem. "Por isso, costuma ser usada para minas pequenas." Ele diz que o uso do método tem potencial de expansão expressivo, principalmente na mineração de minérios valorizados, como o ouro.

Numa jazida hipotética, exemplifica Sampaio, em cada mil quilos de minério se extrai por volta de 5 gramas de ouro liberado, não coberto por sulfetos, que podem ser obtidos apenas com a lixiviação tradicional, com cianeto. No mesmo material, há também outros 15 gramas de ouro refratário, aquele recoberto por sulfetos. Nesse caso, utilizar o biotratamento antes da lixiviação com cianeto resulta em um total de 20 gramas de ouro para cada mil quilos de minérios. "Trata-se de um ganho que não se pode desprezar", afirma o especialista. ■

Leia esta reportagem ampliada na versão on-line.

Para entender

BIO-HIDROMETALURGIA
Método conhecido desde os anos 1960 que emprega rotas com microrganismos para retirar impurezas de metais (ouro, cobre, urânio etc.)

BIO-OXIDAÇÃO
Também chamada de biolixiviação, usa microrganismos que se alimentam do enxofre presente no minério

LIXIVIAÇÃO
Dissolução das impurezas encontradas em minérios com uso de solução aquosa com cianeto ou ácido sulfúrico

OURO REFRATÁRIO
Porção do metal envolto por enxofre, sulfetos e outras impurezas, como pirita, ferro, cobre e cobalto

Três momentos do biotratamento: o reator contendo as bactérias, o material mineral após a biolixiviação e a barra de ouro obtida ao fim do processo

2

3

4

LARANJEIRAS IMUNES

Desenvolvimento no Centro de Citricultura passa por laboratório, estufa e teste em campo

LÉO RAMOS CHAVES

Variedades desenvolvidas no Instituto Agronômico de Campinas, com acréscimo de gene de tangerina, mostraram-se resistentes à clorose variegada dos citros

Sarah Schmidt

Laranjas doces das variedades Pineapple e Hamlin receberam um gene de tangerina e se mostraram resistentes à clorose variegada dos citros (CVC), também conhecida como a praga do amarelinho. O trabalho foi conduzido por pesquisadores do Centro de Citricultura Sylvio Moreira, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em Cordeirópolis, interior paulista. Para chegar ao resultado, eles infectaram plantas de tangerina, naturalmente resistentes à doença, com a bactéria *Xylella fastidiosa*, causadora da CVC, e conseguiram identificar um gene com potencial de conferir essa resistência.

Batizado de RAP2.2, o gene já era conhecido da comunidade acadêmica por estar presente em outras espécies vegetais. No entanto, a descoberta de seu papel em defender plantas de citros frente à *Xylella* é inédita, "assim como a inserção do gene de tangerina em laranja doce com o objetivo de combater a praga", ressalta a bióloga Alessandra Alves de Souza, líder do estudo e pesquisadora do IAC, instituição que completou 133 anos em junho. Os caminhos percorridos na pesquisa foram publicados nas revistas *Phytopathology* e *Molecular Plant-Microbe Interactions*, em 2019 e 2020, respectivamente.

A clorose variegada dos citros é transmitida às laranjeiras pela picada de cigarrinhas, insetos que medem pouco mais de um centímetro. Uma vez dentro da laranjeira, a *Xylella* começa a se multiplicar ao ponto de obstruir os vasos que transportam água e nutrientes da raiz para a copa das plantas, deixando os frutos pequenos e duros e, por isso, impróprios para o consumo e a comercialização. A praga já foi o maior problema dos citricultores paulistas – em 2009, atingia 42% das plantações de laranja de São Paulo e na região do Triângulo Mineiro e no sudoeste do estado. Atualmente, esse número caiu para 1,04%, de acordo com o levantamento de 2020 do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), divulgado em 24 de julho. O controle é feito com técnicas de manejo, como uso de inseticidas e plantio de mudas em ambiente protegido.

O gene de tangerina pode dar às laranjeiras condições de se defenderem melhor da doença. "Esse gene se liga ao DNA da planta e ativa outros genes, envolvidos na fortificação da parede celular vegetal. Com isso, a bactéria não consegue se mover tão bem e fica aprisionada", explica Souza. "A planta, então, percebe o patógeno e ativa seu mecanismo de resistência, conseguindo matá-lo ou reduzir de forma significativa os danos cau-

sados por ele." Como as laranjas doces são a principal cultura do agronegócio de cítricos, a nova planta tem potencial para ser mais competitiva. "Elas poderão produzir mais e ter um manejo mais sustentável e econômico", observa a bióloga.

O cruzamento entre tangerina e laranja doce já ocorre de forma natural no ambiente e, por isso, o procedimento adotado não é classificado como transgenia e sim como cisgenia, quando são transferidos apenas genes de espécies compatíveis do ponto de vista reprodutivo. Isso garante um desenvolvimento mais rápido e seguro por evitar etapas em que poderiam ocorrer incompatibilidade.

Atualmente, as plantas de laranja doce com gene de tangerina estão sendo preparadas para entrarem na fase de ensaio em campo no próprio Centro de Citricultura, após mostrarem um bom resultado nas estufas. Como se trata de uma planta geneticamente modificada, para que a nova fase em campo seja iniciada é preciso obter autorização da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). "Estamos com a documentação em andamento e a expectativa é que a liberação ocorra até o final do ano", prevê Souza. Essa fase deve durar cinco anos e, depois disso, se os testes apresentarem resultados satisfatórios, as novas plantas poderão ser liberadas para os citricultores.

Após identificarem na tangerina uma série de genes associados aos mecanismos que poderiam conferir resistência à CVC, os pesquisadores os implantaram em uma "planta cobaia", a *Arabidopsis thaliana*, muito utilizada em estudos de biologia molecular. "Nesta etapa, ganhamos vários anos em pesquisa, já que a transferência e o estudo de todos os genes em laranjas é um processo caro e demorado", explica Souza, "principalmente porque a planta leva uns três anos para se desenvolver e tem um longo período juvenil de difícil manipulação genética". Com o teste na planta modelo, esse período caiu para cerca de oito meses. Após a experiência em *Arabidopsis*, foi possível eleger o gene mais promissor, o RAP2.2, e transferi-lo para as plantas de laranja doce.

Parte do estudo foi desenvolvida no *campus* de Davis da Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, onde o biotecnologista Willian Pereira passou um ano por meio do programa Ciência sem Fronteiras, enquanto cursava o doutorado em genética e biologia molecular, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), sob orientação de Souza.

Entre agosto de 2015 e julho de 2016, ele aprofundou a pesquisa em *Arabidopsis* nos laboratórios do Departamento de Ciências das Plantas da universidade norte-americana. Por lá, analisou a função da proteína RAP2.2 da planta modelo para compará-la com a de tangerina. Ao perceber a semelhança entre elas, avaliou a reação de ambas à infecção por *Xylella*. "Os resultados mostraram que as proteínas são ortólogas, ou seja, desempenham a mesma função nos dois tipos de planta. Percebemos também que a infecção em *Arabidopsis* é similar àquela que ocorre nas laranjas doces, porque a bactéria coloniza os mesmos vasos e também gera sintomas", conta Pereira. A pesquisa ainda mostrou, de forma inédita, que *Arabidopsis* pode ser usada como planta modelo para futuras pesquisas com outros genes de citros para uma variedade de aplicações.

"A possibilidade de existir uma planta resistente permitiria um uso menor de inseticidas no controle das cigarrinhas que são os vetores da CVC", avalia o engenheiro agrônomo Antonio Juliano Ayres, gerente-geral do Fundecitrus. Ele ressalta, porém, que "é necessário aguardar os resultados em campo para confirmar a efetividade desses resultados preliminares obtidos em casa de vegetação".

De fato, as demais etapas da pesquisa sugerem que o gene RAP2.2 tanto pode ser usado em outras espécies afetadas pela *Xylella*, como oliveiras e videiras, quanto tem potencial para o combate a outras pragas de citros, como o greening. Também chamado de HLB, o patógeno é hoje o maior desafio da citricultura mundial e atinge 20,87% das plantações de laranja em São Paulo e Minas Gerais, de acordo com os dados deste ano do Fundecitrus.

Como a *Xylella*, o HLB é transmitido pela picada de um inseto, o psilídeo *Diaphorina citri*, e a bactéria *Candidatus liberibacter* também coloniza os vasos das plantas. "O gene de tangerina pode fortalecer as paredes desses vasos e ajudar a planta a eliminar a bactéria. Ainda, com os vasos mais resistentes, o inseto pode desistir de picar a planta", conta Souza. "Estamos estudando essa possibilidade."

O Centro de Citricultura Sylvio Moreira tem tradição na busca por novas maneiras de combater as pragas em citros. Em 2017, Souza e colegas desenvolveram outra variedade de laranjeira transgênica resistente à CVC. Na ocasião, foi introduzido no genoma da planta um gene da própria bactéria: o *rpfF*, responsável pela produção de uma proteína homônima que reduz a movimentação de *Xylella*. Em 2020, as plantas completam dois anos em fase de campo e, até o momento, mostraram-se resistentes ao patógeno e com bom desenvolvimento em campo. O genoma da *Xyllela* foi o primeiro de um organismo causador de doenças em plantas a ser sequenciado no mundo e o feito, parte do Programa Genoma FAPESP, foi capa da revista *Nature* em 13 de julho de 2000, com participação de Souza.

Outro destaque do Centro de Citricultura é um produto desenvolvido nos laboratórios do centro, cujo princípio ativo é uma molécula antioxidante chamada N-acetilcisteína (NAC), destinado ao controle do CVC, do cancro cítrico e do HLB. O NAC é comercializado desde 2019 pela startup CiaCamp – da Ciência ao Campo. Para Souza, as tecnologias desenvolvidas são complementares. "Nunca teremos um gene ou um produto que resolva todo o problema. Trabalhamos para termos alternativas. Daqui a uns anos, o patógeno consegue quebrar a resistência. Por isso, precisamos de diferentes abordagens, olhando para o futuro", conclui. ■

Projetos

1. INCT 2014: De genômica comparativa e funcional e melhoramento assistido de citros (nº 14/50880-0); **Modalidade** Projeto Temático; **Convênio** CNPq-INCTs; **Pesquisador responsável** Marcos Antonio Machado (IAC); **Investimento** R$ 3.138.880,49.

2. Interação *Xylella fastidiosa*-inseto vetor-planta hospedeira e abordagens para o controle da clorose variegada dos citros e cancro cítrico (nº 13/10957-0); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisadora responsável** Alessandra Alves de Souza (IAC); **Investimento** R$ 2.504.726,74.

Artigos científicos

PEREIRA, W. E. L. *et al. Citrus reticulata* CrRAP2.2 transcriptional factor shares similar functions to the *Arabidopsis* homolog and increases resistance to *Xylella fastidiosa*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**. v. 33, n. 3, p. 519-27. 23 jan. 2020.

Os demais projetos e artigos mencionados estão listados na versão on-line.

ABRINDO TORNEIRAS

Pesquisas indicam que atraso do saneamento no Brasil prejudica a saúde e vai contra a racionalidade econômica

Diego Viana

A pandemia evidenciou as falhas do saneamento básico brasileiro: para poder ficar em casa na quarentena e lavar sempre as mãos, é preciso ter acesso à água encanada, o que nem sempre é o caso em um país onde muitos ainda dependem de carros-pipa e convivem com esgoto a céu aberto. Embora 85,5% da população receba água encanada, a coleta de esgoto só chega a 53% – e, do que é coletado, apenas 46% é tratado. Quase 40% dos municípios brasileiros não contam com nenhuma coleta de esgoto, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicada em julho.

Em junho, o Senado Federal aprovou mudanças profundas no marco legal do saneamento básico, que data de 2007 (Lei nº 11.445). Baseada em duas medidas provisórias de 2018, que caducaram sem virar legislação, a agora Lei nº 14.026 se apoia em análises econômicas que procuram explicar o fracasso das sucessivas tentativas de universalizar o saneamento no Brasil, como previsto no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), documento de 2013 que orienta a política pública no setor e foi atualizado em 2019. Possíveis causas para o fracasso aparecem em diagnósticos como o de pesquisadores do Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getulio Vargas (FGV Ceri). No artigo "The governance of water and wastewater privisions in Brazil: Are there clear goals?", eles apontam para a falta de metas claras, a insegurança jurídica e a ausência de capacidade administrativa dos municípios.

A ineficiência do sistema confronta a racionalidade econômica. Cálculos realizados em 2013 pelo economista Célio Hiratuka, do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE-Unicamp), indicam que um investimento de R$ 1 bilhão em saneamento produz "a) um aumento de R$ 1,7 bilhão no valor da produção da economia; b) uma expansão de R$ 245 milhões da massa salarial, de R$ 355 milhões do excedente operacional bruto e de R$ 139 milhões em impostos diretos e indiretos; e c) a geração de 42 mil novos empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva". Por isso, complementa o economista Marco Antonio Rocha, do Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (Neit) do IE-Unicamp, "seria boa política econômica aumentar o investimento público no setor, principalmente lembrando que o investimento em saneamento básico tem uma forte indução de emprego e renda e gera a redução de outros gastos públicos, como em saúde".

No entanto, o saneamento é um dos serviços públicos que menos avançaram no Brasil, se comparado a educação, saúde e telecomunicações. O Plansab prevê a universalização dos serviços de água e esgoto até 2033, o que exigiria passar a investir acima de R$ 25 bilhões por ano, na estimativa do governo. Entre 1998 e 2018, a alocação de recursos ao setor passou de R$ 5 bilhões, em média, antes de 2007, para R$ 13 bilhões por ano, mas a disseminação da rede segue lenta. Um motivo é a pouca efetividade do gasto, explica Juliana Smiderle, pesquisadora do FGV Ceri. "Muitas obras feitas no âmbito do PAC [Programa de Aceleração do Crescimento] não foram concluídas em tempo hábil. Além disso, as perdas de água ainda são altas, acima de 35%, o que sugere falta de incentivo à eficiência", afirma.

A reforma que alterou o marco legal do saneamento tem entre seus propósitos a atração de investimentos privados ao setor. Hoje, 7% da população vive em áreas sob concessão da iniciativa privada. As companhias estatais de saneamento básico (Cesb), responsáveis pela maior parte dos serviços de saneamento no país, foram criadas no âmbito da primeira legislação nacional do setor, o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), de 1971.

Uma das maneiras pelas quais a nova legislação pretende ampliar a participação privada é abolindo os chamados "contratos de programa", pelos quais os municípios delegavam, sem necessidade de licitação, a uma dessas companhias estaduais a execução do serviço. Pela nova lei, a licitação será obrigatória e as estatais terão de competir com empresas

LÉO RAMOS CHAVES

privadas. “O grande problema está nas metas. Muitos desses contratos eram antigos e tinham objetivos mal definidos”, diz Smiderle. Segundo ela, os contratos de concessão devem ser Smart, sigla para metas específicas, mensuráveis, atingíveis, realistas e com prazo definido. Um ponto central da legislação recém-aprovada é a obrigação de que os contratos passem a estabelecer objetivos claros, que estejam de acordo com o Plansab.

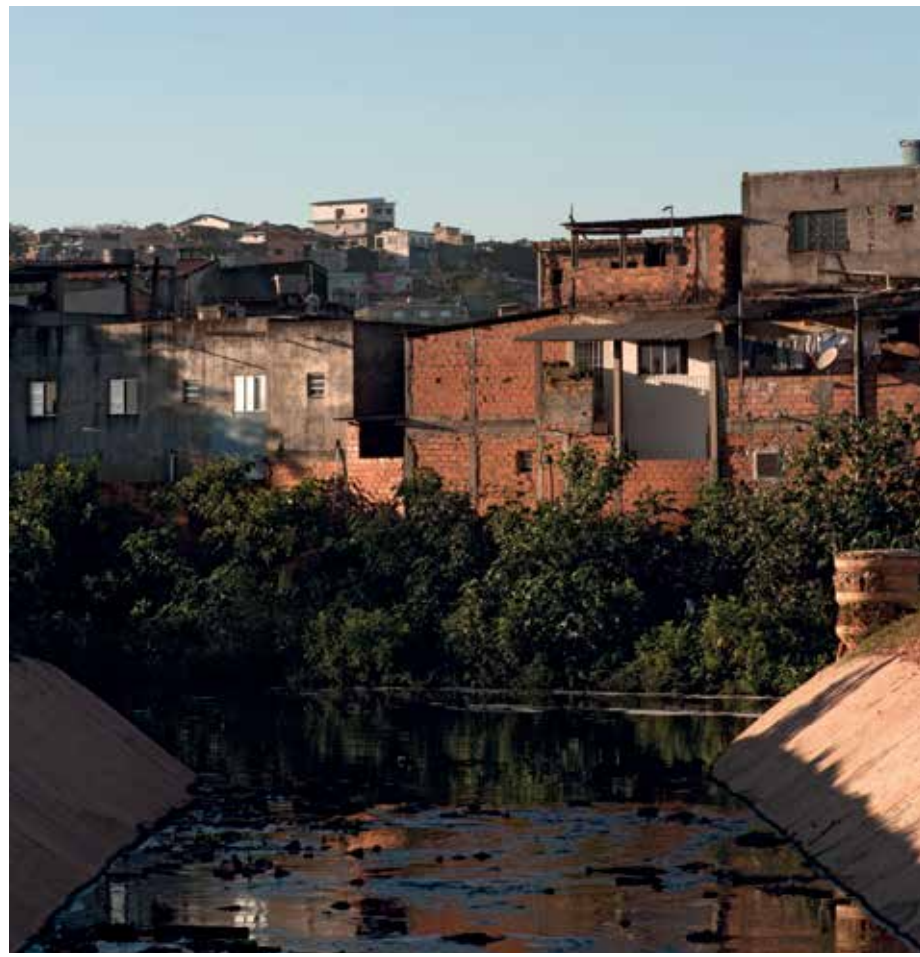
Outro problema eram as limitações de municípios pequenos, sem corpo técnico nem recursos para fiscalizar e regular a atuação das concessionárias. Smiderle estima que um possível motivo para a pouca presença do capital privado no setor é a dificuldade que cidades menores têm para licitar. Para diminuir esse processo, a nova lei torna mais fácil criar consórcios pelos quais os municípios licitem juntos, dividindo os custos e aumentando o interesse da empresa na área concedida. A lei também prevê a criação do Comitê Interministerial de Saneamento Básico (Cisb), que terá a função de articular os investimentos no país. Uma das mudanças é o aumento das responsabilidades da Agência Nacional de Águas (ANA), que passa a se chamar Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

As maiores críticas à atuação do capital privado partem do princípio de que é inconveniente tratar água e esgoto como mercadorias, porque pode levar a aumentos de tarifas, exclusão de populações pobres e intensificação da desigualdade. Rocha explica que a função da empresa pública deve ser entendida em um escopo mais amplo do que o fornecimento do serviço. “As estatais têm uma função de política pública que, por definição, não pode ser mercantilizada”, observa, citando o remanejamento de recursos e a possibilidade de recorrer a subsídios. Hoje, alguns estados vivem uma situação híbrida, já que suas empresas estaduais operam segundo regras de governança corporativa, chegando a ser listadas na bolsa de valores. É o caso de São Paulo (Sabesp), Minas Gerais (Copasa) e Paraná (Sanepar).

Segundo o economista Carlos Saiani, do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia (Ieri-UFU), o aumento das tarifas tende a acontecer, mas o motivo é que “parte dos provedores públicos cobra tarifas inadequadas, ou nem as cobram”. Para Saiani, com a definição das metas de investimento e subsídios onde eles forem necessários, “as desigualdades de acesso tenderiam a cair, dado que são grandes na provisão pública, o que as críticas costumam ignorar”. Para Smiderle, o problema não está em considerar o saneamento e o esgoto como mercadorias ou não, mas em proporcionar um quadro legal em que o serviço seja, de fato, oferecido. “O importante não é se a empresa é estatal ou privada, mas se a população está recebendo a água e se o esgoto está sendo tratado”, resume.

O economista Paulo Furquim de Azevedo, do Instituto de Ensino e Pesquisa (Insper), em São Paulo, compara a atuação de provedores privados e públicos a partir dos diferentes incentivos que movem cada um: para os primeiros, o lucro; para os segundos, vitórias eleitorais, já que estão em maior ou menor grau sob controle de prefeitos e governadores. Azevedo estima que a atração de investidores privados terá maior impacto sobre o esgoto do que sobre a água. “É notório o viés que os operadores públicos têm pelo abastecimento de água, em detrimento dos investimentos em esgotamento sanitário. Isso possivelmente ocorre porque o benefício eleitoral associado à água é maior do que o do esgoto”, observa.

A operação privada do saneamento implica dificuldades operacionais, porque só pode funcionar se houver legislação, fiscalização e planejamento cuidadosos. Ao contrário de bens de consumo como eletrodomésticos, vestuário ou alimentos, não é simples garantir a concorrência. É fácil escolher, em uma loja, entre geladeiras de várias marcas. Mas a água não pode chegar por canos de diferentes operadoras. A concorrência acontece na licitação. O município publica o edital para escolher a empresa que vai fornecer o serviço



LÉO RAMOS CHAVES

por um período determinado. Nesse momento, são definidos os requisitos a cumprir. Quando a empresa vencedora começa a operar, a função do governo passa a ser a de regular e fiscalizar.

Mas como garantir que o contrato será bem-feito e cumprido? Como tornar o negócio da água e do esgoto rentável, mantendo as tarifas em níveis que a população consiga pagar, ainda mais no caso de um país vasto e desigual como o Brasil? O que fazer em situações de crise, como uma pandemia ou estiagem prolongada, para evitar danos à população, sem tornar inviável o negócio da prestadora?

Para todos os setores de bens públicos, da eletricidade ao transporte, questões como essas mantêm economistas, juristas e outros pesquisadores ocupados há décadas, tentando desenhar arranjos institucionais que sejam ao mesmo tempo eficientes e justos. "Por exemplo, quando dizemos que a tarifa é mais alta onde o fornecedor é uma empresa privada, temos que lembrar que nem sempre todos os custos estão embutidos no preço do provedor estatal", alerta Smiderle. Por outro lado, para evitar que a água seja cara demais para a população, a lei brasileira contém o princípio de "modicidade tarifária", que impede aumentos abusivos.

Também estão previstas tarifas sociais e a possibilidade de subsídios nas áreas mais pobres. A supervisão da ANA, a atuação do Comitê Interministerial e a unificação das metas visam garantir que os contratos firmados daqui por diante terão um padrão aceitável nas ambições de universalização e na política tarifária. Segundo a análise do FGV Ceri, no entanto, a unificação das metas é pouco factível, pois "pode afetar a atratividade de investidores e/ou a modicidade tarifária em certas áreas, em especial aquelas com baixa capacidade de pagamento e alta necessidade de investimentos". A análise aponta, também, o risco de atrair investidores que, incapazes de cumprir a meta, buscarão renegociar os contratos em termos menos rigorosos.

"Será que o setor privado terá condições de alocar R$ 700 bilhões em 13 anos? Se conseguir, será com que tarifa de prestação de serviço? Há de se levar em consideração a lucratividade a ser garantida para que o setor de saneamento seja atrativo, alcançando esse patamar de investimentos durante a próxima década", afirma Rocha. No cenário internacional, a dificuldade aparece no expressivo número de privatizações que foram revertidas. Segundo o estudo *Reclaiming public services*, da consultoria holandesa Transnational Institute, 267 cidades reassumiram os serviços de água e esgoto ao redor do mundo entre 2000 e 2016. O trabalho *Remunicipalização dos serviços de saneamento básico*, publicado em 2018 pela consultoria GO Associados, do economista Gesner Oliveira, da Escola de Administração de Empresas (Eaesp) da FGV e ex-presidente da Sabesp, observou diversos casos de reestatização, concluindo que há diferentes causas para o retorno ao provedor estatal. Entre elas estão tarifas altas demais para o público ou baixas demais para as empresas, contratos com informações insuficientes e regulação ineficiente. Mas também há casos em que simplesmente o contrato chegou ao fim e as cidades, titulares do serviço, consideraram estar em condições de provê-lo.

O caso brasileiro é diferente porque o poder público está sem condições de fazer investimentos por conta própria "ou mesmo com financiamentos, já que recursos também estão sendo reduzidos com a crise", observa Saiani. Por isso, estima o economista, "a opção pela concessão resultará necessariamente em mais investimentos". Ele argumenta que esse aumento de investimento terá impacto direto sobre indicadores importantes, como os de saúde, com a condição de que os contratos de concessão e o regulador tenham "especial atenção a parâmetros de qualidade, dado que o provedor privado, para reduzir custo e aumentar retorno, pode reduzir a qualidade ou não investir nela", afirma. Azevedo argumenta, também, que a introdução do setor privado poderá ter impacto

Esgoto a céu aberto em São Paulo: quase 40% dos municípios brasileiros não contam com nenhuma coleta, segundo a PNSB do IBGE

positivo sobre a desigualdade. Em pesquisa recente, ainda não publicada, o economista chega a um resultado em que a concessão privada "está associada a um acréscimo de 6,1 pontos percentuais no acesso ao esgotamento sanitário, o que representa um aumento de 26%", sobretudo nos municípios em condições mais desfavoráveis.

A dificuldade brasileira em garantir o direito ao saneamento também agrava a desigualdade característica do país, aponta Leo Heller, pesquisador da Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz) e professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Essa desigualdade tem múltiplas dimensões. Ela é regional: enquanto 91% da população do Sudeste recebe água encanada, no Norte são apenas 57%; é social: em todas as regiões do país, periferias e favelas sofrem com esgoto a céu aberto; é territorial: o saneamento rural é precário, com apenas 11% da população atendida pela rede de água e 0,8% do esgoto coletado; e é de gênero, porque as mulheres ainda são responsáveis pela maior parte das tarefas que exigem contato com a água, aponta o relatório *Mulheres e saneamento*, do Instituto Trata Brasil.

"Está claro que as pessoas que mais sofrem com a falta d'água são as mais vulneráveis, tanto aquelas que vivem em assentamentos precários, em situação de rua, quanto quem não tem caixa-d'água e fica à mercê de um abastecimento intermitente", afirma Vanessa Empinotti, professora da Universidade Federal do ABC (UFABC). Em março, quando começou o isolamento social no Brasil, lideranças de várias partes do país apresentaram listas de reivindicações ao poder público para ajudar periferias e favelas a atravessar a quarentena. Em resposta, diversos estados adotaram medidas como a suspensão dos cortes de fornecimento durante a pandemia, segundo o estudo "A Covid-19, a falta de água nas favelas e o direito à moradia no Brasil", do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

"Olhando o caso do saneamento, vemos a desigualdade do Brasil como um todo", resume o pesquisador. Em estudo realizado em 2019 para a Organização Pan-americana de Saúde (Opas), Heller, que é relator especial da Organização das Nações Unidas (ONU) para o direito humano à água e ao saneamento básico, explorou as diferentes dimensões da desigualdade, comparando lares em estados ricos, de famílias brancas e urbanas, com lares em estados pobres, de famílias negras e rurais. O acesso ao esgoto tratado, nas primeiras, é de 92%; nas segundas, de 16% – uma diferença de 76 pontos percentuais. "Por que a desigualdade tão marcante? Ela resulta de políticas públicas historicamente implementadas, orientadas pela viabilidade econômica", explica. No estudo, Heller assinala que a lógica da viabilidade econômica orientou até mesmo o planejamento na década de 1970, quando as companhias estatais foram criadas. O resultado foi uma expansão desigual do acesso a água e esgoto, em que regiões já mais ricas foram favorecidas. Para o pesquisador, as alterações na lei de saneamento reforçam essa abordagem. Ele observa também que os consórcios municipais, embora sejam boa ideia, até o momento não conseguiram resultados satisfatórios no Brasil.

Diferentes dimensões da política pública convergem no saneamento. Essa convergência trans-

LÉO RAMOS CHAVES

parece na ampla definição nacional do conceito, tanto na lei de 2007 quanto em sua atualização. Envolve oferta de água potável, coleta de esgotos, limpeza urbana, manejo dos resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. "É uma denominação especificamente brasileira, que faz sentido, mas não é usada em outros países", aponta Heller. "O que essas dimensões têm em comum é serem intervenções sobre o ambiente físico, visando promover a saúde", completa.

Considerando o volume da água retirada dos mananciais, a quantidade de esgoto produzida diariamente e a necessidade de construir represas e tubulações, o saneamento está diretamente vinculado ao meio ambiente. O abastecimento de água tem relação direta com o manejo de recursos hídricos e o recolhimento de águas pluviais é um elemento que vincula o saneamento ao urbanismo. Essa conjunção de dimensões faz do saneamento "o maior avanço de saúde pública no último século", conforme a expressão de livro editado pelos pesquisadores Rita de Cássia Franco Rêgo e Maurício Lima Barreto (ambos da Universidade Federal da Bahia) e Cristina Larrea-Killinger (Universidade de Barcelona).

Embora pareça evidente, o vínculo entre saneamento e saúde pública já foi mais estreito: no começo do século XX, o médico higienista Geraldo Horácio de Paula Souza, que fez doutorado na Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos, trabalhava no Instituto de Higiene em São Paulo, responsável por pensar sistemas de água e esgoto a partir da saúde pública, relata a cientista social Cristina de Campos, da Universidade São Judas Tadeu, de São Paulo. Os planos operavam em dois eixos: de um lado, os médicos sanitaristas; de outro, os engenheiros. "Esses profissionais atuavam em campos bem amplos: do controle de água e esgoto nas cidades ao mapeamento de doenças pelo território do estado", resume Campos.

Em seguida, a perspectiva se inverteu. "O campo das engenharias capturou o tema da gestão hídrica como sendo exclusivo de sua competência. Esse campo não se abriu ao diálogo com outros, como a ecologia, senão por meio de pressões dos novos movimentos sociais", observa a economista Norma Valencio, vice-coordenadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres da Universidade Federal de São Carlos (Neped-UFSCar). Esse foi o período das grandes represas e estações de tratamento, que buscavam maneiras de abastecer as metrópoles em crescimento acelerado.

A situação começou a mudar novamente nas últimas décadas, com o fortalecimento de pesquisas interdisciplinares que aprofundam o vínculo entre as diferentes dimensões do saneamento. As circunstâncias históricas também foram determinantes, já que um dos efeitos esperados do aquecimento do planeta é o aumento de episódios de estresse hídrico, o que faz da crise ambiental o principal pano de fundo para a legislação de saneamento.

A crise climática é presença constante nas páginas do Plansab, que promove a articulação com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). No próprio Plansab, são listados como paradigmas do saneamento no século XXI "a sustentabilidade, a gestão integrada das águas urbanas, o saneamento ecológico, a reciclagem e o combate às mudanças climáticas globais". Uma de suas metas é "reduzir significativamente" até 2030 o número de mortes em catástrofes ligadas ao clima.

Com efeito, inundações e deslizamentos de terra deverão ser mais frequentes e, ao mesmo tempo, secas e estiagens vão se tornar mais comuns, criando desafios novos para a gestão da água e do esgoto. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, em cinco anos, metade da população mundial viverá em áreas sob intenso estresse hídrico. Nesse cenário, a exigência sobre os provedores do saneamento, privados ou públicos, já se revela mais intensa. "A dinâmica, tanto das relações socioambientais quanto das sociopolíticas, aponta para a ampliação e o cruzamento de crises que eram consideradas distintas", alerta Valencio. "Estamos vivenciando um desastre de múltiplas escalas. Receio que a crise hídrica tenda a piorar esse cenário." ■

Água encanada: enquanto 91% da população do Sudeste tem acesso em casa, no Norte são apenas 57%

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

PARA EVITAR O ESQUECIMENTO

Participantes do III Congresso Nacional Feminista com o presidente Getúlio Vargas, em 1936. Imagem integra acervo sobre o legado de Bertha Lutz

Suspenso desde 2019, comitê brasileiro do Programa Memória do Mundo mapeia acervos raros e identifica coleções perdidas

Christina Queiroz

Há dois anos, quando um incêndio consumiu boa parte do acervo do Museu Nacional, no Rio de Janeiro, o Fundo Bertha Lutz, composto por arquivos pessoais e pesquisas científicas desenvolvidas pela bióloga, deputada e feminista brasileira foi devastado. O fundo integrava parte de uma coleção sobre Lutz (1894-1976), que estava sendo mapeada para submissão ao Comitê Nacional do Brasil do Programa Memória do Mundo da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Perplexos diante da tragédia, integrantes do comitê, instituído para reconhecer documentos como patrimônio da humanidade, decidiram nomear a coleção na categoria de "acervo perdido", que tem como objetivo evitar o esquecimento de documentações raras que, a exemplo do que ocorreu com esse fundo, foram destruídas por catástrofes ou acidentes. Além dessa iniciativa, nos seus 16 anos de existência o comitê reconheceu outras 110 candidaturas com perfis variados, mapeou e reencontrou documentos extraviados. A nominação é um instrumento do comitê para reconhecer e registrar documentos como patrimônios da humanidade. Desde então, novas perspectivas de pesquisa em diferentes campos do saber têm sido abertas.

"A nominação como 'acervo perdido' permite chamar a atenção aos danos irreversíveis causados por esse tipo de acontecimento à memória histórica nacional e da humanidade", conta Íris Kantor, do Departamento de História da Universidade de São Paulo (USP) e integrante do comitê. Apesar da importância do programa, suas atividades foram suspensas em 2019, como resultado do Decreto nº 9.759, que extinguiu ou estabeleceu novas regras para colegiados da administração pública federal. No momento de sua interrupção, o comitê planejava reforçar ações de difusão e educação patrimonial nas organizações responsáveis pelos itens ou coleções já chanceladas pelo programa da Unesco.

As candidaturas para o registro nacional podiam ser apresentadas por instituições públicas (municipais, estaduais ou federais) e privadas, além de organizações internacionais. Com 18 integrantes, entre representantes de organizações de guarda de acervo e profissionais com experiência direta de trabalho no campo, que são eleitos por seus pares a cada dois anos, o comitê estava vinculado ao Ministério da Cultura. Em 2019, no entanto, a pasta tornou-se uma secretaria ligada ao Ministério do Turismo, mas a sede do comitê permaneceu no Arquivo Nacional, instituição gerida pelo Ministério da Justiça.

Em iniciativa que mobilizou, durante anos, instituições brasileiras e italianas, o processo de reconhecimento do acervo do compositor Carlos Gomes (1836-1896) resultou na localização de uma partitura incompleta na Biblioteca Nacional. Considerada perdida pela instituição desde o final do século XIX, a parte faltante foi localizada em 2012 no Museu Histórico, entre papéis do espólio do imperador dom Pedro II, para quem Gomes tinha doado uma parte da composição musical.

Anos antes, em 2004, o comitê aprovou o registro nacional de documentos relativos à atuação da polícia política carioca e fluminense armazenados no Arquivo Público do Estado do Rio de Janeiro (Aperj). O historiador Paulo Knauss, da Universidade Federal Fluminense (UFF) e ex-diretor do Aperj, recorda que na ocasião se constatou a amplitude dos arquivos de polícias políticas existentes no país, envolvendo a atuação de distintos aparatos de repressão ativos no Brasil entre 1905 e 1983. O conjunto brasileiro representa um dos maiores acervos do mundo sobre a repressão política. "A partir de então, houve uma mobilização para identificar e mapear o circuito geral de arquivos de polícia política no Brasil", conta Knauss.

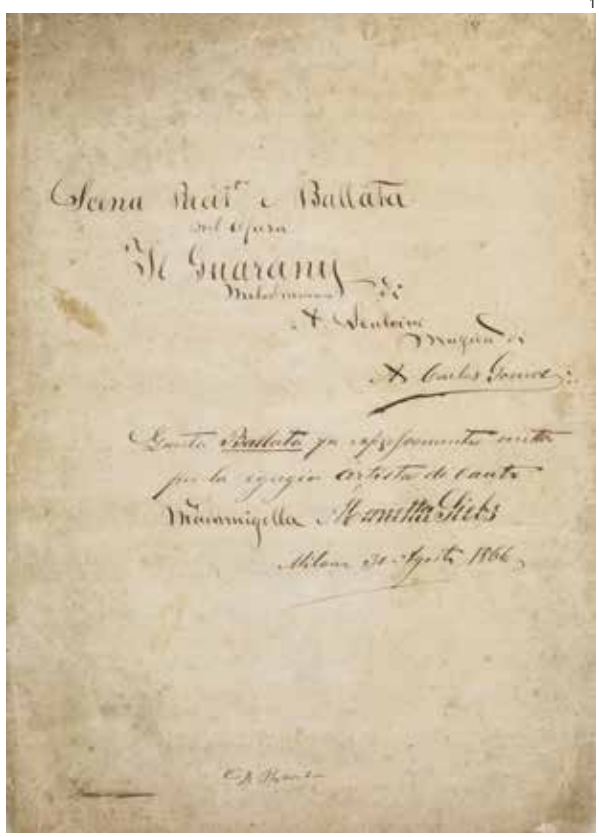
ARQUIVO NACIONAL

Ao organizar sua coleção para a candidatura no Programa Memória do Mundo Brasil, o Arquivo Público do Estado do Rio de Janeiro descobriu que guardava conjuntos documentais de outros estados do país, como Alagoas, Paraíba, Bahia e Rio Grande do Sul. "No Rio de Janeiro, funcionava a sede do que corresponderia à função da atual Polícia Federal, que recebia e arquivava correspondência e documentos da polícia política de todo território nacional", informa o pesquisador. De acordo com Knauss, a constatação da existência de um amplo conjunto arquivístico com essa natureza ganhou repercussão a partir dos trabalhos do Comitê Memória do Mundo. "Esse acervo oferece informações sobre questões envolvendo democracia, direitos humanos, cidadania e legalidade. Por intermédio dele, muitas pesquisas se tornaram possíveis. Abriu-se um horizonte que era muito restrito ao Rio de Janeiro e São Paulo, detentores de acervos maiores e mais conhecidos. Além disso, iniciou-se um debate sobre o acesso à informação e a regulamentação de dados pessoais, discussões que ajudaram a embasar a formulação da Lei de Acesso à Informação", explica Knauss, referindo-se à Lei nº 12.527, sancionada em novembro de 2011.

"Os últimos anos foram marcados por um esforço em ampliar o reconhecimento como patrimônio de distintos elementos além do documento textual, incluindo fotografias, imagens em movimento e registros sonoros", informa a antropóloga Maria Elizabeth Brêa Monteiro, do Arquivo Nacional e integrante do comitê. Como exemplo, ela menciona os Registros Iconográficos da Revolta da Armada (1893-1894), candidatura proposta pelo Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Moreira Salles (IMS) e Museu Histórico Nacional. "A coleção abarca imagens produzidas por fotógrafos como Marc Ferrez [1843-1923] e Juan Gutierrez [1859-1897] e abre campos de análise para reflexões sobre as forças políticas em disputa naquele momento da história", explica.

Jussara Derenji, professora aposentada da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará (FAU-UFPA) e atual diretora do Museu da UFPA, conta que o Comitê Memória do Mundo surgiu em 1992, na tentativa de reduzir os impactos de catástrofes, incluindo guerras, conflitos religiosos e desastres naturais, sobre o patrimônio documental. Sediado em Paris, na França, hoje conta com representações em cerca de 70 países. "O programa garante a preservação de documentos históricos para viabilizar novas leituras no futuro", observa. Nesse sentido, ela lembra que há 20 anos disquetes eram considerados o meio mais adequado para armazenar arquivos, mas hoje praticamente não existem computadores capazes de realizar a leitura dos dados que eles contêm. "Os meios de armazenamento se tornam obsoletos com rapidez. Para garantir a sobrevivência de um documento, é fundamental preservar o objeto original", enfatiza.

1



Manuscrito de 1866 da ópera *Il guarany*, de Carlos Gomes, registrado no programa em 2017 como parte dos acervos de instituições brasileiras e italianas

2

Documentação que inclui a correspondência original da administração do Pará com a Corte: carta de 1789 informa sobre o carregamento de produtos naturais

3

Imagem da Revolta da Armada mostra ruínas na Ilha de Villegagnon, no Rio de Janeiro

Em 2018 foram reconhecidas 10 coleções, entre elas os acervos de diferentes instituições envolvendo o legado de Bertha Lutz, uma das fundadoras da Federação Brasileira pelo Progresso Feminino. Lutz também atuou como pesquisadora no Museu Nacional, em uma época em que as mulheres pouco participavam do campo científico. "A candidatura proposta pelo Arquivo Histórico do Itamaraty, Arquivo Nacional, Centro de Documentação e Informação da Câmara dos Deputados e o Centro de Memória da Universidade Estadual de Campinas [Unicamp] permitiu mapear objetos dispersos e armazenados por distintas organizações, o que deve incentivar o desenvolvimento de estudos sobre a trajetória dessa pioneira", analisa Kantor, da USP. "A expectativa é que a inclusão dos documentos que pertenciam ao Museu Nacional, desaparecidos no incêndio, gere, no longo prazo, reflexões sobre os impactos dessa perda nos estudos sobre a bióloga", comenta Kantor.

A historiadora contribuiu com o desenvolvimento da candidatura do atlas e da carta-mural *Mappa geographicum quo flumen Argentum, Paranà et Paraguay exactissime nunc primum describuntur...*, chancelados em 2012 pelo programa da Unesco. Pertencente à Fundação Biblioteca Nacional, o *Mappa* foi elaborado em 1758 por Miguel Antônio Ciera, engenheiro militar natural de Pádua, na Itália, morto em 1782. Após o Tratado de Madri, assinado em 1750, ele foi contratado pelo governo português para colaborar com os trabalhos de demarcação dos limites entre Portugal e Espanha, na região sul-americana dos rios da Prata e Paraguai. A candidatura incluiu um mapa-mural avulso intitulado *Tabula nova, atque accurata America Australis*, em latim, com desenhos das paisagens, fauna e flora locais, que são aquareladas e ilustram o itinerário da expedição de demarcação. "São registros da topografia, hidrografia e toponímia que também trazem dados para o estudo da etnobotânica, ciência que estuda as relações entre o meio ambiente, as plantas e as populações indígenas", destaca Kantor.

Para a pesquisadora, a possibilidade de identificar e reunir elementos dispersos como parte de um conjunto documental único representa uma das principais contribuições do comitê. "Um dos critérios de avaliação das candidaturas envolve a necessidade de contemplar séries completas de determinado tipo de documentação. Os itens devem constituir um conjunto coeso, ainda que limitado cronologicamente. Em muitos casos, esses conjuntos documentais encontram-se dispersos, acondicionados em diferentes fundos, sem uma descrição e tratamento arquivístico adequado", detalha. Ela considera que, ao estimular essa integração, o programa Memória do Mundo induz à identificação e descrição técnica dos conjuntos documentais, facilitando o acesso dos pesquisadores e historiadores à documentação e promovendo uma cultura favorável à preservação

FOTOS 1 E 2 ARQUIVO NACIONAL 3 FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL

Juscelino Kubitschek discursando em 1º de maio de 1959, em Brasília: foto integra registros do DIP, cuja documentação foi reconhecida pelo comitê em 2010

do patrimônio documental. Também balizam as decisões do comitê critérios sobre a autenticidade das coleções apresentadas, o fato de serem únicas ou insubstituíveis, a sua raridade e as eventuais ameaças à sua preservação. Cada proponente precisa apresentar um plano de gestão para o acervo que deseja ver reconhecido e garantir que ele estará organizado e acessível ao público. "Ao serem reconhecidos, os acervos ganham capital simbólico e visibilidade, que facilitam o acesso das instituições proponentes a linhas de financiamento para sua preservação e difusão", destaca o historiador Hilário Figueiredo Pereira Filho, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), que em 2018 defendeu tese na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (Unirio) sobre o programa.

Ainda em relação às últimas nomeações, Derenji destaca o manuscrito "Relíquia da Irmandade Devoção de Nossa Senhora da Solidade dos Desvalidos – Actas 1832-1847", que pertence à Sociedade Protectora dos Desvalidos, localizada em Salvador, na Bahia. "Fundada em 1832, a sociedade atuou como a primeira associação civil negra do país. Foi criada para ajudar escravos no processo de busca por liberdade", explica a arquiteta da UFPA, atual presidente do comitê e cuja eleição, em 2018, integrou esforço do programa em diversificar sua área de atuação para além do Sudeste do país. Ela analisa que as atas, que englobam assuntos administrativos, a organização de festas religiosas e as estratégias de auxílio para escravos e negros libertos, como a captação de recursos para a compra da liberdade ou a inserção em atividade que possibilitasse seu sustento, permitem ampliar o escopo de estudos sobre o protagonismo negro no processo de emancipação.

Ao fomentar a colaboração entre instituições públicas e privadas, avalia Knauss, as atividades do comitê também têm contribuído para a promoção de políticas de preservação do patrimônio documental do Brasil. "Ao reconhecer coleções com múltiplos perfis, o programa funciona como espaço de diálogo e colaboração entre os universos dos arquivos, das bibliotecas e dos museus. Além disso, pelas candidaturas que recebe, permite traçar um panorama da situação dos acervos históricos do país", considera. Até a paralisação de suas atividades, o comitê recebia a cada ano, em média, 25 candidaturas – hoje, não se sabe quando será possível reativá-lo. Por fim, Kantor, da USP, recorda que uma parte significativa das coleções documentais e bibliográficas brasileiras ainda não está catalogada e que a continuidade do programa representa um passo fundamental para a construção de uma cultura de guarda, preservação, descrição e acesso público gratuito aos patrimônios documentais e bibliográficos do país. ■

ARQUIVO NACIONAL

Uma voluntária da pátria

Rodrigo Goyena Soares

Jovita Alves Feitosa: Voluntária da pátria, voluntária da morte
José Murilo de Carvalho
Chão Editora
152 páginas
R$ 44,00

Poucos meses antes de completarem-se 150 anos do término da Guerra da Tríplice Aliança contra o Paraguai (1864-1870), José Murilo de Carvalho trouxe a lume uma face menos conhecida do conflito: o lugar das mulheres. A publicação faz parte de iniciativa promissora da Chão Editora de dar voz aos documentos por seleção e recorte de um mediador-pesquisador que recompõe o momento histórico. O resultado, na obra de Carvalho, é a reconstituição da polissemia que caracterizou Jovita Alves Feitosa, uma cearense parda e pobre nascida em 1848, migrada para o Piauí e ainda cedo órfã, que se alistou no Exército com 17 anos, em 1865, e se suicidou pouco depois, em 1867.

O esboço biográfico de Jovita é narrado com larga ênfase no período em que transitou pelos quartéis. É o que autorizam as poucas fontes sobre a personagem. Mediando ofícios, poemas, retratos, interrogatórios e atestados, Carvalho descortina uma sertaneja que, indignada com as crueldades cometidas pelos paraguaios contra brasileiras em Mato Grosso, cortou os cabelos, escondeu os peitos em trajes masculinos e se apresentou à caserna em Teresina. De lá, após a inclusão no 2º Corpo de Voluntários, Jovita cruzou as principais capitais nordestinas e alcançou o Rio de Janeiro, para tornar-se um mito em 37 dias.

Os mais entusiasmados chamaram-na de Joana d'Arc brasileira e organizaram saraus e celebrações teatrais em consideração à jovem cearense. Os mais céticos não vislumbraram senão oportunidade. Movida pelo emprego, pelo pão e pela terra que o governo havia prometido, em janeiro de 1865, a todos os que se alistassem, Jovita, na voz dos conservadores, emergia como presa fácil para a propaganda militar. Buscaram sufocar o mito em constituição, e Jovita foi classificada como prostituta.

Não menos mítica, porque não se realizou, foi sua incorporação às frentes de combate. A principal expectativa dos 37 dias de glória foi frustrada numa canetada do ministro da Guerra, que recusou seu embarque. A partir daqui, desfazendo a ficção em benefício da história, Carvalho revela a materialidade social que, por trás da euforia dos primeiros meses de combate, permeou a rápida posteridade de Jovita. Mulher numa sociedade patriarcal, a quase heroína poderia no máximo, conforme o despacho do Exército, servir aos homens nos campos de batalha. Como enfermeira, no melhor dos casos.

Jovita negou a oferta por considerá-la aquém de suas possibilidades. Retornou a Teresina, onde redescobriu a rejeição do pai e do tio. Restou-lhe procurar amparo no anonimato. Usando os recursos daqueles que pouco antes haviam sido mecenas, Jovita voltou ao Rio em março de 1866. Agora pelo silêncio das fontes primárias, a aura misteriosa da cearense pareceu reabilitar-se. Os jornais noticiaram seu regresso à Corte, mas com partida de Montevidéu. Presumiu-se que se aproximara do teatro de operações para entreter-se com um amante piauiense. Se não isso, fora encontrar o irmão, que combatia o Paraguai. Naquela altura o recrutamento tornou-se cada vez mais forçado, incidindo nas camadas populares, das quais ela e seus próximos inegavelmente faziam parte.

A Jovita da capital tornou-se outra, cedeu lugar a "uma elegante do mundo equívoco". Transformou-se, por profecia ou condição de classe, naquilo que os céticos, antes, quiseram dela. Amargurada e diante de amantes que a buscavam pela mística de voluntária, lamentava não ter disposto de educação para fugir do abismo no qual se encontrava. Teve um fim triste. Apaixonou-se pelo engenheiro galês William Noot, que deixou sem muitos remorsos uma nota em inglês quando voltou à Europa. A voluntária da morte tirou a própria vida. "Só dela e de Deus", disse em nota de despedida, "eram conhecidas" as razões de seu suicídio.

Distinguindo fato e mito, Carvalho cumpre importante papel ao reabilitar, por meio de esboço biográfico, o lugar do gênero na história militar. A guerra contra o Paraguai não foi exceção numa época em que as mulheres tiveram função expressiva nos conflitos armados. Ratifica-o a Guerra da Crimeia (1853-1856) e a Guerra de Secessão (1861-1865), que, com a guerra no Prata, foram guerras totais. Mobilizaram populações inteiras e recursos orçamentários somente recuperados depois de anos ou décadas.

Rodrigo Goyena Soares é historiador e autor de *Conde d'Eu: Diário do comandante em chefe das tropas brasileiras em operação na República do Paraguai* (Paz & Terra, 2017)

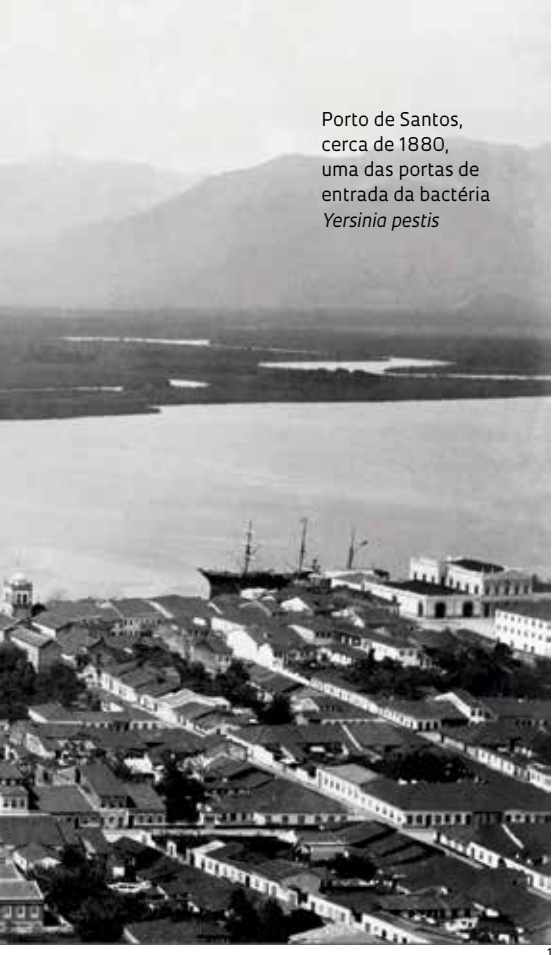
GUERRA À PESTE

Médicos agiram com rapidez contra uma epidemia no Brasil no final do século XIX

Carlos Fioravanti

Centenas de ratos mortos se amontoavam nos armazéns, nos becos e nos telhados das casas da cidade de Santos, litoral paulista, em outubro de 1899. Era o sinal inconfundível da chegada da temida peste bubônica, também conhecida como peste negra, que havia sido a causa da morte de cerca de 50 milhões de pessoas na Europa no século XIV e de mais de 12 milhões na Índia e na China no século XIX. Santos era o porto exportador de café, a principal riqueza paulista da época, e o segundo maior do país, após o do Rio de Janeiro, então a capital federal.

A despeito das resistências, médicos experientes agiram com rapidez para identificar e combater a peste sob a liderança dos paulistas Emílio Ribas (1862-1925), em São Paulo, e Oswaldo Cruz (1872-1917), no Rio de Janeiro. "Os dois tinham grande poder de intervenção, por acumularem capital científico e político", diz a médica e historiadora das doenças Dilene Raimundo do Nascimento, da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) do Rio de Janeiro. "Logo depois de identificarem a doença, eles já



Porto de Santos, cerca de 1880, uma das portas de entrada da bactéria *Yersinia pestis*

1

isolaram os pacientes", acrescenta a historiadora Olga Alves, pesquisadora do Centro de Memória do Instituto Butantan.

A peste chegou primeiro ao Paraguai, em setembro de 1899. Alertado pelas notícias que vinham do país vizinho, o governo brasileiro tratou de importar o soro antipestoso do Instituto Pasteur de Paris e, a seguir, combateu os ratos, transmissores da doença, que chegavam com os navios e se espalhavam pelas cidades portuárias.

O conhecimento sobre a doença foi essencial para planejar as ações que a detivessem. Em 1894, dois bacteriologistas, o suíço Alexandre Yersin (1863-1943), em Hong Kong, e o japonês Kitasato Shibasaburo (1853-1931), no Japão, identificaram a bactéria causadora da doença, que ganhou o nome de *Yersinia pestis*. Em 1895, de volta ao Instituto Pasteur de Paris, Yersin se aliou ao biólogo Léon Charles Albert Calmette (1863-1933) e ao médico Émile Roux (1853-1933) para desenvolver um soro contra a peste, testado em seres humanos três anos depois. Foi também em 1898 que o médico francês Paul-Louis Simond (1858-1947) descobriu que a bactéria chegava às pessoas por meio da picada de pulgas (*Xenopsylla cheopis*) infectadas ao se alimentarem do sangue de ratos. Hoje se sabe que o micróbio se instala e se multiplica nos gânglios linfáticos, que incham, formando os chamados bubões, e às vezes se rompem. Essa doença causa febre alta, dores, vômitos, tosse com sangue e convulsões.

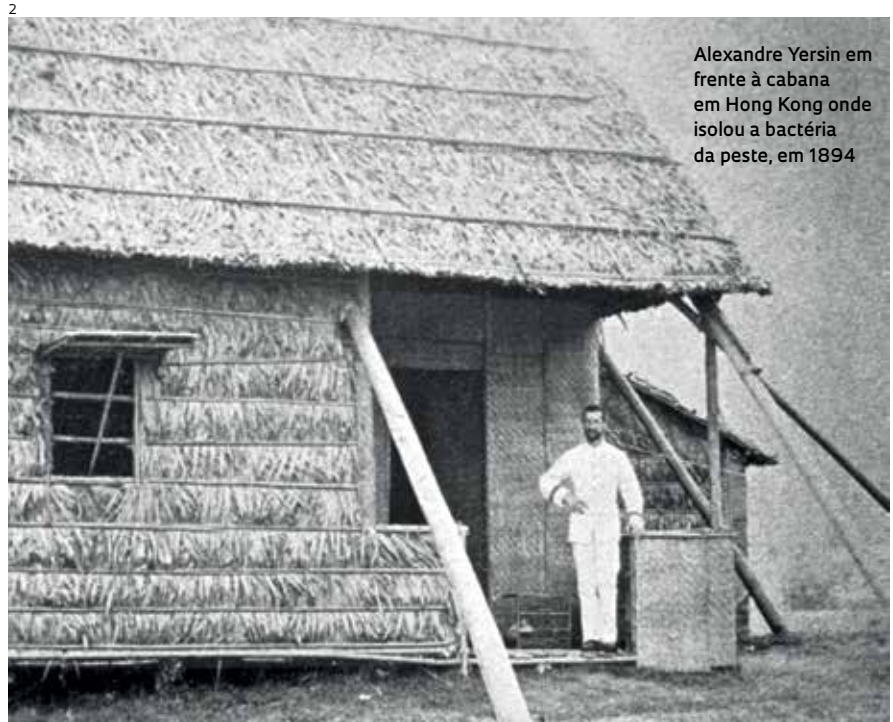
Em agosto de 1899, após as notícias sobre a peste na cidade do Porto, em Portugal, o governo brasileiro determinou que todos os navios vindos de Portugal e da Espanha deveriam se submeter a uma quarentena de 20 dias antes de atracar. Em cartas publicadas no *Jornal do Commercio*, o diretor de Higiene e Assistência Pública do Estado do Rio de Janeiro, o médico fluminense Jorge Alberto Leite Pinto (1865-1934), contestou as medidas. Seu argumento era de que a peste, em vista do que já se sabia sobre ela, poderia ser facilmente tratável. Em um artigo de novembro de 2013 na revista *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Nascimento e o historiador da ciência Matheus Silva, então ligado à Fiocruz, observaram que o médico alegava que a quarentena, ao impedir o desembarque dos navios estrangeiros, poderia causar prejuízos econômicos e elevar o preço dos produtos importados. De acordo com os dois pesquisadores, para Pinto os interesses do comércio deveriam prevalecer, "cabendo ao governo não interferir nem criar prejuízos nas relações comerciais". Os protestos, porém, não tiveram efeito prático. No mês seguinte chegaram notícias da peste no Paraguai.

Como diretor do Serviço Sanitário de São Paulo, Emílio Ribas, ao concluir que o porto de Santos poderia ser uma das entradas da peste, tomou medidas preventivas; de 1896 a 1898 ele tinha coordenado a demolição de cortiços e a limpeza de casas, ruas e terrenos baldios para eliminar os focos de *Aedes aegypti*, o transmissor da febre amarela, outro problema de saúde pública.

O primeiro médico que Ribas enviou para o litoral, em 9 de outubro, foi o mineiro Vital Brazil Mineiro da Campanha (1865-1950). Ele levou um microscópio, meios de cultivo de bactérias, tubos e instrumentos para autopsia, montou um laboratório em um dos quartos do Hospital de Isolamento e se pôs a estudar ratos vivos coletados em lugares onde havia outros já mortos.

Logo depois de chegar a Santos, outro médico da equipe, o carioca Guilherme Álvaro da Silva (1869-1930), soube de um doente que havia morrido dias antes na Santa Casa da cidade com uma infecção severa e inchaço dos gânglios da virilha direita. Silva concluiu que o homem havia morrido de peste – e não de febre amarela, como se diagnosticou inicialmente –, ao encontrar ratos mortos perto da

2



Alexandre Yersin em frente à cabana em Hong Kong onde isolou a bactéria da peste, em 1894

FOTOS 1 MARC FERREZ / ACERVO INSTITUTO MOREIRA SALLES **2** INSTITUTO PASTEUR E ANTOINE DANCHIN / CDC

Vista do prédio central do Instituto Soroterápico Butantan, criado por Vital Brazil

1

2

casa onde morava. Em seu livro de 1919, *A campanha sanitária de Santos – Suas causas e seus efeitos*, Silva relatou que "os ratos eram então abundantíssimos em Santos, vendo-se durante a noite verdadeiros bandos".

Outro médico do Serviço Sanitário, o também carioca Adolfo Lutz (1855-1940), chegou no dia 14 de outubro, quando começaram a aparecer os casos suspeitos, os doentes – e as mortes. Em um relatório publicado inicialmente na *Revista Médica de São Paulo* em fevereiro de 1899, Vital Brazil descreve a evolução da doença, os experimentos em animais e o comportamento da bactéria: "O cocco-bacillo parece não gozar de mobilidade. Agglutina-se sob a influencia de serum antipestoso", anotou. Os exames e as autópsias, acompanhadas pessoalmente por Ribas, que também foi para lá, confirmaram que a peste bubônica havia chegado. Quatro dias depois saiu o comunicado oficial e começou a caça aos ratos em casas, cocheiras e armazéns do porto.

Os moradores de Santos protestaram, diante da perspectiva de prejuízos decorrentes do provável fechamento do porto. Requisitado, o cirurgião fluminense Eduardo Chapot-Prévost, professor da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, foi a Santos, examinou os pacientes e confirmou a conclusão da equipe de médicos instalada na cidade. Mas não foi o bastante para acalmar os santistas.

A convite dos vereadores de Santos, que procuravam uma opinião contrária, no dia 22 de outubro chegou Oswaldo Cruz, que havia passado três anos no Instituto Pasteur de Paris. Cinco dias depois, em um telegrama ao governo federal, ele informou que havia isolado "a mesma forma bacteriana que do homem" nos animais doentes e nos mortos, fechando o diagnóstico, de acordo com os pressupostos estabelecidos pelo químico Louis Pasteur (1822-1895). "Os critérios clínico, epidemiológico e bacteriológico permitem afirmar categoricamente ser a peste bubônica a moléstia reinante", ele concluiu. "Aquele foi um momento importante, de consolidação da bacteriologia e da pesquisa científica", observa Nascimento.

Cruz também teve de cuidar de Vital Brazil, que adoeceu com a peste e se recuperou com soro antipestoso importado. "Não compreendemos ainda hoje porque não fomos vitimados pela doença, que na véspera havia prostrado o dr. Vital Brazil, no Isolamento, onde trabalhava", anotou Silva em seu livro de 1919, ao relatar uma visita a uma casa onde quatro pessoas haviam morrido de peste. Ele e sua equipe encontraram "mais de 40 ratões mortos espalhados pelo solo, muitos já em decomposição" no armazém da casa e foram picados por pulgas que infectavam os roedores, embora não tenham adoecido.

Até o final de dezembro de 1899, 35 pessoas com peste foram tratadas no Hospital de Isolamento, das quais 15 morreram, um resultado bem abaixo das taxas históricas da letalidade da peste, que matava quase todos em quem se abrigava. Mesmo assim, os comerciantes de Santos ainda contestavam os médicos. Em busca de outras opiniões, Lutz mandou amostras de material dos gânglios dos doentes para especialistas de Paris, Londres e Hamburgo; todos atestaram a peste.

A cidade de São Paulo registrou o primeiro caso de peste no início de novembro daquele ano, motivando a procura e o isolamento de pessoas infectadas pelas equipes de saúde e o combate aos ratos, com várias estratégias: limpeza de esgotos, armazéns e casas pelos funcionários do Serviço Sanitário, distribuição de folheto intitulado *Peste, matança dos ratos*, com versões em português, italiano, alemão, inglês e francês, e uma campanha para a própria população caçar ratos, que o governo comprava.

O Desinfectório Central, órgão do Serviço Sanitário, comprou dos moradores e incinerou cerca de 14 mil ratos apenas em novembro de 1899. Houve, porém, algumas distorções. "Muitas pessoas, nos meses seguintes, passaram a caçar roedores, fazendo disso um meio de sobrevivência", comenta a arquivista Maria Talib Assad, do Museu de Saúde Pública Emílio Ribas, instalado no prédio onde funcionava esse órgão do Serviço Sanitário no começo

3

4

Construção do Castelo de Manguinhos, obra de Oswaldo Cruz (*acima, em uma caricatura publicada em Paris em 1911 na revista* Chanteclair)

do século XX. O efeito indesejado levou à suspensão da medida.

"Durante o surto em Santos, Emílio Ribas começou a pensar na continuidade da peste e na necessidade de produzir o soro antipestoso no Brasil, do qual só se podia importar em quantidades pequenas, por causa da grande procura por outros países", comenta Alves. As negociações com o governo paulista levaram à criação do Instituto Soroterápico do Estado de São Paulo, renomeado em 1918 para Instituto Soroterápico do Butantan e novamente em 1925, quando ganhou a atual designação de Instituto Butantan. Dirigido por Vital Brazil, produziu soro antipestoso e depois se especializou em soros contra picadas de cobras, comuns no interior paulista, e em vacinas.

Vinda provavelmente de Santos, a peste emergiu na cidade do Rio em janeiro de 1900 e seguiu para São Luís, no Maranhão, e Recife, em Pernambuco. Por sua vez, Oswaldo Cruz aproveitou a oportunidade para criar o Instituto de Manguinhos, hoje Fiocruz, também para produzir soro contra a peste, que se tornou um dos principais centros nacionais de produção de vacinas. Mesmo assim, cerca de 300 pessoas morreram por causa da peste em 1900 na capital federal; o total de mortos foi 199 em 1901, 215 em 1902, 360 em 1903 e 274 em 1904.

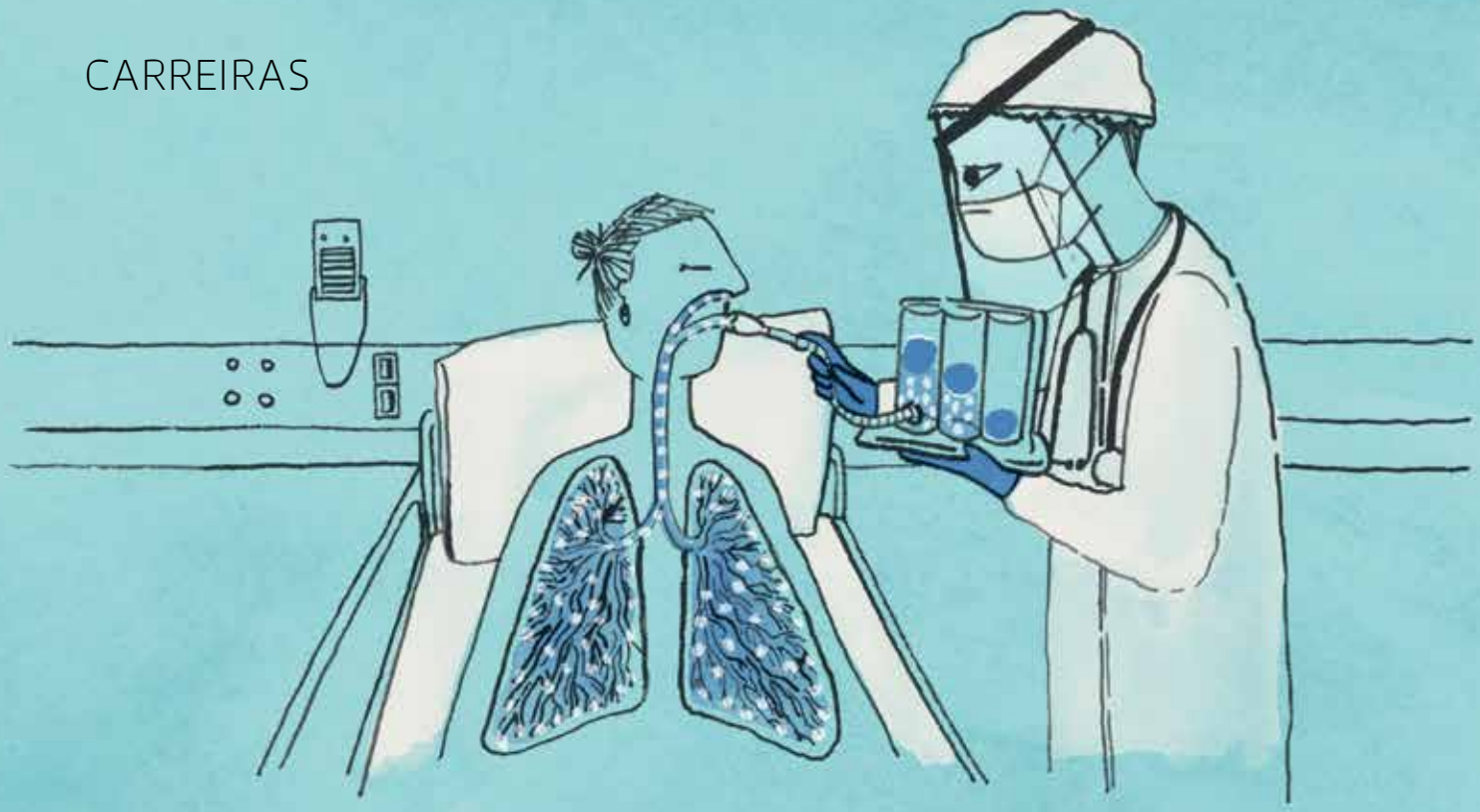
Em 1903, o presidente Francisco de Paula Rodrigues Alves (1848-1919), interessado em modernizar a cidade do Rio, colocou Cruz à frente da Diretoria Geral de Saúde Pública (DGSP). "Oswaldo Cruz recebeu carta branca para acabar com as três principais doenças epidêmicas da época, varíola, peste bubônica e febre amarela", comenta Nascimento. "A vacinação e a eliminação dos focos de ratos e de mosquitos interessavam a Rodrigues Alves, que planejava uma reforma urbana para transformar o Rio em uma cidade linda como Paris. Os interesses políticos e sanitários convergiram."

A população se revoltou outra vez, naquela ocasião, contra a vacinação obrigatória no combate à varíola. Os protestos expressavam também o medo de que a vacina pudesse deixar as pessoas com feições de boi, já que era feita com material colhido de vacas doentes, ou transmitir sífilis, como descrito pelo historiador carioca Sidney Chalhoub, da Universidade Harvard, Estados Unidos, no livro *Cidade febril* (Companhia das Letras, 2017).

A companha contra a peste bubônica seguiu quase sem contestação, porque a população já sabia que a doença era transmitida por pulgas e ratos. Já havia vacinação e o combate aos ratos foi intenso. A DGSP também aderiu à compra de ratos trazidos pelos moradores. "Apesar das distorções, foi uma prática sanitária eficiente", diz Nascimento.

Atualmente tratada com antibióticos, que reduz o risco de morte a 10%, a peste ainda causa cerca de 650 casos e 120 mortes por ano no mundo, principalmente na África, e é vista como um perigo potencial em regiões de condições sanitárias precárias. No Brasil, o último caso registrado foi em 2005. Os Estados Unidos relataram 11 casos em 2015, com três mortes. Em 2020, a peste bubônica reemergiu na Mongólia, com 15 pessoas infectadas e uma morte. ■

FOTOS **1** ACERVO INSTITUTO BUTANTAN / CENTRO DE MEMÓRIA **2** RODOLPHO FISHER / ACERVO INSTITUTO BUTANTAN / CENTRO DE MEMÓRIA
3 ACERVO CASA DE OSWALDO CRUZ **4** DON BOUQUET / ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA DA FRANÇA



Trabalho de fôlego

Formação em fisioterapia respiratória estende-se além da graduação e amplia oportunidades de atuação em ambiente hospitalar

Com a missão de tratar e prevenir complicações de doenças relacionadas ao sistema respiratório, fisioterapeutas têm se revelado profissionais imprescindíveis, sobretudo no ambiente hospitalar, desde que começaram a ser registrados os primeiros casos de Covid-19. O fato de o novo coronavírus muitas vezes causar danos graves aos pulmões evidenciou também a necessidade de formação específica nessa área que, no Brasil, conta com aproximadamente 3 mil profissionais, incluindo as especialidades respiratória, cardiovascular e de terapia intensiva.

"Mesmo sendo um número razoável em condições normais, houve falta de fisioterapeutas respiratórios durante a pandemia, o que comprova a necessidade de que novos profissionais sejam formados todos os anos", explica Elineth da Conceição Braga Valente, fisioterapeuta e integrante do Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (Coffito). A formação na área, informa ela,tem início durante a graduação, com disciplinas relacionadas às funções e disfunções do pulmão, bem como o tratamento de sequelas provocadas por doenças respiratórias e prevenção de complicações futuras. A fisioterapia respiratória constitui cadeira obrigatória. Os profissionais podem complementar seus estudos nesse campo com cursos de capacitação, especialização e residência multiprofissional na área da saúde.

Assim como na formação em medicina, a residência multiprofissional caracteriza-se pelo treinamento em serviço, com tempo médio de dois a três anos, sob orientação de profissionais experientes em atividades práticas e teóricas. "Além dessas possibilidades, é importante que o profissional entenda que a formação deve ser continuada, ou seja, sempre haverá necessidade de atualização para acompanhar as evoluções do setor", pondera Valente. No Brasil, desde 2010 é obrigatória a presença de pelo menos um fisioterapeuta para cada 10 leitos de Unidade de Terapia Intensiva (UTI) durante pelo menos 18 horas por dia, de acordo com resolução publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) em conjunto com o Ministério da Saúde. Projeto de lei que tramita atualmente no Congresso Nacional pretende ampliar para tempo integral a permanência do fisioterapeuta.

Baseada em formação superior de caráter generalista, voltada para a atuação em áreas como neurofuncional, oncológica e traumato-ortopédica, a fisioterapia envolve o estudo, a prevenção e o tratamento de distúrbios que podem acometer os distintos órgãos do corpo humano por razões genéticas, traumas ou doenças adquiridas. A especialidade em torno do sistema respiratório surgiu na década de 1970 nos Estados Unidos, quando, em ambiente hospitalar, profissionais dedicados à recuperação da função motora dos pacientes perceberam que os exercícios melhoravam também suas funções respiratórias. No Brasil, ganhou força a partir da década de 1980.

"Os fisioterapeutas passaram, então, a executar exercícios de atuação direta nos pulmões, principalmente em casos de doenças obstrutivas como bronquite e enfisema", conta Valente. Entre os procedimentos mais comuns estão exercícios respiratórios, tosse assistida e drenagem postural, que auxiliam a liberação de secreção dos pulmões a partir de posições específicas.

ATENDIMENTO HOSPITALAR

Desde 2002 o Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (HU-USP) mantém um curso de especialização em fisioterapia respiratória realizado em parceria com o Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da USP (FM-USP). Com carga de 1.440 horas, equivalente a um ano de formação, o curso pode ser realizado por alunos do último ano da graduação em fisioterapia e por fisioterapeutas já formados.

"O programa amplia as oportunidades para quem quer atuar na área hospitalar, campo que tem atraído muitos profissionais nos últimos anos", explica Francisco Garcia Soriano, vice-coordenador do curso. Correspondente a uma pós-graduação *lato sensu*, a formação é composta por aulas teóricas e práticas, incluindo estágio em UTI de adultos, pediátrica e neonatal, além de enfermaria e programa de atendimento domiciliar. Dentre as disciplinas estão fisiologia e fisiopatologia pulmonar, radiologia, equipamentos fisioterapêuticos hospitalares e domiciliares, fisioterapia no pós-operatório e ventilação mecânica invasiva. "Como a UTI reúne pacientes em estado crítico, que necessitam de cuidados criteriosos, é importante que o fisioterapeuta vivencie experiências sobre manuseio de equipamentos e acompanhamento de pessoas que recuperaram a capacidade de respirar", avalia Soriano. Profissionais também podem optar pelas especializações em terapia intensiva, que, além de disciplinas sobre o trato respiratório, incluem temas de fisioterapia neurológica e cardiovascular.

Dentre as atribuições do profissional de fisioterapia respiratória está a utilização de aparelhos complexos, como os ventiladores mecânicos utilizados em pacientes sedados, em processo conhecido como intubação orotraqueal. "Nesse caso, o fisioterapeuta divide com o médico a responsabilidade pelo paciente", observa Adriana Claudia Lunardi, professora do programa de Pós-graduação da Universidade Cidade de São Paulo (Unicid) e supervisora de estágio no curso de fisioterapia da USP nas áreas de fisioterapia de pacientes hospitalizados e exercícios respiratórios.

Como complemento às técnicas específicas para tratar problemas crônicos, a fisioterapia respiratória também faz uso de aparelhos para condicionamento físico, como esteiras e bicicletas ergométricas, e outros equipamentos mais simples, como halteres e faixas elásticas. "Além dos pacientes recém-saídos da UTI, que precisam retomar a atividade física para reforçar a musculatura do corpo e recuperar a capacidade respiratória, o uso desses equipamentos é importante no tratamento de doenças crônicas como enfisema pulmonar, asma e câncer", completa Lunardi.

Estudos realizados no campo da fisioterapia respiratória, como o conduzido por Clarice Tanaka, Bruna Rotta e equipe, têm demonstrado que a atuação desse profissional em tempo integral nas UTIs pode reduzir em até 40% a permanência hospitalar, além de diminuir consideravelmente os custos e as intercorrências que podem resultar do período acamado. "A fraqueza muscular extrema é um dos efeitos da internação nas UTIs que pode comprometer a capacidade funcional e a respiração espontânea do paciente", afirma Pedro Dal Lago, do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). Durante o processo de retirada gradual do ventilador mecânico – denominado desmame –, o fisioterapeuta precisa avaliar a musculatura respiratória do paciente e elaborar um programa de exercícios específicos para recuperação da capacidade de respirar.

Além da maior demanda decorrente da fase de pandemia, a procura por fisioterapeutas respiratórios tende a crescer com o aumento da expectativa de vida dos brasileiros e as complicações decorrentes da poluição dos grandes centros urbanos. "Com o envelhecimento da população, também são mais frequentes as doenças que acometem os sistemas cardiovascular e respiratório, sendo a fisioterapia respiratória um importante recurso para a melhora da qualidade de vida das pessoas", finaliza Dal Lago. ■ **Sidnei Santos de Oliveira**

ILUSTRAÇÕES SANDRA JÁVERA

Áreas de atuação

PEDIÁTRICA
Cuidados de doenças comuns em crianças, como pneumonia e bronquiolite

AMBULATORIAL
Tratamento e alívio de doenças crônicas, como asma e enfisema pulmonar

HOSPITALAR
Praticada em leitos das enfermarias, emergência e de UTIs como forma de prevenir o aparecimento de doenças respiratórias e melhorar a função pulmonar

DOMICILIAR
Recuperação pós-internação e tratamento de distúrbios respiratórios

Norberto Peporine Lopes é o primeiro brasileiro a ganhar o Prêmio Jeremy Knowles

ARQUIVO PESSOAL

PERFIL

A química do meio ambiente

Pesquisador paulista vence prêmio internacional por estudos sobre interações ecológicas

Com uma carreira voltada à pesquisa da química de produtos naturais, Norberto Peporine Lopes ficou surpreso ao receber, em junho, a notícia de que é o vencedor deste ano do Prêmio Jeremy Knowles, concedido pela Royal Society of Chemistry (RSC). A organização, que tem sede em Londres, na Inglaterra, apoia o desenvolvimento das ciências químicas em âmbito mundial e reconhece anualmente cientistas que se destacam em estudos na área. "A indicação foi realizada por dois cientistas ingleses. Só descobri que estava concorrendo quando recebi um e-mail da instituição informando que fui contemplado", comemora.

Primeiro brasileiro a ganhar a honraria, o pesquisador paulista é coordenador do Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais e Sintéticos e da Central de Espectrometria de Massas de Micromoléculas Orgânicas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (FCFRP-USP). A entrega do prêmio está prevista para o início de 2021.

A paixão pela química vem desde a infância, quando Lopes acompanhava expedições de coleta que seu pai e um tio, ambos pesquisadores da fitoquímica, área voltada ao estudo de substâncias químicas produzidas por vegetais, realizavam em áreas de Cerrado e campos rupestres nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Após cursar a graduação em farmácia industrial na FCFRP-USP, concluída em 1989 com estágio na Universidade de Tübingen, Alemanha, Lopes desenvolveu seu mestrado pesquisando reguladores de crescimento em plântulas *in vitro*.

Foi durante o doutorado, no Instituto de Química da USP (IQ-USP), que o pesquisador passou a se interessar mais pela ecologia química. "Nesse período, fiz várias expedições para estudar a atividade biológica de plantas da floresta amazônica, inclusive suas aplicações por populações indígenas", conta. No Departamento de Química da Universidade de Cambridge, Inglaterra, ficou um ano se aperfeiçoando na técnica de espectrometria de massas em produtos naturais, mais especificamente no campo de química em fase gasosa.

Utilizada para definir a massa de uma substância química, a técnica criada em 1897 pelo físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940) permite, entre outras aplicações, identificar os componentes de determinada estrutura química e analisar misturas complexas. "Durante a análise com um espectrômetro, é como se essa estrutura fosse dividida em várias peças, como as de um quebra-cabeça. São essas peças que usamos para montar uma proposta estrutural e descrever a substância", explica.

Foi utilizando a técnica que em 2013 Lopes descobriu, em projeto desenvolvido em parceria com a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP), uma substância tóxica da carambola, que pode levar à morte pessoas com problemas renais. "Foram cerca de 10 anos de pesquisa até descobrirmos esse aminoácido presente na fruta, que normalmente é eliminado pelo organismo, mas que pode trazer graves complicações a pessoas com problemas nos rins, causando soluços constantes, confusão mental e convulsões ao chegar ao sistema nervoso", explica.

Lopes também integra a equipe de pesquisadores da USP que anunciou, em maio deste ano, a descoberta de que o fumarato de tenofovir, princípio ativo do medicamento antiviral tenofovir, produzido no Brasil, é capaz de inibir *in vitro* a replicação do vírus Sars-CoV-2, causador da Covid-19. As conclusões foram divulgadas em artigo no *Journal of the Brazilian Chemical Society*, publicado pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). "O próximo passo será fazer o protocolo clínico em humanos de modo a testar sua eficácia", conclui. ■ **S. S. O.**

PODCAST PESQUISA BRASIL EM MAIS PLATAFORMAS

Ficou mais fácil ouvir o programa de rádio da revista Pesquisa Fapesp.
Você também pode assinar, baixar e ouvir nos seguintes aplicativos:

Apple podcasts | Deezer | Google podcasts | Spotify

ILUSTRAÇÃO FREEPIK.COM

Rádio USP FM — São Paulo e Ribeirão Preto
Sexta-feira às 13h

Reapresentação
Sábado, às 18h, quinta-feira, às 2h

Web Rádio Unicamp (rtv.unicamp.br)
Segunda-feira, 13h

revistapesquisa.fapesp.br/podcasts

Pesquisa BRASIL (uspfm)

os impasses presentes