

# Pesquisa

FAPESP

SETEMBRO DE 2019 | ANO 20, N. 283

## Trânsito de cérebros

**Brasil envia para o exterior um número baixo de pesquisadores; faltam estratégias para aproveitar a rede de talentos emigrados**

IPCC destaca a importância do uso do solo nas mudanças climáticas

Arquivos privados de Celso Furtado e Joaquim Nabuco serão abertos à pesquisa

Alertas do Inpe orientaram fiscalização e ajudaram a deter desmatamento

A física Márcia Barbosa combate a discriminação das mulheres na ciência

Nova terapia diminui taxa de mortalidade por febre amarela em São Paulo

ROBÔ PARA REABILITAÇÃO

TOC

# CIÊNCIA PARA TODOS

COMBATE À DENGUE

DEPRESSÃO EM IDOSOS

**VIVEMOS CERCADOS DE  
EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS!**

ASSISTA À NOVA SÉRIE, QUE CONECTA O UNIVERSO DA  
PESQUISA AO DIA A DIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

**CIÊNCIA PARA TODOS**  
SEGUNDAS, ÀS 20H30, NO FUTURA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

REALIZAÇÃO

**FAPESP**  
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA  
DO ESTADO DE SÃO PAULO

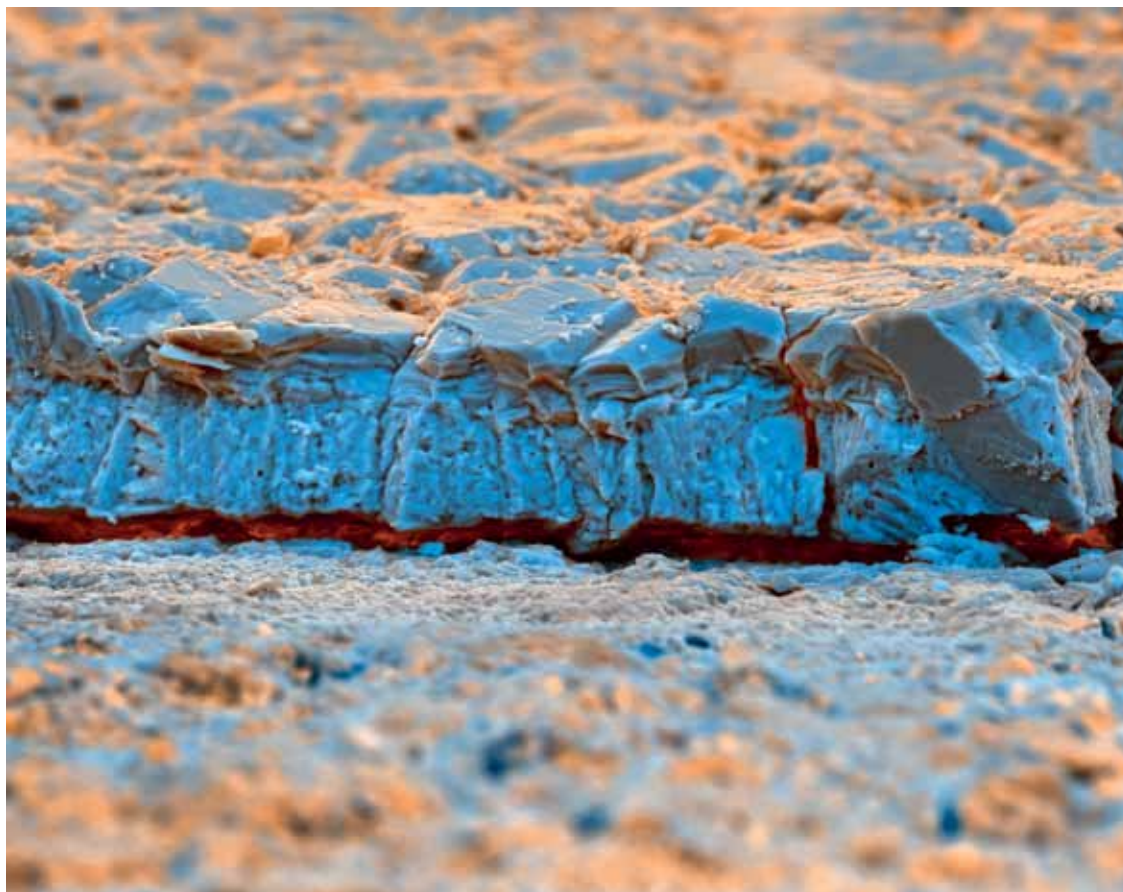
**FM**  
FUNDAÇÃO  
ROBERTO MARINHO

futura

L

Livre para todos os públicos

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



## *Um ovo, uma paisagem*

Há 80 milhões de anos, um ovo de tartaruga (que aparece azulado na imagem de microscopia eletrônica de varredura) ficou enterrado em argila (ocre). A análise da microestrutura dos fragmentos feita pelo grupo do paleontólogo Sérgio Alex Azevedo, do Museu Nacional do Rio de Janeiro, permitiu a identificação do fóssil.

*Imagem enviada por Francisco Rangel, técnico em microscopia eletrônica do Instituto Nacional de Tecnologia*



## TECNOLOGIA

**66** Políticas de controle de poluentes impulsionam produção de ônibus elétrico

**70** Empresa brasileira desenvolve câmera espacial de alta resolução

**74** Cresce o uso de drones na aplicação de pesticidas

## CAPA

**18** Brasil tem um número modesto de cientistas no exterior e pouco aproveita a experiência deles

Ilustração de capa  
BRUNO ALGARVE

## ENTREVISTA

**26** **Márcia Barbosa**  
Física estudiosa da água luta contra discriminação das mulheres na ciência



## POLÍTICA C&T

**32** Dados do Inpe orientaram ações de fiscais no combate ao desmatamento

**36** Autonomia estimulou a inovação nas universidades estaduais paulistas

**40** Relatório destaca investimentos da FAPESP em 2018

**44** Ecólogo austríaco Klement Tockner fala dos benefícios da ciência básica para a indústria

## CIÊNCIA

**46** Troca de plasma reduz mortalidade da febre amarela a 5%

**52** Aumenta o número de casos de hanseníase

**54** DNA elucida origem de 15% dos casos de déficit de crescimento sem causa conhecida

**56** Atividades primárias respondem por 23% das emissões de gases de efeito estufa

**60** Bactérias conservam fósseis de animais e plantas no Crato

**63** Grupo observa mudanças em tempo real na geometria de moléculas

## HUMANIDADES

**78** Acervos de Celso Furtado e Joaquim Nabuco prometem novidades

**84** Mecanismos que agilizam a solução de conflitos ainda são pouco conhecidos

**88** Encontrada cópia de curta-metragem de Nelson Pereira dos Santos

Leia no site todos os textos da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

**VÍDEO** [YOUTUBE.COM/USER/PESQUISAFAPESP](https://www.youtube.com/user/pesquisafapesp)



**▶ Sons permitem caracterizar ecossistemas**

Informações acústicas traçam um retrato de ambientes

[bit.ly/fbVPaisagemSonora](https://bit.ly/fbVPaisagemSonora)



**▶ A poluição plástica, em números e imagens**

Estima-se que 8,9 bilhões de toneladas foram produzidas desde os anos 1950

[bit.ly/twVPlasticoPoluicao](https://bit.ly/twVPlasticoPoluicao)

**PODCAST** [BIT.LY/PESQUISABR](https://bit.ly/pesquisabr)

**ESPECIAL – Um dilema ambiental**

Especialistas discutem como enfrentar os problemas criados pelo plástico

[bit.ly/twPBR16ago19](https://bit.ly/twPBR16ago19)

**Galeria de imagens**

Fotografias de Léo Ramos Chaves registram o volume de material usado e descartado

[bit.ly/igGPlasticos](https://bit.ly/igGPlasticos)



**SETEMBRO 283**



p. 88

**SEÇÕES**

**3** FOTOLAB

**6** COMENTÁRIOS

**7** CARTA DA EDITORA

**8** BOAS PRÁTICAS  
Parlamento sueco cria agência para investigar casos de má conduta

**11** DADOS  
Colaboração científica entre São Paulo e outras unidades da federação

**12** NOTAS

**90** MEMÓRIA  
Nos 100 anos do nascimento de Crodowaldo Pavan, insetos ainda instigam pesquisa

**94** RESENHA  
*Hannah Arendt: Pensamento, persuasão e poder*, de Celso Lafer.  
Por Adriano Correia

**95** CARREIRAS  
Empreender requer preparo emocional para lidar com adversidades




Conteúdo a que a mensagem se refere:


- Revista impressa
- Reportagem on-line
- Galeria de imagens
- Vídeo
- Rádio


## CONTATOS


revistapesquisa.fapesp.br


redacao@fapesp.br

 PesquisaFapesp

 PesquisaFapesp

 pesquisa\_fapesp

 Pesquisa Fapesp

 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](mailto:assinaturaspesquisa@fapesp.br) ou ligue para (11) 3087-4237, de segunda a sexta, das 9h às 19h

### Para anunciar

Contate: Paula Iliadis  
Por e-mail: [publicidade@fapesp.br](mailto:publicidade@fapesp.br)  
Por telefone: (11) 3087-4212

### Edições anteriores


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

### Licenciamento de conteúdo

Adquira os direitos de reprodução de textos e imagens de *Pesquisa FAPESP*.  
Por e-mail: [mpiliadis@fapesp.br](mailto:mpiliadis@fapesp.br)  
Por telefone: (11) 3087-4212


# COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

## Paola Minoprio

 Há quase 25 anos, era eu uma mestranda no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP) e tive o prazer de conhecer Paola Minoprio (“Uma nova frente contra doenças emergentes”, edição 282). Os pesquisadores do laboratório tinham trabalhos em conjunto com ela. Meu sonho era ir para o Instituto Pasteur de Paris e trabalhar com pesquisas básicas ou aplicadas em doenças tropicais. Nos anos em que estive no laboratório do ICB II ouvia falar sobre ela e quando a vi pessoalmente pensei como gostaria de ter tido uma carreira semelhante. A vida infelizmente nos leva a caminhos bem diferentes dos nossos sonhos, mas hoje, lendo a reportagem de *Pesquisa FAPESP*, fiquei muito orgulhosa de um dia ter sonhado em ser alguém como ela.


Isabela Garcia Isa

## Febre amarela

 Belo trabalho do infectologista Esper Kallas (“Contra-ataque à febre amarela”, on-line).


Renato A. Mortara

## Poluição

 O consumo em geral é desenfreado e o plástico é um entre tantos itens poluentes (“Planeta plástico”, edição 281). Nossa sociedade e economia estão orientadas para o consumo desenfreado. Se pararmos, entramos em colapso; se continuarmos, a natureza entra em colapso e nós junto com ela.


Amanda Saito Coutinho

## Museu do Ipiranga


 Uma pena a reforma do museu ter demorado tanto para começar, mas antes tarde do que nunca (“Vida nova para o Museu do Ipiranga”, edição 281). Tenho saudades de visitá-lo.

Murilo Pentead Del Grande


## Vídeos

 Bacana o vídeo “Poluição plástica em números e imagens!”. Só precisamos nos acostumar a trocar a palavra lixo por resíduos, já que estes podem ser reaproveitados, reutilizados ou reciclados, o que ajuda na diminuição dos impactos ambientais.


Mayra Ceccheti

 Impressionante o vídeo sobre o Sirius. Sou arquiteto e só o núcleo de 500 metros de concreto de circunferência sem junta de dilatação da obra já me impressionou.

André Luís dos Santos

 Seria bacana vender moldes de fósseis on-line (“Dinossauros devem ter surgido no Sul do Brasil”). Seria uma excelente ferramenta de divulgação científica.

Phillip Schuster

 O podcast veio para ficar (“Podcasts ajudam a divulgar a ciência no Brasil”). Prático, leve, bem adaptado à correria da maioria de nós. É um meio acessível de aquisição de conhecimento. Ouço todos os citados no vídeo.

Iara Grisi

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

## A mais lida em agosto no Facebook

SAÚDE PÚBLICA

**Redução das taxas de homicídio no país passa pela restrição do acesso a armas de fogo, indicam novos estudos**

<http://bit.ly/fb281DesArmas>

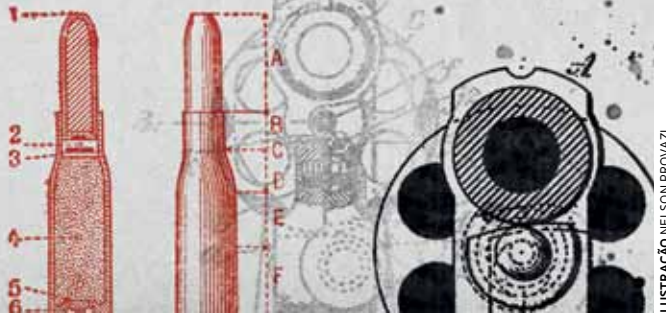






ILUSTRAÇÃO NELSON PROVAVI

 53.719 pessoas alcançadas  677 reações  72 comentários  369 compartilhamentos

MARCO ANTONIO ZAGO  
PRESIDENTE

EDUARDO MOACYR KRIEGER  
VICE-PRESIDENTE

**CONSELHO SUPERIOR**

CARMINO ANTONIO DE SOUZA, EDUARDO MOACYR KRIEGER, IGNACIO MARIA POVEDA VELASCO, JOÃO FERNANDO GOMES DE OLIVEIRA, JOSÉ DE SOUZA MARTINS, LIEDI LEGI BARIANI BERNUCCI, MARCO ANTONIO ZAGO, MARILZA VIEIRA CUNHA RUDGE, PEDRO LUIZ BARREIROS PASSOS, PEDRO WONGTSCHOWSKI, RONALDO ALOISE PILLI E VANDERLAN DA SILVA BOLZANI

**CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO**

CARLOS AMÉRICO PACHECO  
DIRETOR-PRESIDENTE

CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ  
DIRETOR CIENTÍFICO

FERNANDO MENEZES DE ALMEIDA  
DIRETOR ADMINISTRATIVO

**Pesquisa**  
ISSN 1519-8774 FAPESP

**CONSELHO EDITORIAL**

Carlos Henrique de Brito Cruz (Presidente), Caio Túlio Costa, Eugênio Buccì, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Herminia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Mauricio 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, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Hernan Chaimovich, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Anghes, Luiz Nunes de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, 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 & T), Glenda Mezarobba (Humanidades), Marcos Pivetta (Ciência), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (Editores especiais), Maria Guimaraes (Site), Yuri Vasconcelos (Editores-assistentes)

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

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

**ARTE** Mayumi Okuyama (Editora), Alexandre Affonso (Editor de infografia), Felipe Braz (Designer digital), Júlia Cherem Rodrigues e Maria Cecilia Felli (Assistentes)

**FOTÓGRAFO** Léo Ramos Chaves

**BANCO DE IMAGENS** Valter Rodrigues

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

**REVISÃO** Alexandre Oliveira e Margô Negro

**COLABORADORES** Ana Matsuzaki, Adriano Correia, Arthur Vergani, Bruno Algarve, Bruno de Pierro, Claudia Warrak, Domingos Zapparoli, Elisa Carareto, Frances Jones, Márcio Ferrari, Rafael Garcia, Sidnei Santos de Oliveira

**REVISÃO TÉCNICA** Celso Otomo, Gláucia Mendes Souza, Hernan Chaimovich, José Roberto de França Arruda, Horacio Forjaz, Maria Rita Passos-Bueno, Renato Pedrosa, Ricardo Hirata, Walter Colli

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

**TIRAGEM** 28.040 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

# Cérebros em movimento

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

**E**m 1963, um relatório da Royal Society, a academia de ciências do Reino Unido, sobre a emigração de cientistas desencadeou o que viria a ser conhecido como debate sobre a fuga de cérebros. A origem do termo é atribuída ao então ministro da Ciência, lord Hailsham, que acusou os Estados Unidos de “parasitar cérebros britânicos”.

Meio século depois, a mobilidade internacional de “cérebros” segue em pauta, sendo objeto de estudos e relatórios. Inicialmente restrito a pessoas com formação em ciência e tecnologia, o termo hoje abrange a mudança de país de pessoas com alto grau de educação formal ou treinamento profissional, atraídas por melhores condições de trabalho, vida e remuneração. A diáspora científica, como é hoje chamada na literatura acadêmica, é o objeto da reportagem de capa desta edição (página 18).

Dados da OCDE sobre deslocamento de pesquisadores ao longo dos anos de 2006 a 2016 mostram que o maior fluxo continua sendo o que motivou o relatório de 1963, entre Reino Unido e Estados Unidos, embora os números mostrem que ele ocorre equilibradamente em ambos os sentidos. O Brasil, historicamente, apresenta um baixo grau de mobilidade de seus cientistas – estudo do sociólogo Simon Schwartzman nos anos 1970 apontava a tendência ao isolamento, com poucas pessoas saindo para estudar ou trabalhar, das quais muitas voltavam.

A baixa mobilidade pode ser entendida, em parte, pelas condições favoráveis oferecidas pelo sistema nacional de ciência e tecnologia construído nos últimos 60 anos, com incentivos suficientes para compensar oscilações temporárias. O presidente da Academia Brasileira de Ciências, Luiz Davidovich, lembra que a competição no exterior é grande. Ao mesmo tempo, Da-

vidovich vê uma movimentação atípica em termos de pesquisadores procurando oportunidades fora.

Inicialmente compreendida apenas como algo negativo para o país de origem, pesquisas mostraram que a movimentação internacional de pesquisadores tem, também, efeitos positivos. Quando os emigrados são mobilizados e engajados pelos seus países, oferecem contribuição importante na criação de redes transnacionais de cooperação científica e na agenda local de desenvolvimento, como mostram experiências em países como Índia, China e Coreia do Sul. O conhecimento acumulado sobre o tema sugere que se a emigração for para vivenciar outra realidade profissional – e não por falta de opção – e o país de origem souber aproveitar a oportunidade, há ganhos nacionais e individuais.

Estudante de economia e estudos de desenvolvimento internacional na Universidade de Notre Dame, EUA, Laura Henares enfrentou dificuldades ao procurar estágio em empresas norte-americanas. Em 2018, criou a plataforma Business in Brazil com o objetivo de conectar estudantes de diversas nacionalidades da sua instituição a vagas em empresas, instituições de pesquisa, ONGs e agências públicas no Brasil (página 98). No outro extremo da carreira, o engenheiro Gilberto Câmara, especialista em geoprocessamento e ex-diretor-geral do Inpe, mudou-se para a Suíça em 2018 para dirigir o Grupo de Observações da Terra, órgão que reúne mais de 100 países, conectando e planejando sistemas de observação ambiental. Câmara foi responsável no Inpe pelo desenvolvimento do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), que emite, desde 2004, alertas diários sobre trechos da floresta que estão perdendo sua cobertura vegetal (página 40).

# BOAS PRÁTICAS

An illustration of a stylized landscape. A thick, dark brown line winds across the scene, resembling a path or a ribbon. Below it, there are rolling hills in shades of light blue and white. In the center-right, there is a cluster of small, orange-brown buildings with simple windows and doors, interspersed with small green trees. The overall style is minimalist and graphic.

## Universidades suecas em crise de confiança

Parlamento cria agência para centralizar investigações sobre má conduta científica

Uma agência federal encarregada de investigar casos de fraude, plágio e manipulação de dados na Suécia deve começar a funcionar em janeiro de 2020. O Parlamento do país aprovou em junho a legislação que cria o novo órgão, batizado de Conselho de Má Conduta em Pesquisa. Caberá a ele apurar todos os casos suspeitos envolvendo pesquisas realizadas em instituições públicas e privadas do país e divulgar os resultados das investigações. Se as denúncias se confirmarem, agências de fomento, universidades e institutos de pesquisa decidirão a aplicação de sanções específicas aos pesquisadores. Até agora, as investigações eram feitas internamente e as instituições nem sempre tinham um entendimento convergente sobre o que constitui má conduta. Elas podiam eventualmente se aconselhar com um Comitê Central de Ética, sem compromisso de seguir suas orientações. “Em alguns casos, há alegações de que a investigação não foi feita de forma justa ou transparente. O novo sistema é um avanço”, disse à revista *Nature* Karin Åmossa,

diretora da Associação Sueca de Pesquisadores e Professores Universitários.

A ideia de centralizar investigações de episódios de má conduta vem sendo discutida em vários países com o objetivo de garantir um padrão comum de apuração de denúncias e punições. Em 2017, a Dinamarca criou um órgão nesses mesmos moldes, que desde então já se debruçou sobre uma dezena de casos. No ano passado, uma comissão parlamentar de inquérito do Reino Unido propôs a criação de um comitê capaz de monitorar as investigações feitas pelas universidades, ante as evidências de que uma em cada quatro instituições não cumpre diretrizes de integridade científica que vigoram há sete anos. Países como Austrália e Canadá também dispõem de órgãos para acompanhar casos suspeitos, enquanto a China anunciou que irá centralizar essa tarefa no Ministério de Ciência e Tecnologia.

Tais iniciativas, idealizadas para preservar a confiança pública no trabalho dos cientistas, encarnam uma contradição, disse à *Nature* Nicholas Steneck, especialista em integridade científica que foi diretor do programa de Ética





científica entre os pesquisadores e estudantes a ela vinculados, assim como pela prevenção, investigação e punição de más condutas científicas que ocorram em seu âmbito. Por outro lado, estabelece que a FAPESP é corresponsável por garantir que toda alegação de má conduta científica relacionada à pesquisa por ela apoiada seja adequadamente investigada e, se for o caso, sejam tomadas a seu respeito as medidas punitivas e corretivas cabíveis. Por isso, o Código define condições mínimas que a investigação pela instituição deve satisfazer para ser rigorosa, evitando-se conflitos de interesse e corporativismo, e justa, garantindo-se os direitos de defesa e presunção de inocência. E estabelece que o relatório detalhado e justificado da investigação de cada alegação de má conduta deve ser encaminhado à FAPESP, que pode avalizá-lo ou não.

#### REPUTAÇÃO

O governo da Suécia defende o novo sistema com o argumento de que delegar as investigações às universidades é uma fonte potencial de conflito de interesses. “Há dificuldade em realizar apurações imparciais, assim como se mostrou problemático para instituições de ensino superior examinarem suspeitas sobre seus pesquisadores enquanto protegem a própria reputação”, informou um comunicado do governo publicado em seu website. De acordo com Helene Knutsson, que propôs a criação da agência no ano passado quando era ministra da Pesquisa e da Educação Superior do país, o sistema busca aumentar a transparência e a segurança jurídica. “Ninguém deve duvidar da pesquisa da Suécia, assim como nenhum paciente deve arriscar-se a ser submetido a terapias que são resultado de fraudes”, disse.

Embora Knutsson não mencione episódios específicos, a erosão da confiança na capacidade das universidades se autorregular em se deve em grande medida ao escândalo envolvendo a passagem do cirurgião italiano Paolo Macchiarini pelo reputado Instituto Karolinska, em Estocolmo, entre 2010 e 2016 (ver Pesquisa FAPESP nº 261).

Macchiarini falsificou resultados de uma cirurgia experimental, um transplante de traqueia artificial, mas o Karolinska, conhecido por selecionar os vencedores do Prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia, inocentou o italiano em três investigações seguidas, mesmo admitindo que ele não havia cumprido os padrões de qualidade exigidos pela instituição. O caso só foi reaberto quando uma reportagem em uma revista norte-americana e um documentário da TV sueca mostraram que, além de maquiagem os resultados desfavoráveis dos transplantes, ele também mentiu em seu currículo e inventou proezas na vida social – embora fosse casado, Macchiarini propôs casamento a uma jornalista e disse a ela que o papa Francisco celebraria a cerimônia. O escândalo derrubou três membros da direção do Karolinska que se omitiram, entre os quais o vice-reitor, Anders Hamsten.

Em 2017, um novo episódio mobilizou a comunidade científica sueca. Um artigo publicado um ano antes na revista *Science* por pesquisadores da Universidade de Uppsala sofreu retratação depois que uma investigação independente levantou evidências de que parte dos experimentos descritos nem sequer foi realizada. De autoria dos biólogos Peter Eklöv e Oona Lönnstedt, o estudo sustentava que a poluição por microplásticos no oceano causa problemas de crescimento à fauna marinha e a deixa mais vulnerável a predadores. A dupla mentiu ao informar que tinha aval de um comitê de ética de uso de animais para fazer a pesquisa e não foi capaz de fornecer os dados originais do experimento, com a desculpa de que o notebook em que estavam armazenados fora roubado. Antes da investigação independente, a Universidade de Uppsala havia avaliado o caso e, assim como aconteceu no Karolinska, inocentara a dupla de pesquisadores, agora proibida de receber financiamento público por quatro anos. Um artigo publicado por Lönnstedt em 2014 está sendo investigado também por suspeita de manipulação de dados. ■

Fabrício Marques

e Integridade na Pesquisa da Universidade de Michigan, nos Estados Unidos. “Se não se pode confiar nas universidades para fazer investigações responsáveis, por que deveríamos confiar a elas recursos para pesquisa?”, indaga Steneck. Na sua avaliação, a apuração dos casos deveria continuar a ser feita internamente, ainda que se possa implementar mudanças para torná-la mais eficiente, e não faz sentido atribuir a uma agência central a investigação até mesmo de casos que produzem prejuízos menores à integridade científica.

A FAPESP adota um modelo intermediário entre o proposto pela Suécia e o defendido por Steneck. Por um lado, o Código de Boas Práticas Científicas da Fundação estabelece que as instituições de pesquisa são as responsáveis principais pela promoção de uma cultura de boa conduta

# Suporte estatístico para revistas de psicologia

Um grupo de pesquisadores das universidades Stanford e da Califórnia, Davis, nos Estados Unidos, propôs uma estratégia complementar para prevenir erros e vieses nas conclusões de pesquisas do campo da psicologia: a adoção de uma etapa na revisão de artigos científicos dedicada a verificar a robustez estatística dos resultados. Em um *paper* publicado na revista *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, o time de autores liderado pelo psicólogo Tom Hardwicke, do Centro de Inovação e Metapesquisa de Stanford, ressalta que o apoio de um revisor especializado em estatística se tornou um padrão em revistas da área biomédica desde os anos 1970 com o objetivo de evitar a divulgação de dados equivocados, mas ainda é um expediente raro em periódicos de psicologia. Segundo o grupo, esse recurso poderia ajudar a enfrentar o que se convencionou chamar de “crise da reprodutibilidade” da psicologia, uma sucessão de casos de artigos científicos que caíram em descrédito porque seus resultados não foram confirmados em experimentos subsequentes – alguns por erros e outros por fraudes não detectados no processo de revisão por pares. “Preocupações sérias sobre a credibilidade da pesquisa em psicologia vêm sendo levantadas e entre as causas mais importantes estão erros de interpretação e mau uso de métodos estatísticos”, escreveram os autores.

Hardwicke entrevistou 39 editores de publicações científicas de psicologia e constatou que 71% não diferenciam a revisão por pares tradicional, que avalia se os métodos são adequados e os resultados têm nexos, da revisão estatística, aquela capaz de identificar cálculos e análises equivocadas ou o uso de amostras pequenas demais para

lastrear conclusões categóricas. Também foi observado que 44% dos responsáveis pelas revistas consideram esse cuidado adicional desnecessário. Há exceções, como o periódico *Psychological Science*, que desde 2016 mantém seis especialistas em estatística para avaliar os trabalhos submetidos

para revisão. Segundo o grupo, a revisão estatística não resolveria todos os problemas da pesquisa em psicologia, mas, em combinação com uma melhoria no treinamento em estatística de pesquisadores em início de carreira, poderia ajudar a reverter a crise de reprodutibilidade.



## Astrofísica é demitida por assédio moral

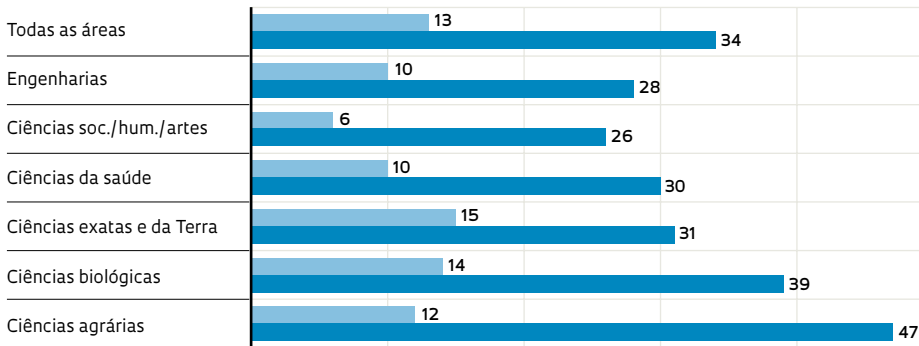
O Instituto Federal de Tecnologia da Suíça em Zurique (ETHZ) demitiu a astrofísica nascida na Itália Marcella Carollo, que desde 2017 enfrentava acusações de assédio moral contra estudantes de doutorado. É a primeira vez em 164 anos de história que a instituição despede um professor titular. Testemunhos de uma dezena de alunos e ex-alunos da astrofísica relataram episódios de humilhação e pressão emocional praticados por Carollo, entre os quais a exigência de que trabalhassem nos finais de semana, estivessem disponíveis para reuniões noturnas e publicassem um número elevado de artigos científicos – como resultado, um terço de seus alunos não conseguiu se formar. Uma investigação independente convocada pelo ETHZ concluiu que se tratava mesmo de um caso de assédio e recomendou sua demissão.

A astrofísica nega a prática de *bullying*, argumenta que a pressão é natural em uma instituição de pesquisa de classe mundial e acusou o ETHZ de discriminação de gênero, uma vez que a maioria de seus colegas é do sexo masculino. Especialista em formação e evolução de galáxias, a pesquisadora foi uma das fundadoras, em 2002, do Instituto de Astrofísica do ETHZ, que acabou dissolvido em 2017 quando as primeiras denúncias surgiram. A universidade suíça reconheceu que seus procedimentos para prevenir o assédio moral falharam e se comprometeu em promover mudanças para evitar que casos desse tipo se repitam, como a expansão de sua ouvidoria e a garantia de que os novos doutorandos tenham pelo menos dois orientadores.

### COLABORAÇÕES CRESCEM SIGNIFICATIVAMENTE

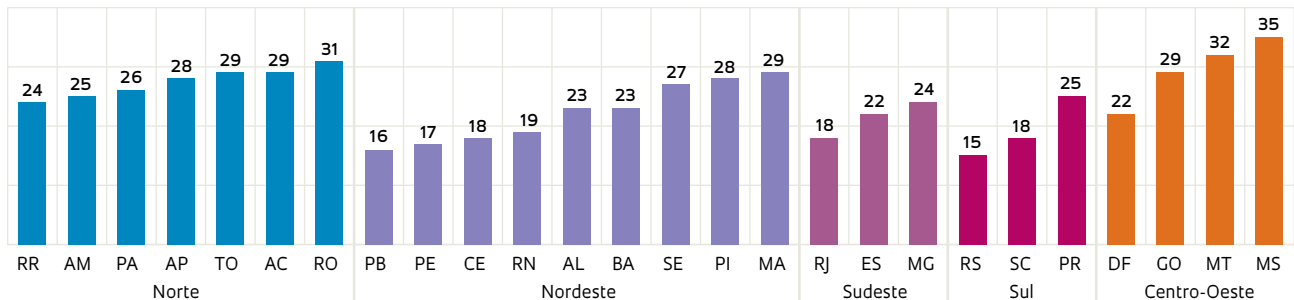
Porcentagem das publicações científicas de São Paulo com pelo menos um coautor de outra UF, por grande área do conhecimento FAPESP e total

■ 1995-1997 ■ 2015-2017



- ▶ A fração das publicações científicas<sup>1</sup> com autores de São Paulo<sup>2</sup> que também incluíam coautores de outras unidades da federação (UFs) passou de 13% para 34% do total das publicações de São Paulo, entre os triênios 1995-1997 e 2015-2017.
- ▶ Houve crescimento em todas as grandes áreas do conhecimento e os níveis mais altos ocorreram nas áreas de ciências agrárias e ciências biológicas, no triênio mais recente.
- ▶ As colaborações se intensificaram com todas as UFs e atingiram mais de 20% das publicações para 19 UFs.

Porcentagem das publicações científicas da UF que apresentam coautores sediados em São Paulo, todas as áreas do conhecimento, 2015-2017

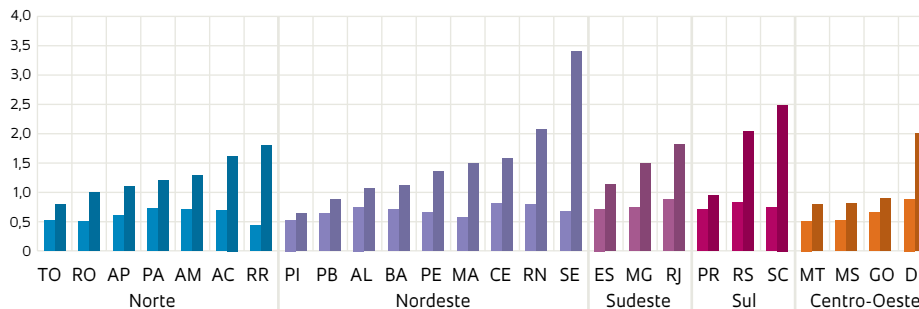


### COLABORAÇÕES ACARRETAM MAIOR IMPACTO (CITAÇÕES POR DOCUMENTO) DAS PUBLICAÇÕES

Impacto relativo normalizado por categoria (citações por documento)

Publicações da UF segundo colaboração com SP – 2015-2017. Média mundial = 1,00

■ Sem colaboração com SP (primeira coluna) ■ Com colaboração com SP (segunda coluna)



- ▶ As publicações que envolvem colaboração entre a unidade da federação e São Paulo são mais citadas, em média, do que aquelas sem colaboração, para todas as UFs<sup>3</sup>.
- ▶ Em muitos casos, o efeito mais do que dobrou o número médio de citações, para níveis presentes em países de longa tradição científica.

NOTAS (1) PUBLICAÇÕES INDEXADAS SEGUNDO A BASE WEB OF SCIENCE/CLARIVATE, DOS TIPOS "ARTICLE", "PROCEEDINGS PAPER" E "REVIEWS", SEGUNDO O ESQUEMA "FAPESP". (2) UMA PUBLICAÇÃO É ATRIBUÍDA A UM PAÍS OU REGIÃO SE ENTRE OS AUTORES CONSTA UM PESQUISADOR SEDIADO NAQUELE LOCAL. (3) O INDICADOR UTILIZADO É "CATEGORY NORMALIZED CITATION IMPACT" DO SISTEMA INCITES/CLARIVATE, CALCULADO PELA MÉDIA DO NÚMERO DE CITAÇÕES RECEBIDAS POR DOCUMENTO, NORMALIZADA POR ÁREA DO CONHECIMENTO, TIPO DE DOCUMENTO, ANO DA PUBLICAÇÃO E MÉDIA MUNDIAL (NORMALIZADA EM 1,00).

FONTES INCITES/WEB OF SCIENCE/CLARIVATE, DADOS BAIXADOS DURANTE O MÊS DE JULHO DE 2019



Reconstrução da face de *Australopithecus anamensis*, realizada com base no fóssil encontrado na Etiópia (abaixo)

## Um crânio de 3,8 milhões de anos



Um crânio quase completo de um homínídeo datado de 3,8 milhões de anos e atribuído à espécie *Australopithecus anamensis* trouxe novas conclusões sobre a origem desse gênero (*Nature*, 28 de agosto). Descoberto na Etiópia, o crânio deve ter pertencido a um adulto. A análise do crânio indica que as linhagens de *A. anamensis* e *A. afarensis* podem ter coexistido por pelo menos 100 mil anos. Se essa hipótese estiver certa, em vez de a primeira espécie ter precedido a segunda, representada pelo famoso fóssil conhecido como Lucy, as duas podem ter sido uma única linhagem evolutiva. Essa é a opinião de Yohannes Haile-Selassie, do Museu de História Natural de Cleveland, Estados Unidos, principal autor do estudo. A morfologia craniana primitiva do novo fóssil remete a homínídeos mais antigos,

como *Sahelanthropus* e *Ardipithecus*. Em outro artigo na mesma edição da *Nature*, o grupo de Haile-Selassie sugeriu que as populações de *A. anamensis* viviam em áreas predominantemente secas e com vegetação arbustiva. Essa espécie era conhecida a partir de segmentos de maxilar superior e inferior, dentes isolados, partes do crânio e outros ossos fossilizados com idade estimada entre 4,2 milhões e 3,9 milhões de anos encontrados no Quênia e na Etiópia – também havia vestígios mais recentes, datados entre 3,5 milhões e 2 milhões de anos. O crânio agora apresentado revela pela primeira vez a face completa de um *A. anamensis*. “Esse crânio pode se tornar outro ícone da evolução humana”, observou Fred Spoor, do Museu de História Natural de Londres, em um comentário na *Nature*.

## Diamantes com a idade da Terra

Diamantes originários das profundezas da Terra parecem fazer jus ao comentário de que eles são eternos e podem ser importantes para entender a composição química das rochas situadas abaixo da litosfera, camada sólida que engloba a crosta e parte do manto superior do planeta. Um grupo internacional de geólogos do qual participou Eric Tohver, da Universidade de São Paulo (USP), analisou a composição de diamantes encontrados em uma mina no município de Juína, no estado de Mato Grosso, perto da divisa com Rondônia, e concluiu que eles podem ser tão antigos quanto a Terra, formada há 4,5 bilhões de anos (*Science*, 16 de agosto). Esses cristais são como cápsulas do tempo: aprisionam traços dos elementos químicos presentes no ambiente em que se originaram.

Segundo análises dos pesquisadores, os diamantes de Juína provêm de profundidades que variam de 410 a 660 quilômetros abaixo da superfície. Sua composição apresenta pequenas inclusões fluidas do gás hélio (He) e de outros elementos, que ficaram aprisionados. Os pesquisadores conseguiram extrair esse gás de 23 diamantes. Nas amostras, encontraram elevadas concentrações de duas variedades (isótopos) de He – o  $^3\text{He}$  e o  $^4\text{He}$  –, o que sugere a existência de uma fonte profunda e primordial desse elemento. O hélio dessas regiões profundas ocasionalmente se infiltraria na chamada zona de transição, camada que separa o manto superior do inferior. Os isótopos desse elemento químico entrariam em contato com material da zona de transição e criariam as diversas composições registradas nos basaltos das ilhas oceânicas.



Extraídos no município de Juína, em Mato Grosso, diamantes se formaram entre 410 e 660 quilômetros de profundidade

Larva do mosquito *Neoceroplatus betaryiensis* emite luz azul



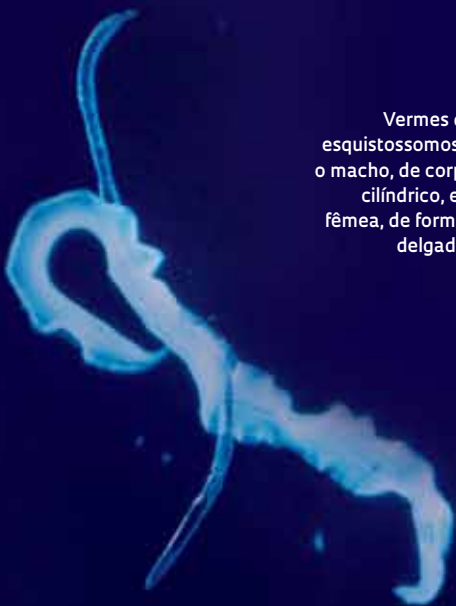
## O mosquito brilhante do Vale do Ribeira

Em 2017 o norte-americano Grant Johnson, voluntário no Instituto de Pesquisas da Biodiversidade (IPBio), no Vale do Ribeira, interior de São Paulo, encontrou no meio de troncos caídos uma larva emitindo luz azul. A equipe do IPBio que atua no Parque Estadual Turístico do Vale do Ribeira (Petar), conhecido por suas cavernas e sua biodiversidade peculiar, enviou fotos ao químico Cassius Stevani, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP). Especialista em fungos bioluminescentes e presença assídua no Petar, ele contactou entomologistas e descobriu se tratar de uma larva de mosquito. Um colega consultado foi o bioquímico Vadim Viviani, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Entre outros animais que emitem brilho, Viviani estuda uma espécie norte-americana de mosquito, *Orfelia fultoni*. Ao testar extratos retirados das duas espécies – a agora descrita, denominada *Neoceroplatus betaryiensis*, e *O. fultoni* –, os pesquisadores obtiveram a emissão de luz *in vitro* (*Scientific Reports*, 5 de agosto). “Significa que ambas têm a mesma luciferina e a mesma luciferase”, afirma Stevani, referindo-se à enzima e ao substrato responsáveis pela reação química geradora de luminosidade. Stevani supõe ser possível produzir, por meio de engenharia genética, larvas brilhantes de mosquitos causadores de doenças, como o *Aedes aegypti*. “Poderia ser um meio de identificá-las facilmente e evitar doenças”, conta.

# Remédio para cólica menstrual combate esquistossomose

Um anti-inflamatório amplamente usado no combate às cólicas menstruais mostrou-se eficaz, em testes com animais, no tratamento da esquistossomose, doença que acomete cerca de 240 milhões de pessoas no mundo e causa uma grave inflamação no intestino e fígado. Pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Doenças Negligenciadas da Universidade de Guarulhos (UnG) analisaram 73 anti-inflamatórios comercializados no Brasil e em outros países, administrando-os em camundongos infectados com o verme *Schistosoma mansoni*, causador da doença. Dos fármacos avaliados, cinco se mostraram promissores no combate ao verme e, entre eles, o ácido mefenâmico foi o mais letal. O medicamento reduziu em 80% a carga parasitária no organismo dos camundongos infectados. Segundo o biólogo Josué de Moraes, da UnG e um dos autores do estudo, os achados indicam que o anti-inflamatório pode ser mais eficiente do que o praziquantel, principal medicamento usado no tratamento da doença (*EbioMedicine*, 23 de abril). Os pesquisadores ainda não sabem como o ácido mefenâmico age contra *S. mansoni*. "Mas isso não é o mais importante agora, pois os fármacos usados para tratamento de verminoses também não possuem mecanismos elucidados", disse Moraes à Agência FAPESP. "Daí a importância de estudos de reposicionamento de fármaco para doenças negligenciadas, como a esquistossomose."

Vermes da esquistossomose: o macho, de corpo cilíndrico, e a fêmea, de formas delgadas



Operários em linha de produção de máquinas agrícolas

## Quanto é preciso trabalhar para se sentir bem

Diante de um futuro com menos empregos, quanto se deve trabalhar para obter benefícios mentais e psicológicos, como autoestima e inclusão social, do trabalho remunerado? Para descobrir o tempo de trabalho ideal para proporcionar bem-estar e satisfação pessoal, pesquisadores das universidades britânicas de Cambridge e Salford examinaram os dados do Estudo Longitudinal do Agregado Familiar do Reino Unido (2009-2018), com informações sobre 71.113 pessoas com idade entre 16 e 64 anos que passaram por mudança no total de horas trabalhadas entre 2009 e 2018 (*Social Science and Medicine*, junho). O levantamento indicou que o risco de problemas de saúde mental cai em média 30% quando uma pessoa sai do desemprego ou da licença-maternidade para o trabalho

remunerado de até oito horas por semana. Trabalhar mais, porém, praticamente não oferece incremento maior no bem-estar e na satisfação. Os pesquisadores observaram que o nível de satisfação aumentou cerca de 30% entre os homens com até oito horas de trabalho semanal. Já as mulheres obtiveram um nível semelhante de satisfação quando trabalharam 20 horas por semana. "Se não houver o suficiente para todos que querem trabalhar em tempo integral [40 horas por semana], teremos de repensar as normas atuais", diz Daiga Kamerade, da Universidade de Salford e autora principal do estudo, em comunicado divulgado pela Universidade de Cambridge. "Isso deve incluir a redistribuição das horas de trabalho, para que todos possam obter os benefícios mentais gerados por um emprego, mesmo que isso signifique que todos tenham que trabalhar menos."

## Alemanha fecha acordo com Springer Nature

Um consórcio envolvendo mais de 700 universidades e instituições da Alemanha assinou um acordo com o grupo editorial Springer Nature para facilitar a publicação dos artigos científicos de seus pesquisadores em periódicos de acesso aberto. Os termos do acordo eram negociados havia mais de três anos. Em fevereiro, o consórcio, chamado Project Deal, chegou a um contrato similar com a editora acadêmica Wiley, nos Estados Unidos, mas o da Springer Nature é maior. Estima-se que mais de 13 mil artigos científicos produzidos por pesquisadores atuando na Alemanha sejam publicados anualmente em 600 publicações abertas e outras 1.900 híbridas (que misturam acesso aberto e pago) do portfólio da Springer

Nature. O acordo não inclui periódicos da marca *Nature*, como *Nature Medicine* e *Nature Neuroscience*. Isso porque esses títulos não dispõem de uma opção na qual os pesquisadores possam pagar uma taxa para disponibilizar seus trabalhos em acesso aberto. Nesses casos, as instituições alemãs que fazem parte do Project Deal ainda precisarão comprar assinaturas, e os artigos publicados por seus pesquisadores permanecerão com acesso restrito. Em contrapartida a essa restrição, eles receberão um desconto de 20% na taxa de € 2.750 por artigo, cobrada pela Springer Nature para publicar estudos em periódicos de acesso aberto da BioMed Central e SpringerOpen. O acordo entre o Project Deal e a Springer Nature vigorará de 2020 a 2022, podendo ser estendido por mais um ano.



Material nanoestruturado que regula a liberação de medicamento, visto ao microscópio eletrônico

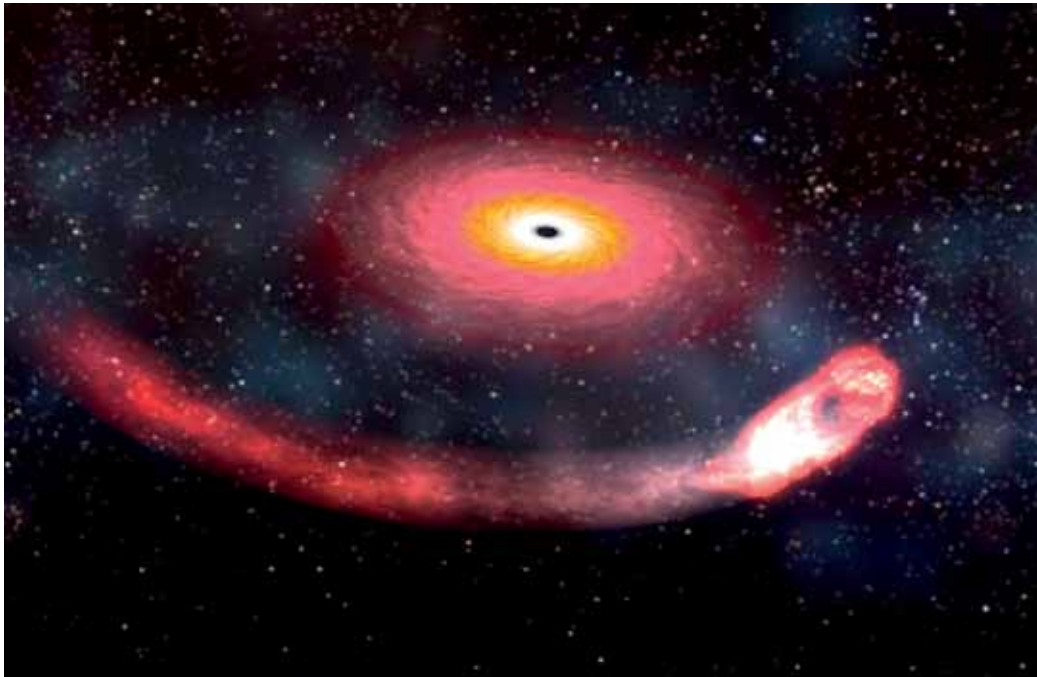
## Material libera fármaco de modo controlado

Um grupo internacional de pesquisadores, entre eles brasileiros das universidades de São Paulo (USP) e Federal de Uberlândia (UFU), desenvolveu um material nanoestruturado que permite a liberação de fármacos em baixas concentrações e de forma pulsada e estável no organismo (*Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 31 de maio). “Seria como ingerir várias cápsulas de um remédio de uma só vez”, explica o físico Osvaldo Novais de Oliveira Junior, do Instituto de Física de

São Carlos (IFSC) da USP e um dos responsáveis pelo desenvolvimento do material. “No entanto, o ciclo de liberação das substâncias em cada cápsula se dá de modo progressivo e controlado.” Isso ocorre porque parte das moléculas do fármaco fica retida na cápsula enquanto outra parcela é liberada. A inovação se deu por meio do uso de moldes poliméricos, estruturas tridimensionais com aparência esponjosa capazes de carregar moléculas de vários tipos. “Esses moldes estão entre os biomateriais mais adequados para o desenvolvimento de sistemas de liberação controlada e prolongada de substâncias por sua estrutura física robusta, capaz de prevenir danos em seu percurso pelo organismo”, explica a física Patrícia Campana, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP, uma das autoras do trabalho.

Universidade Humboldt, em Berlim, uma das beneficiadas pelo acordo





## Ondas gravitacionais geradas por um novo tipo de colisão?

As ondas gravitacionais geradas pela fusão de dois corpos celestes distintos, um buraco negro e uma estrela de nêutrons, foram muito provavelmente detectadas pela primeira vez em 14 de agosto deste ano pelo observatório interferométrico Ligo, que opera dois equipamentos nos Estados Unidos, e pelo Virgo, que administra outro na Itália. Nessa data, operando conjuntamente, os observatórios captaram um sinal vindo de um evento que teria ocorrido a uma distância de 900 milhões de anos-luz. A probabilidade de que as ondas gravitacionais – perturbações na curvatura do espaço-tempo que se propagam como ondas – sejam provenientes desse tipo de colisão supera os 99%, segundo os pesquisadores. “Será um grande marco, se a descoberta se confirmar”, afirmou, à revista *Science*, o físico Patrick Brady, da Universidade de Wisconsin-Milwaukee, porta-voz do Ligo. A fusão deve ter envolvido um buraco negro com pelo menos 5 massas solares, que teria “engolido” uma estrela de nêutrons de menos de 3 massas solares. Até agora, o Ligo e o Virgo só tinham observado ondas gravitacionais oriundas da fusão de dois buracos negros ou de duas estrelas de nêutrons, nunca um evento híbrido.

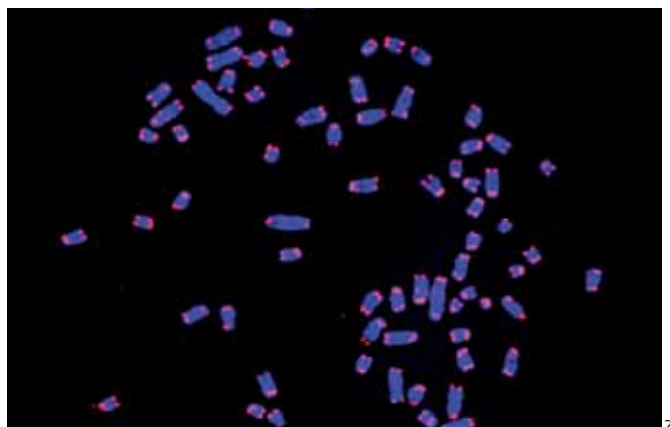
Representação artística de um buraco negro (no centro) e uma estrela de nêutrons antes de se fundirem

## Degradação dos telômeros define a longevidade

Há muito tempo os telômeros, estruturas adensadas nas pontas dos cromossomos – pacotes nos quais o DNA se organiza nas células –, são vistos como responsáveis pela longevidade e pelo envelhecimento. Um estudo liderado pela bióloga molecular espanhola Maria Blasco, diretora do Centro Nacional Espanhol de

Pesquisa do Câncer, comparou o que ocorre ao longo da vida com os telômeros em uma diversidade de animais. Camundongos, cabras, gaivotas, renas, urubus, golfinhos, flamingos e elefantes têm tamanhos e tempos de vida muito variados e o mesmo se verifica com o volume inicial de seus telômeros. O grupo percebeu, no entanto, que o tamanho dessas estruturas não tem grande relevância para prever a longevidade de cada espécie. O que importa é a taxa com que sua deterioração se dá. E a variação é enorme: mais de 6 mil pares de bases são perdidos por ano no camundongo, enquanto no elefante esse valor ficou por volta de 100 (*PNAS*, 8 de julho). Quando os telômeros atingem, em média, entre 75% e 50% do tamanho original, a vida do animal chega ao fim. O envelhecimento parece estar ligado à deterioração do material genético, que, com o tempo e sem a proteção dos telômeros, perde a capacidade de reparar os danos causados pelo ambiente.

Cromossomos de um cão com os telômeros destacados em rosa





## Uma lei para inibir assédio nas universidades

O Senado do Chile aprovou em 20 de agosto um projeto de lei com o intuito de forçar as universidades apoiadas pelo Estado a criar um protocolo detalhado sobre como lidar com denúncias de assédio sexual, especialmente aquelas que envolvem estudantes e alunos de pós-graduação que não fazem parte do quadro de funcionários dessas instituições. O projeto, que ainda precisa ser ratificado pelos deputados chilenos no próximo ano antes de entrar em vigor, enfatiza a necessidade de as universidades adotarem uma definição concreta do que é assédio e estabelecerem punições duras para os assediadores. Até mesmo a possibilidade de corte de verbas públicas para as universidades que não implementarem medidas nesse sentido faz parte da iniciativa. O projeto de lei atende a um pedido de uma associação de pesquisadoras do país que trabalha em prol da igualdade de gênero nas universidades chilenas. Um estudo feito em 2017 pela Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt), agência nacional de fomento à pesquisa, indicou que 41% das pesquisadoras e 39% das estudantes entrevistadas haviam recebido elogios com conotação sexual em ambiente acadêmico.



Ilustração de *Clevosaurus hadroprodon*, o mais antigo tuatara do hemisfério Sul, e o fóssil achado em Candelária

## Um tuatara fóssil no Rio Grande do Sul

O mais antigo exemplar de esfenodonte do hemisfério Sul foi encontrado no município de Candelária, na região central do Rio Grande do Sul (*Scientific Reports*, 14 de agosto). Esse réptil, conhecido como tuatara, forma um grupo irmão dos lagartos, serpentes e anfisbenas (cobras-cegas). A partir do estudo dos dentes fossilizados da pré-maxila e da mandíbula encontradas em rochas da formação geológica Santa Maria, paleontólogos do Brasil, da Argentina, dos Estados Unidos e do Canadá descreveram a nova espécie de esfenodonte, *Clevosaurus hadroprodon*, que teria vivido no período Triássico, entre 237 milhões e 228 milhões de anos atrás. Seu nome científico faz referência à presença de um dente grande e proeminente, semelhante a um canino, característica não presente em outras espécies desse gênero. Essa é a

segunda espécie de esfenodonte achada naquela região gaúcha. A primeira foi *Clevosaurus brasiliensis*, cujos vestígios foram retirados da formação Caturrita, um pouco mais nova do que a Santa Maria. “*C. hadroprodon* era um animal pequeno, de tamanho semelhante ao de uma lagartixa doméstica”, comenta a paleontóloga Annie Schmaltz Hsiou, da Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Ribeirão Preto, coordenadora do grupo que estudou o fóssil. Muito parecido com os lagartos, os esfenodontes praticamente se extinguíram. Hoje existe apenas uma espécie viva, *Sphenodon punctatus*, encontrada na Nova Zelândia. Os esfenodontes teriam três olhos, incluindo um pequeno olho parietal no centro da testa, recoberto por escamas e que não registraria imagens, mas seria sensível à luz.

# O IMPACTO DA CIRCULAÇÃO DE CÉREBROS



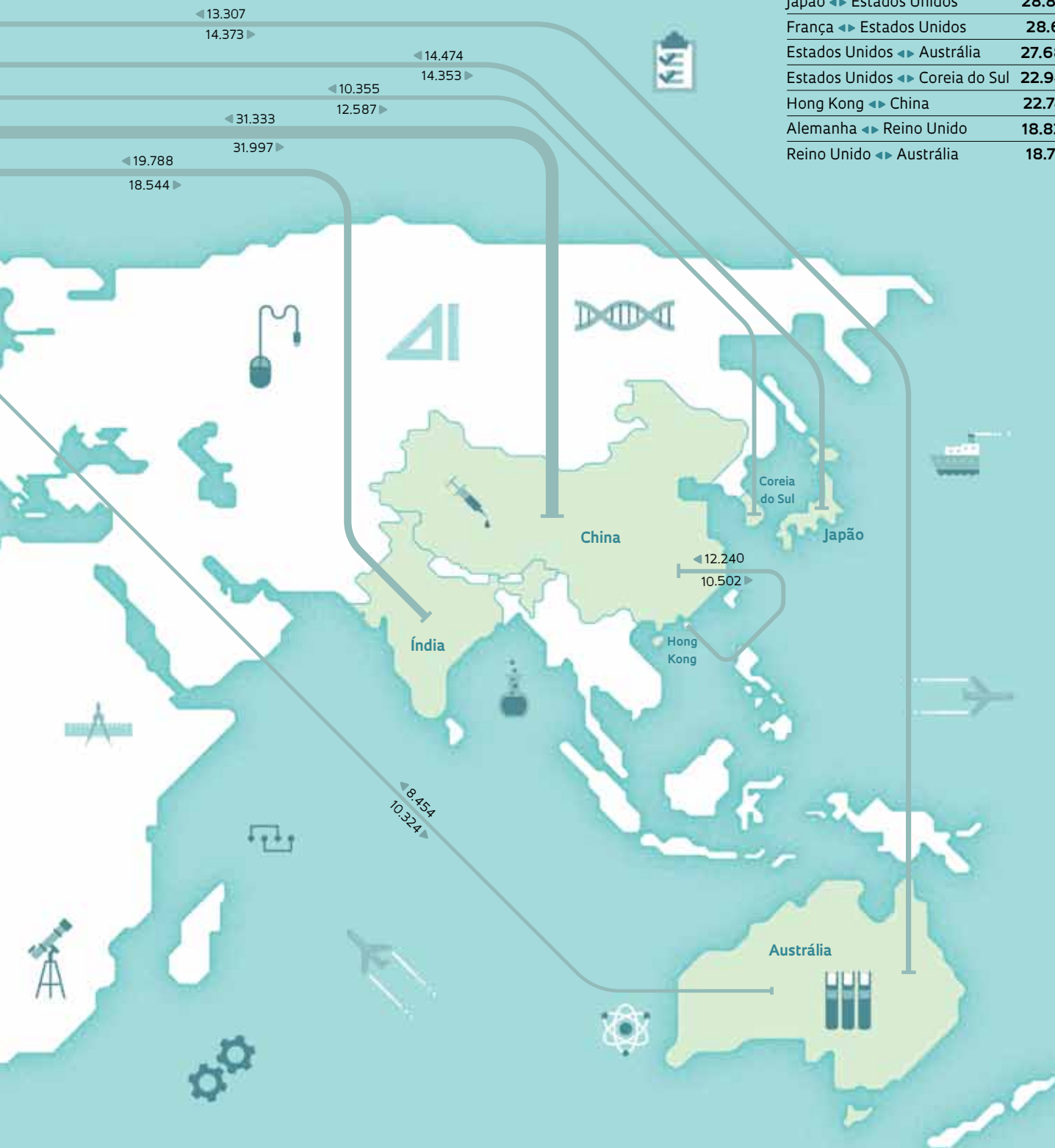
Em comparação com outros países, o Brasil tem um número modesto de cientistas no exterior e não dispõe de políticas para aproveitar a experiência deles

Rodrigo de Oliveira Andrade

Deslocamento de pesquisadores entre países no período de 2006 e 2016, segundo a OCDE

MAIORES FLUXOS NO MUNDO\*

Reino Unido ◄► Estados Unidos	<b>77.883</b>
Estados Unidos ◄► China	<b>63.330</b>
Canadá ◄► Estados Unidos	<b>56.212</b>
Alemanha ◄► Estados Unidos	<b>45.412</b>
Índia ◄► Estados Unidos	<b>38.332</b>
Japão ◄► Estados Unidos	<b>28.827</b>
França ◄► Estados Unidos	<b>28.611</b>
Estados Unidos ◄► Austrália	<b>27.680</b>
Estados Unidos ◄► Coreia do Sul	<b>22.942</b>
Hong Kong ◄► China	<b>22.742</b>
Alemanha ◄► Reino Unido	<b>18.829</b>
Reino Unido ◄► Austrália	<b>18.778</b>



**N**o Brasil, sobretudo em períodos de desaceleração econômica, é comum que se levantem os riscos de perder talentos científicos para as nações mais desenvolvidas e comprometer a capacidade do país de retomar o caminho do desenvolvimento. Embora não existam levantamentos precisos sobre o êxodo de pesquisadores, as informações disponíveis mostram que o deslocamento de cientistas brasileiros para o exterior sempre foi modesto em comparação com o que acontece em outras nações — e, da mesma forma, não há sinais de que esteja atingindo níveis superiores à média por conta da crise de financiamento da ciência iniciada há cinco anos. Dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), publicados em 2017 no relatório *Science Technology and Industry Scoreboard*, indicam que em anos recentes o Brasil manteve um fluxo equilibrado de cientistas com outros países, chegando a se mostrar um polo de atração de talentos.

A OCDE esquadrinhou milhões de artigos científicos publicados entre 2006 e 2016 e armazenados na base de dados Scopus, e analisou a trajetória de seus autores. Debruçou-se especialmente sobre aqueles que, quando informaram as instituições a que pertenciam, demonstraram ter mudado de país ao menos uma vez nesse intervalo de tempo. O resultado é que o fluxo de entrada e saída de pesquisadores permaneceu baixo e estável no Brasil. Um contingente de 6.460 cientistas que estavam no país no início desse período havia mudado seu endereço profissional para os Estados Unidos ao final dele, enquanto 6.143 fizeram o caminho inverso. Esse trânsito é bem menor do que o observado no caso da China — cerca de 32 mil pesquisadores do país foram para os Estados Unidos entre 2006 e 2016, e um contingente semelhante fez o percurso contrário —, ou da Índia, na casa dos 20 mil pesquisadores. Já as trocas com a Europa mostraram-se superavitárias para o Brasil: 1.742 cientistas saíram do país rumo à França, e 1.856 tomaram o caminho oposto; 1.284 pesquisadores deslocaram-se do Brasil para a Alemanha, ao passo que 1.311 fizeram o movimento contrário.

Os dados da OCDE apontam tendências, mas não devem ser tomados como números absolutos. A afiliação dos autores é um modo indireto de mensurar essa mobilidade e não detecta, por exemplo, quem não publicou trabalhos em dois lugares diferentes no período mesmo tendo migrado. As estatísticas também não são evidências categóricas de perdas ou ganhos de capital humano, pois não se avaliou o local onde os autores se formaram nem se saíram com a intenção de voltar — além de não contemplar dados de 2016 para cá. Ressalvas feitas, tais números são consistentes com levantamentos realizados em décadas anteriores,

que demonstravam uma saída pequena de talentos do Brasil. Um estudo liderado pelo sociólogo Simon Schwartzman em 1972 constatou que o país tinha uma fuga de cérebros pequena: apenas 5% dos brasileiros que completaram os estudos no exterior permaneceram lá trabalhando. “O Brasil historicamente tem muito pouca circulação internacional de talentos e não havia, até bem pouco tempo atrás, indícios de uma situação preocupante de fuga de cérebros. O principal problema, ao contrário, era o isolamento”, resume Schwartzman.

No ambiente acadêmico, contudo, cresce o temor de que a atual crise de financiamento da ciência possa ter um efeito maior sobre a evasão de talentos do que em períodos anteriores. O físico Luiz Davidovich, presidente da Academia Brasileira de Ciências (ABC), diz que nunca recebeu tantos pedidos para fazer cartas de recomendação de pesquisadores interessados em trabalhar no exterior. Só no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde ele atua, quatro jovens pesquisadores saíram atraídos por trabalhos em universidades ou empresas na Austrália, na Holanda, em Portugal e no Chile. Davidovich diz que desde o início do ano já fez cerca de 10 cartas de recomendação, na maioria para pesquisadores de universidades públicas do Rio. “Eles aprenderam tudo aqui e agora estão indo para o exterior por falta de condição de trabalho no Brasil”, diz. Segundo o

físico, esses cientistas têm ampla experiência de ensino e pesquisa, são concursados e desfrutam de estabilidade nas instituições em que atuam.

Na avaliação da cientista política Elizabeth Balbachevsky, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP), percebe-se hoje um movimento maior de saída de brasileiros com boa formação, parte deles para fazer graduação em universidades estrangeiras, enquanto outros aproveitam chances de trabalho e facilidades resultantes da dupla cidadania. Mas o deslocamento de pesquisadores, que sempre existiu, é menos propenso a impactos conjunturais. “O Brasil tem um sistema de ensino, pesquisa e pós-graduação que ofereceu nas últimas décadas condições estáveis favoráveis para fazer ciência avançada, e esse conjunto de condições

**267** MIL

**brasileiros com  
educação terciária  
viviam em  
países da OCDE  
em 2011**



## PONTES ENTRE CONHECIMENTOS

Há quase duas décadas nos Estados Unidos, a astrofísica brasileira Merav Opher (*foto*), mesmo a distância promove a circulação de pesquisadores e estudantes de pós-graduação de várias instituições do Brasil no Departamento de Astronomia da Universidade de Boston, onde atua desde 2015. Ela recebe estudantes em período sanduíche ou pesquisadores em estágio de pós-doutorado. Não raro, vem ao Brasil para palestras e seminários. Mais recentemente, no entanto, ela passou a se articular com a Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, para criar por aqui

uma escola internacional de física espacial. A ideia é oferecer aos estudantes e pesquisadores brasileiros a oportunidade de entrar em contato com pesquisas e cientistas internacionais que atuem nessa área sem que tenham de sair do país. Ela explica que a física espacial ainda é uma área incipiente no Brasil. “Fui para os Estados Unidos em 1999 para fazer um estágio de pós-doutorado justamente porque não encontrei no Brasil uma instituição em que pudesse me aperfeiçoar nesse campo.” A astrofísica deixou o país sem a intenção de voltar. Nos Estados Unidos, passou por

algumas das principais instituições de pesquisa, como o Laboratório de Propulsão a Jato da agência espacial norte-americana (Nasa), o Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) e a Universidade George Mason, instituição pública no estado da Virgínia. Ela conta que a física espacial vem se destacando nos últimos anos devido à descoberta dos chamados exoplanetas, planetas que orbitam outras estrelas além do Sol. Na avaliação de Opher, o Brasil pode se beneficiar dos pesquisadores brasileiros no exterior e da formação que receberam lá fora para aperfeiçoar a formação de cientistas no país.

não é fácil de obter no exterior, onde a competição é grande”, diz. Na avaliação de Luiz Davidovich, isso de fato costumava contribuir para manter os cientistas no Brasil. “Mais recentemente, porém, observo que muitos se propõem abrir mão dessas condições para se estabelecer em instituições do exterior sem perspectiva de voltar.”

Conseguir trabalhar como pesquisador no exterior, contudo, não é uma tarefa trivial. Essa dificuldade tornou-se visível em 2016, quando bolsistas de doutorado e pós-doutorado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) passaram a pressionar a agência a flexibilizar as regras de retorno — eles são obrigados a voltar ao Brasil até 60 dias após o término de suas atividades e a permanecer por um período equivalente à estadia lá fora. Habitualmente, só 2%

rompem o contrato e se recusam a voltar, atraídos por chances de trabalho vantajosas. Nesses casos, têm de ressarcir o investimento feito pela agência. Com a falta de perspectiva de trabalho acadêmico no Brasil, os bolsistas argumentaram que seria razoável ficar mais tempo fora. Em outubro de 2016, a Capes publicou uma portaria permitindo que prolongassem seu período no exterior, desde que apresentassem um projeto de pesquisa de cooperação com instituições brasileiras. No entanto, apenas dois dos 74 projetos submetidos conseguiram cumprir as exigências. A maioria dos proponentes era recém-doutor, sem experiência suficiente para organizar um projeto em colaboração com as universidades que os receberam.

Pesquisadores mais experientes têm mais chance de sucesso, como foi o caso do zoólogo Alexan-

dre Aleixo, que desde o ano passado buscava uma oportunidade fora do país até que em fevereiro se licenciou dos quadros do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém. Ele aceitou uma proposta de trabalho como pesquisador na Universidade de Helsinque, na Finlândia. Aleixo fez graduação e mestrado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e em 1997 foi para os Estados Unidos fazer o doutorado na Universidade de Louisiana. Voltou ao Brasil em 2002, prestou concurso e foi aprovado para uma vaga de pesquisador no Goeldi. “Atuei em muitos planos de manejo para a criação e manutenção de unidades de conservação na Amazônia”, conta. Nos últimos anos, cresceu sua insatisfação. “Comecei a sentir dificuldade de fazer pesquisa de ponta por falta de recursos e, do ponto de vista pessoal, sentia-me incomodado com a crise de violência em Belém.” Começou a se candidatar para postos no início de 2018 e em setembro daquele ano teve sucesso em Helsinque. Ele está entusiasmado com o novo

trabalho, mas manteve aberta a possibilidade de retornar. Em vez de pedir exoneração do Goeldi, tirou uma licença que pode durar até seis anos.

#### DIÁSPORAS INTERNACIONAIS

Na literatura acadêmica, define-se como “diáspora científica” o movimento de pessoal altamente qualificado de um país para outro, atraído por boas oportunidades de trabalho ou tangidos por crises políticas ou econômicas. China e Índia protagonizaram grandes deslocamentos de talentos. Com base em dados sobre estrangeiros com formação superior instalados na zona da OCDE, que inclui as 36 nações mais industrializadas do mundo, a Índia aparecia no topo de um levantamento divulgado em 2011, com 2 milhões de expatriados, seguida pela China (1,6 milhão) e Filipinas (1,4 milhão). Segundo esse levantamento, 267 mil brasileiros com educação terciária estavam estabelecidos nesses países, menos do que o contingente de japoneses (371 mil) e vietnamitas (524 mil).

## MOBILIDADE E COMPETITIVIDADE

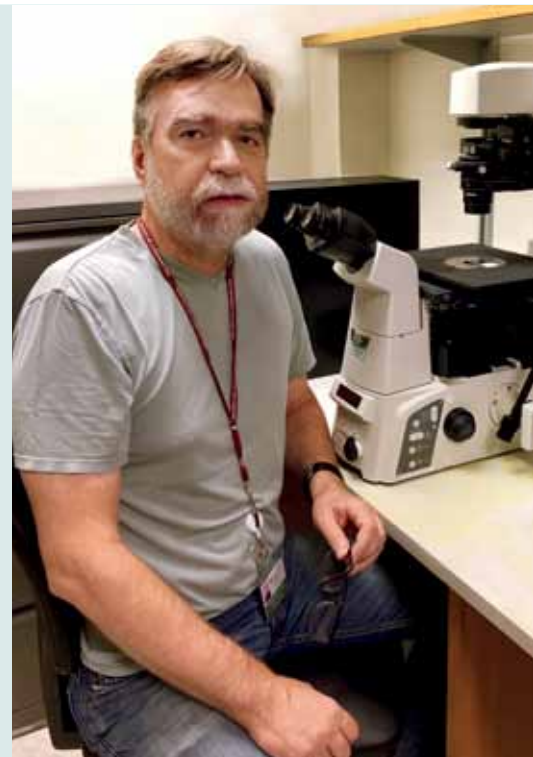
Diferentemente do modelo vigente no Brasil, onde boa parte dos cientistas passa toda a vida acadêmica na mesma instituição, a carreira dos pesquisadores nos Estados Unidos e na Europa é mais dinâmica. A trajetória nos Estados Unidos do médico brasileiro Antonio Bianco (*foto*), formado na Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo em 1983, com mestrado, doutorado e livre-docência no Instituto de Ciências Biomédicas (ICB) da USP, é reveladora desse movimento. Sua primeira experiência internacional se deu no doutorado, quando passou um período sanduíche na Universidade Harvard, nos Estados Unidos. “Voltei para o Brasil em 1986, concluí o doutorado e fui contratado como professor no ICB-USP”, relembra. “Mas ainda pensava em voltar.”

Anos mais tarde, Bianco conseguiu concretizar seus planos de sair do país. “Voltei para Boston em 1998, tornei-me professor visitante na Escola de Medicina de Harvard e depois professor-associado”, conta. Ele ficou 10 anos em Harvard. Em 2008, surgiu o convite para ser chefe da divisão de endocrinologia da Universidade de Miami. A experiência o aperfeiçoou em aspectos administrativos da medicina acadêmica. “Fiquei seis anos em Miami,

até que surgiu o convite para ser vice-diretor-executivo do Departamento de Medicina da Universidade Rush, em Chicago.” Bianco assumiu a presidência do grupo médico da universidade em 2015. “A experiência foi boa, mas tomava muito do tempo de pesquisa. Optei por voltar à docência e às atividades em laboratório.” Em 2018 ele se tornou professor na Universidade de Chicago. Bianco diz que a mobilidade ajudou sua carreira porque lhe permitiu experimentar desafios diferentes em cada instituição pela qual passou.

A mudança de país, no entanto, pode ser complicada, mesmo para os cientistas mais experientes. “Se soubesse das dificuldades que enfrentaria para me estabelecer como pesquisador nos Estados Unidos, talvez tivesse hesitado em vir”, diz Bianco, que desde 1998 vive naquele país. Ele explica que a alta competitividade por cargos de docente nas universidades e financiamento para pesquisas são algumas das dificuldades impostas pelo sistema norte-americano. “Nem mesmo os pesquisadores estabelecidos têm vida fácil”, afirma. Diante disso, muitos estrangeiros não se adaptam e voltam para o país de origem. Outros passam os anos em sucessivos estágios de pós-doutorado

em laboratórios de pesquisadores estabelecidos. “Além disso, os cientistas estrangeiros nos Estados Unidos só podem pleitear recursos dos Institutos Nacionais de Saúde [NIH] se tiverem obtido o visto de residência permanente, processo que pode durar anos”, conta. Mesmo os que o conseguem não têm garantia de financiamento.



# 70 MIL

## brasileiros com ensino superior viviam nos Estados Unidos em 2010

Quando se contam os cidadãos com todo tipo de formação, o Ministério de Relações Exteriores estima entre 2 e 4 milhões o número de brasileiros vivendo fora do país. “Movimentos de saída são naturais em períodos de crise econômica. No Brasil, já aconteceram ondas nos anos 1960 e 1990 e agora há uma em curso”, afirma a socióloga Ana Maria Carneiro, pesquisadora do Núcleo de Estudos de Políticas Públicas da Unicamp. Ela coordena um projeto de pesquisa, em fase inicial de desenvolvimento, que pretende compreender as trajetórias de cientistas brasileiros radicados nos Estados Unidos e levantar suas motivações para ir embora. “O objetivo é propor políticas capazes de propiciar ganhos à nossa ciência com a circulação e fixação de brasileiros de alta qualificação naquele país”, explica, referindo-se às evidências de que, em muitos lugares, redes de diáspora não necessariamente provocam uma perda de cérebros, mas podem criar conexões proveitosas para a comunidade científica do país de origem.

Segundo censo feito nos Estados Unidos em 2010, havia 70 mil brasileiros com ensino superior vivendo naquele país, embora essa fonte de dados não permita inferir quantos deles atuam como pesquisadores. O projeto coordenado por Carneiro, que pretende lançar luz sobre isso, é fruto de uma solicitação da embaixada brasileira em Washington, que em 2017 identificou 20 grupos de cientistas brasileiros atuantes nos Estados Unidos, sobretudo na Califórnia e na região da Nova Inglaterra. Eles se reúnem com frequência para trocar experiências científicas ou ligadas ao empreendedorismo (ver Pesquisa FAPESP nº 275). Em paralelo, a equipe da pesquisadora também se prepara para estudar a diáspora científica brasileira no Reino Unido, de dimensões inferiores à norte-americana.

Em vez de temer a fuga de cérebros, vários países encararam o trânsito de pesquisadores como uma

oportunidade. “China e Índia trataram a saída de talentos como questão estratégica, usando os pesquisadores que se radicaram no exterior para fomentar colaborações científicas e ajudar sua indústria a ingressar no mercado norte-americano. No Brasil, nunca mobilizamos nossos migrantes”, afirma Balbachevsky. “Talvez o país cometa um erro ao tentar trazer tanta gente de volta. Se mais pesquisadores ficassem no exterior, poderiam intensificar pontes com a nossa ciência e formar mais estudantes brasileiros em seus grupos.”

O Ministério da Ciência e Tecnologia da Índia rotineiramente engaja talentos radicados no exterior em suas iniciativas, convocando-os a fazer avaliação de projetos de pesquisa e a supervisionar sua implementação. Em Taiwan, o surgimento de uma indústria de capital de risco nos anos 1980 foi apoiada diretamente pelos chineses insulares que haviam migrado para o Vale do Silício, nos Estados Unidos — muitos deles retornaram para criar empresas com o apoio do governo e disseminaram sua expertise. A Coreia do Sul incorporou a contribuição de talentos expatriados em sua agenda de desenvolvimento, um movimento que Argentina e México tentam fazer, ainda com poucos resultados.

Até mesmo o Chile, que a exemplo do Brasil tem um contingente relativamente baixo de talentos no exterior, beneficiou-se da experiência deles: a criação de empresas de base tecnológica no país foi fortemente influenciada, desde o final dos anos 1990, pela participação de chilenos radicados nos Estados Unidos com conhecimento em ciência avançada e empreendedorismo. “Os membros da diáspora atuam como antenas para detectar os segmentos das instituições nacionais que são mais dinâmicos e têm melhor desempenho e também funcionam como veículos institucionais para expandir esses segmentos”, escreveu o economista Yevgeny Kuznetsov, do Migration Policy Institute, nos Estados Unidos, no livro *How can talent abroad induce development* (Migration Policy Institute — 2013), que analisa os exemplos citados acima. Na avaliação de Kuznetsov, os países com mais êxito em aproveitar a contribuição de seus talentos no exterior foram os que organizaram grupos de lideranças da diáspora, facilitaram

### EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE JOVENS DE ALGUNS PAÍSES QUE FORAM ESTUDAR NOS ESTADOS UNIDOS

		Brasil	China	Índia	Rússia	Argentina	África do Sul	Chile
Graduação	2016-2017	6.310	142.851	21.977	2.345	866	1.045	675
	2017-2018	7.359	148.593	23.346	2.373	923	1.156	712
Pós-graduação	2016-2017	3.977	128.320	104.899	1.925	911	519	1.298
	2017-2018	4.208	130.843	95.651	1.857	882	550	1.257

FONTE: INSTITUTE OF INTERNATIONAL EDUCATION (IIE)

## O RISCO DE PERDER A ATRATIVIDADE

Especialista em física da matéria condensada e química quântica, o alemão Klaus Capelle (*foto*) chegou há 22 anos no Brasil, onde desenvolveu sua trajetória de pesquisador e gestor: foi professor da USP, reitor da Universidade Federal do ABC (UFABC) entre 2014 e 2018 e hoje trabalha no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM). Graduado em física na Universidade de Würzburgo, na Baviera, onde também fez mestrado e doutorado, Capelle obteve uma bolsa para fazer um estágio de pós-doutorado no Brasil e chegou ao Instituto de Física de São Carlos, da USP, em 1997, a princípio para passar um ano sob a supervisão do físico Luiz Nunes de Oliveira. Acabou criando raízes.

Entre 1999 e 2003, tornou-se bolsista do programa Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes, da FAPESP, montando seu grupo de pesquisa no Instituto de Química de São Carlos da USP. Nos anos seguintes, passou temporadas como pesquisador visitante nas universidades de Missouri (Estados Unidos) e Bristol (Reino Unido), entre outras. Recebeu convites para voltar para a Alemanha e se estabelecer no Reino Unido, mas optou por ficar no Brasil. "Eu me entusiasmei com a ideia de construir algo novo, o que na Europa não seria possível", diz Capelle, que depois de atuar como professor na USP entre 2003 e 2009 deixou a instituição

para trabalhar na UFABC. Por lá, além do trabalho como pesquisador, tornou-se pró-reitor em 2010 e reitor em 2013. Desde 2018, atua no CNPEM, em Campinas.

Capelle ainda não vislumbra uma saída de pesquisadores do Brasil maior do que em períodos anteriores, mas não descarta que isso possa acontecer e alerta para outro perigo criado pela crise atual: o desinteresse de cientistas do exterior de vir ao Brasil, como pesquisadores permanentes ou visitantes. "A diminuição da taxa de entrada de cientistas do exterior no país e a preocupação de instituições estrangeiras com a falta de contrapartidas brasileiras em programas colaborativos podem comprometer a ciência brasileira tanto quanto uma fuga de cérebros", diz.

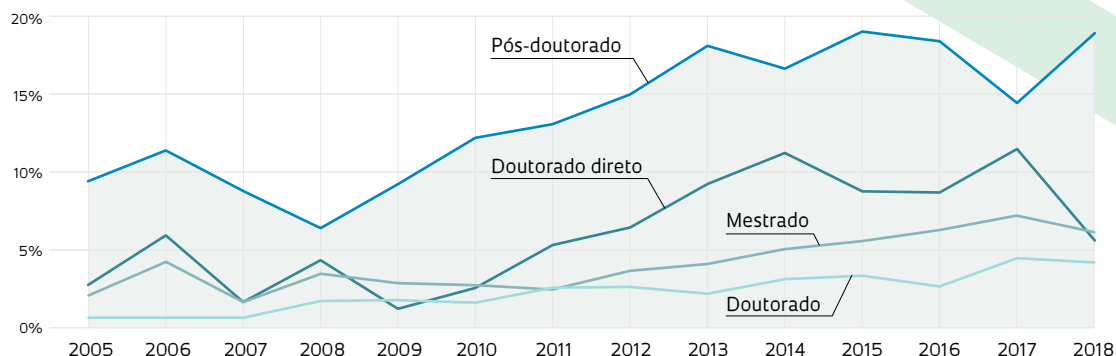
A fixação no país de pesquisadores com o perfil de Capelle é uma das metas do programa Jovens Pesquisadores, que financia a formação de núcleos liderados por doutores com alto potencial, trazendo experiência internacional para implantar linhas de pesquisa competitivas mundialmente. O programa oferece um auxílio que garante financiamento para que os contemplados montem seus laboratórios. No caso dos pesquisadores sem vínculo empregatício, a FAPESP oferece uma bolsa equivalente à de estágio de pós-doutorado. A intenção é que eles possam se preparar para que mais tarde concorram em concursos nas próprias universidades que os receberam.



Dos cerca de 1,6 mil cientistas que já se beneficiaram do programa desde 1995, 9,4% se graduaram no exterior. Outras modalidades de bolsa oferecidas pela fundação também atraem pesquisadores de fora (*ver quadro abaixo*). Das 694 bolsas de pós-doc concedidas pela FAPESP em 2018, 18,8% foram para estrangeiros, com destaque para as ciências exatas e da Terra, onde o percentual de graduados no exterior é de 32% (*ver reportagem na pág. 40*).

## BOLSAS CONCEDIDAS A ESTRANGEIROS EM SÃO PAULO

Percentual de bolsistas da FAPESP com graduação no exterior, em várias modalidades



FONTE: FAPESP



a interação desses grupos com agências locais, apoiaram projetos de qualidade e com objetivos definidos e deram foco ao empreendedorismo.

#### SAÍDA À CHINESA

Por muito tempo chineses migravam em massa para fazer pós-graduação no exterior, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Apenas em 2008, cerca de 180 mil deles saíram do país, 25% a mais que no ano anterior. “Nos últimos anos, porém, os chineses criaram projetos para trazer de volta cientistas, empreendedores e outros especialistas de alto nível espalhados pelo mundo”, comenta o climatologista Carlos Nobre, ex-presidente da Capes. O objetivo, ele diz, era investir em uma ciência robusta e articulada com redes internacionais de

conhecimento, de modo a dar sustentação ao seu plano de desenvolvimento. Dados do relatório da OCDE indicam que a China, ao manter cientistas no exterior e ao trazer parte deles de volta, quase dobrou sua porcentagem de colaborações científicas internacionais entre 2005 e 2015 — de 7,4% para 12,2% do total de artigos publicados.

Desde o início dos anos 2000 o debate sobre diáspora científica e seus efeitos globais e regionais foi retomado com foco nos efeitos positivos que esses processos podem ter na mobilização de redes internacionais de cooperação. Segundo Ana Carneiro, essa nova abordagem veio contrapor a ideia de “fuga de cérebros” por outros dois modelos de dinâmicas migratórias para caracterizar a mobilidade acadêmica: circulação de cérebros (*brain circulation*) e rede de cérebros (*brain network*). “Esses conceitos se conectam no sentido de que os membros das diásporas científicas, mesmo a distância, podem influenciar as instituições do país de origem a construir redes de pesquisas transnacionais”, explica a socióloga.

Um estudo publicado em 2017 na *Nature* avaliou 14 milhões de artigos publicados por milhões de cientistas entre 2008 e 2015. Constatou-se que a taxa de citação dos artigos dos pesquisadores com mais de um país de afiliação em seus trabalhos — que, portanto, circularam por diferentes instituições e culturas acadêmicas — era 40% maior do que a dos que apresentaram apenas um país de afiliação em seus artigos. “Pesquisadores em posições de liderança no exterior podem enriquecer a experiência da comunidade científica nacional, sobretudo em áreas consideradas essenciais para o desenvolvimento do país”, diz o físico Eduardo

Couto e Silva, diretor do Laboratório Nacional de Biorrenováveis do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (LNBR-CNPem), em Campinas, que fez carreira no exterior, com passagens por instituições científicas na Suíça e nos Estados Unidos, mas há 10 anos decidiu voltar.

É comum que talentos radicados no exterior tenham disposição e interesse em manter vínculos com o país de origem. É o que tem feito o biólogo Jair Siqueira-Neto, professor na Universidade da Califórnia em San Diego, nos Estados Unidos. Siqueira-Neto trabalha na Califórnia desde 2014, depois de uma temporada no Instituto Pasteur em Seul, na Coreia do Sul. “Desde então, cooriento alunos brasileiros e mantenho diversas colaborações de pesquisa com universidades no Brasil.”

Uma tentativa recente para ampliar a mobilidade de estudantes e pesquisadores brasileiros foi encerrada depois de consumir grandes quantidades de recursos e sem que se avaliasse sua eficiência. O programa Ciência sem Fronteiras (CsF) foi lançado em 2011 com a ambição de enviar mais de 100 mil estudantes de graduação e pós-graduação para o exterior (ver Pesquisa FAPESP nº 256). Ao todo, 92.880 bolsas foram implementadas até 2016, na maioria de graduação sanduíche no exterior. Segundo Concepta Margaret Pimentel, ex-diretora de Relações Internacionais da Capes, havia a intenção de atrair talentos de fora, mas ela não deu certo. O CsF pretendia conceder 2 mil bolsas para cientistas visitantes, mas menos da metade delas foi concedida, pois poucos se interessaram em vir ao país nas condições oferecidas.

Na sua avaliação, um dos equívocos do CsF foi ter apostado na quantidade de estudantes a serem enviados ao exterior, e não na qualidade. “Saiu o decreto e em pouco tempo tínhamos de mandar mais de 100 mil pessoas para fora, além de atrair talentos estrangeiros. Para fazer isso é preciso ter contatos, construir redes com pesquisadores e instituições de outras nações”, conta. “O programa teria sido mais efetivo se tivesse focado na pós-graduação, na qual o conhecimento é produzido.” Para substituí-lo, a Capes lançou em 2017 o Programa Institucional de Internacionalização das Universidades Brasileiras (PrInt), com o fito de fomentar parcerias internacionais nos programas de mestrado e doutorado. Em fins do ano passado, a Capes divulgou a lista das 36 instituições selecionadas para participar do programa. A expectativa é de que elas recebam recursos federais para o financiamento de planos estratégicos de internacionalização de suas atividades de ensino e pesquisa. Seja qual for a iniciativa adotada pelo Brasil, seus impactos dependerão de um ambiente institucional doméstico com infraestrutura de pesquisa e recursos para financiamento de projetos. ■

**6,1 MIL**  
pesquisadores  
saíram dos  
Estados Unidos  
rumo ao Brasil  
entre 2006  
e 2016, segundo  
dados da OCDE

# Mais espaço para as mulheres

Física estudiosa das propriedades da água combate a discriminação de gênero na ciência

**Yuri Vasconcelos**, de Porto Alegre

RETRATO Léo Ramos Chaves

VERSÃO ATUALIZADA EM 04/09/2019

**N**ão é de hoje que a física carioca radicada em Porto Alegre Márcia Barbosa luta contra preconceitos e discriminação em relação às mulheres na ciência. Essa jornada começou nos anos 1970, durante a graduação em física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), quando decidiu concorrer à presidência do centro acadêmico. Ganhou abrangência em 1999, quando, já como professora do Departamento de Física da UFRGS, ingressou em um grupo de trabalho da União Internacional de Física Pura e Aplicada (Iupap) que examinava a participação feminina nessa área, e chegou ao auge – embora pareça longe de terminar – em 2013, ao ganhar o Prêmio L’Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência.

Ao receber a premiação, na Universidade de Paris 4-Sorbonne, ela disse que a ciência era um trabalho empolgante, embora ainda houvesse poucas mulheres cientistas, proporcionalmente aos homens. E comparou o momento de uma descoberta científica a um orgasmo: “Imaginem que tristeza é proibir que 50% da população tenha um sentimento tão maravilhoso!”.

Entre aplausos e muxoxos, a cientista, que nos últimos 20 anos estuda as propriedades físicas da água, alertou sobre a situação das mulheres pesquisadoras, cuja participação cai ao longo da carreira científica, enquanto a de colegas homens aumenta. A competência das mulheres deixa de ser reconhecida em razão de preconceitos que já deveriam ter sido eliminados, como ela argumenta, de forma apaixonada, nesta entrevista concedida a *Pesquisa FAPESP* em seu laboratório na UFRGS.

**IDADE** 59 anos

**ESPECIALIDADE**

Física teórica

**INSTITUIÇÃO**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

**FORMAÇÃO**

Graduação (1981), mestrado (1984) e doutorado (1988) pela UFRGS

**PRODUÇÃO**

**CIENTÍFICA**

136 artigos



**Seus pais queriam que fosse médica ou engenheira, mas você decidiu ser física. Por quê?**

Quando eu tinha 15 ou 16 anos, o professor Eberhardt Frank, diretor do Colégio Estadual Marechal Rondon, em Canoas [RS], onde eu estudava, me convidou para ajudar a criar um laboratório de ciências, talvez já vendo que eu tinha uma queda para essa área. Estudava à tarde e durante um ano trabalhei à noite na montagem do laboratório, com os professores de química e de física. A convivência foi muito rica. O professor Milton Zaro, de física, me trazia problemas para resolver. Um dia, propôs fazer um forno elétrico com tijolos e uma resistência elétrica. Depois, quis que eu criasse um dispositivo de efeito fotoelétrico [emissão de elétrons por materiais iluminados por frequências específicas de ondas eletromagnéticas] com vácuo, o que era muito difícil. Descobri que a física era um campo de experimentação, aventura e descoberta. Foi aí que resolvi que queria fazer física e ser cientista. Não me via seguindo profissões tradicionais, como medicina ou engenharia, como meus pais queriam. No começo foi difícil, mas com o tempo eles aceitaram minha decisão.

**Na década de 1970, como era a participação das mulheres no curso de física?**

Dos 80 alunos que entraram em física comigo em 1978, só oito eram meninas. Na formatura, eu era a única mulher, porque minhas colegas desistiram ao longo do curso. A desistência em geral era grande. Eu também via que não tinha mulheres na liderança na área de física. Tanto é que fui a primeira presidente do centro acadêmico. Quando decidi concorrer, meus colegas fizeram uma oposição forte, extremamente machista. Usei como lema algo como “frente ampla” e eles circularam cartazes com desenhos de mulheres sem camisa. Via que tinha algo errado, mas ao invés de fugir decidi mudar essa situação.

**Como fez?**

Percebi que o primeiro passo para mudar a condição opressiva das mulheres na física era integrar comissões formais da universidade e participar de debates e decisões. No início, sofri uma invisibilidade muito desagradável. Mas, quando se é invisível, também é possível agir sem as pessoas notarem. Quando era representante dos alunos no Departamento

“

**Minha saia incomoda muita gente. Mas quero que as pessoas me aceitem do jeito que estou vestida**

de Física, participei de uma reunião em que se ia fazer a lista de candidatos a professores substitutos. Naquela época, a seleção passava pelos interesses dos pesquisadores seniores, que escolhiam os alunos que eram orientandos deles – e não os que poderiam dar boas aulas. Ao sair da reunião, chamei os estudantes de doutorado e disse como a lista era formulada. Eles ficaram revoltados. Na reunião seguinte para decidir sobre os substitutos, os professores se perguntavam como a lista tinha vazado. Eu era tão invisível que ninguém pensou em mim. Às vezes, a invisibilidade traz benefícios.

**O Prêmio da L'Oréal, em 2013, quebrou de vez sua invisibilidade, não?**

O impacto foi imenso. Vi que era uma chance de transformar a premiação em militância. Tive muita visibilidade e sempre que ia conceder uma entrevista falava dos fenômenos físicos da água, da falta de água no mundo, da questão de gênero e da mulher na ciência. Na entrega do prêmio, na Universidade de Sorbonne, eu tinha dois minutos para falar. Disse que a ciência era uma coisa maravilhosa,

mas havia poucas mulheres cientistas no Brasil e no mundo. Conteí que um dia um jornalista me perguntou o que uma pessoa sente quando faz uma descoberta. Eu disse que era a mesma sensação de um orgasmo: “Imaginem que tristeza é proibir que 50% da população tenha um sentimento tão maravilhoso!”. O público da Sorbonne veio abaixo. A apresentadora falou: “Está quente aqui, né?”. Depois, o presidente da L'Oréal me procurou e disse que teria de pedir aos funcionários um orgasmo por dia. No ano seguinte, talvez por causa do prêmio, fui escolhida para ingressar na Academia Brasileira de Ciências. Como não tenho o perfil tradicional dos membros da instituição, muita gente ficou incomodada. Um dos comentários que me contaram que circulava foi de que fui escolhida porque uso saia curta.

**Uma fala preconceituosa e misógina.**

Sim, porque minha saia incomoda muita gente. Em uma reunião para escolha da chefia do Departamento de Física, quando eu organizava uma chapa para concorrer, um dos colegas fez menção à minha saia curta. É um assunto que rende. E é por isso que eu uso. Quero que as pessoas me aceitem do jeito que estou vestida. Em março, estive no Cairo, no Egito, exatamente como estou agora [de saia curta] e consegui que o Brasil fosse escolhido como sede do Fórum Mundial de Mulheres na Ciência, em 2020. Não foi por causa disso, claro, mas pela minha argumentação.

**Quando começou a defender a maior participação das mulheres na ciência?**

Em 1999, na assembleia geral da Iupap, que reúne as sociedades de física, discutiu-se por que não havia mulheres na física em geral e particularmente na instituição. Criou-se um grupo de trabalho para debater a questão e o então presidente da Sociedade Brasileira de Física, Humberto Brandi, sugeriu meu nome. Eu não tinha escrito nada sobre o assunto, mas ele me indicou para fazer parte do grupo porque sabia que eu era, digamos, uma pessoa incomodativa. A primeira reunião juntou mulheres de vários lugares do mundo em um hotel em Washington. Os presidentes das outras sociedades indicaram cientistas importantes. Eu era uma estranha no ninho: saia curta, mais jovem, superfalante.

### Qual foi o resultado da reunião?

Decidimos fazer uma conferência internacional na Unesco [Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura], em Paris, sobre o tema mulheres na ciência, e fui escolhida para a coordenação. Trouxemos 300 representantes de 65 países, sendo 85% delas mulheres. Foi a primeira Conferência Internacional de Mulheres na Física, realizada em 2002. Levantamos dados mostrando que as mulheres desaparecem ao longo da carreira. Levamos esses dados para a Iupap com o pleito de que devemos ter mais mulheres na instituição. As coisas começaram a mudar, lentamente. Hoje, quem pede dinheiro à Iupap para organizar um encontro científico já sabe que terá de responder: quantas mulheres existem no comitê organizador do evento e entre os palestrantes convidados? Criou-se um comitê de gênero na instituição e, alguns anos depois, uma mulher, a sueca Cecilia Jarlskog, ocupou pela primeira vez a presidência da Iupap; fui uma das pessoas a ocupar a vice-presidência.

### A situação das mulheres nas ciências humanas, exatas e biológicas é a mesma?

Há um problema comum. As mulheres, à medida que avançam na carreira, vão desaparecendo, percentualmente. Em biológicas, a participação feminina na graduação é de pelo menos 50%, mas diminui no mestrado, no doutorado e na participação no corpo docente da universidade. Nas academias de ciências nacionais, a média é de 25%. O primeiro grande problema é que a mulher raramente chega ao topo. Outro problema é específico da física. A graduação começa com uma proporção baixa de estudantes mulheres, embora os dirigentes e professores homens se neguem a reconhecer essa situação. Havia colegas no Departamento de Física da UFRGS que diziam que existia quase metade de alunas no curso, quando havia somente 20%. É assim também em outras áreas das exatas. Realizei um estudo com colegas e descobrimos que a área de energia no Brasil tem apenas 14% de mulheres em posições de liderança, o que é pouco e muito menos que os 30% de engenheiras que se formam todos os anos. Por isso, minha preocupação sempre foi deixar claro, primeiramente, que tínhamos um problema, a baixa representatividade das mulheres. Ao ver as conquististas e a situa-



A cientista na entrega do Prêmio L'Oréal-Unesco para Mulheres na Ciência, em 2013

ção em outros países, meu desespero era ouvir de muita gente que não tínhamos nenhum problema desse tipo no Brasil.

### E como fez para lidar com essa negação?

Como era improdutivo discutir sem dados concretos, tratei de construir os levantamentos, já que não havia nenhum. A primeira dificuldade – que por si só já expressa a discriminação contra as mulheres – é que o CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] não tinha informação tabulada por gênero na Plataforma Lattes. Para fazer esse levantamento, tive de abrir currículo por currículo, olhar o nome da pessoa e procurar na internet quando tinha dúvida se era homem ou mulher. Com esse levantamento mostramos, por exemplo, que as mulheres no nível mais baixo da carreira de pesquisadora na física tinham, em média, 20 artigos mais do que os homens. Isso era um absurdo. Queria dizer que elas eram mais velhas, não progrediam na carreira e acumulavam artigos. Nessa primeira etapa trabalhei muito com dados.

### Como está hoje?

Já se reconhece a baixa participação das mulheres na ciência no Brasil. Mas ocupar cargos de direção ainda é difícil. Nas exatas, incluindo ciência da computação, continuamos minoria. Uma aluna de doutorado está terminando um trabalho que mostra que o cenário, na verdade, se deteriorou. A situação estava melhoran-

do, mas o perfil dos profissionais da área de ciência da computação mudou muito. Quando começou, nos anos 1980, era um trabalho chique, elegante, quase o de uma secretária. À medida que informática virou uma profissão de *status* e dinheiro, os homens entraram e dominaram.

### Embora lentos, há avanços, não?

Sim. Como fruto do trabalho com grupos feministas nas áreas de humanas, a licença-maternidade para bolsistas de mestrado, doutorado, pós-doc e de produtividade e pesquisa foi aprovada no Congresso Nacional e virou lei. Também como resultado de nossa mobilização, o CNPq, com a participação de acadêmicas, organizou um edital para meninas do ensino médio de escolas públicas fazerem pesquisa na área de exatas na universidade. Por meio dele, foram criados grupos no Brasil inteiro, em 2013. Outra iniciativa foi o Elas nas Exatas, associado ao fundo social Elas, do Unibanco, em 2017, que criou grupos que promovem eventos maravilhosos. Um deles faz circuitos eletrônicos com material reciclado em escolas de periferia do Rio de Janeiro. Esses programas identificam moças do ensino médio com talento para ciência e as encaminham para a universidade. O grupo Meninas na Ciência, da Carolina Brito, aqui da UFRGS, leva a robótica para as escolas.

### Como você vê o Brasil em comparação aos Estados Unidos e à Europa?

Temos outras formas de resolver problemas. Nos Estados Unidos os pesquisadores se movem muito entre instituições durante sua formação, o que acentua a preocupação com a família. Lá não há licença-maternidade e a creche é caríssima. Em um congresso de que participei há pouco nos Estados Unidos, uma colega física contou que queria ter um filho, mas não poderia porque não existe creche onde ela mora, em um laboratório de pesquisa do governo no meio do deserto. Os pais dela moram do outro lado do país. Uma das ganhadoras comigo do Prêmio L'Oréal, a norte-americana Deborah Jin, trouxe os pais aposentados para morar perto dela para que ajudassem com os filhos. Em alguns países da Europa, como Portugal e Espanha, onde se tem apoio da família, a situação é um pouco melhor. Na Alemanha, além da falta de creches, persiste a visão de que a mulher tem de

cuidar dos filhos até completarem 2 anos. Nos países árabes, há muitas mulheres na universidade, mas a carreira é o problema. Elas não galgam o poder.

### ***Você acha que teria progredido mais rapidamente na carreira se fosse homem?***

Com certeza, mas também teria progredido mais lentamente se não fosse tão falante! O gênero e a personalidade contam pouco; o critério a ser considerado deve ser unicamente a competência. Mas, ao perceber que sou falante, briguenta e ter mais tempo do que as outras mulheres por não ter filhos ou família, me vi com uma vantagem, ainda que pequena, que resolvi usar para que a próxima geração de pesquisadoras não precise nem ser falante nem homem para crescer na carreira. Meu sonho, como cientista, é fazer uma ciência melhor e mais justa, com diversidade e ideias novas e complementares.

### ***Como vê o assédio moral ou sexual na universidade e instituições de pesquisa?***

É algo de que se fala pouco, porque só agora começou a ser medido. Um estudo do Instituto Avon mostrou que 50% das meninas entrevistadas na Universidade Federal de São Carlos [UFSCar] disseram que já tinham sofrido assédio sexual ou moral. É preciso haver uma diferença hierárquica ou uso de força para configurar assédio. Mas pode ocorrer também quando, por exemplo, um professor ou técnico é o único que sabe mexer em determinado equipamento e se vale dessa circunstância para forçar uma situação de intimidade com uma aluna que precisa dos dados daquele aparelho.

### ***Você mesma já foi alvo de assédio sexual nos anos 1990. Como foi?***

Foi horrível. Essa pessoa, um professor estrangeiro, já se aposentou. Eu era muito jovem e sempre fui muito comunicativa. Durante um evento, dei atenção a ele, que se confundiu. Falou que tinha que deixar uma coisa no quarto do hotel e me agarrou. Reagi e paguei por anos porque, naturalmente, essa pessoa me detestou pelo resto da vida. Em outro evento, ele falou, numa roda de colegas: “A Márcia é perfeita, não tem pecados”. Isso era uma mensagem. E eu respondi: “Não, eu escolho muito bem os meus pecados”. Ele era uma pessoa relevante na minha área e, claro, isso teve custos científicos. Quando conto

essa história sempre tem alguém que vai pensar “quem mandou ela chegar perto do quarto dele?”. Para muitos, a mulher sempre é a culpada. Não aceito isso. Não tenho culpa. Muitas mulheres já desistiram da ciência por causa desses cretinos. E sabemos quem são. Convivemos com eles todos os dias e não podemos fazer nada por falta de legislação.

### ***O que deveria ser feito?***

Temos de ter regras de conduta sobre como tratar as pessoas dentro da instituição, com punições claras. Nenhum professor pode atormentar uma aluna. Os distúrbios mentais entre alunos de pós-graduação podem se agravar não só como resultado da pressão do curso, mas também da maneira como as pessoas são tratadas na universidade. Em outros países, há códigos de ética e de conduta. O professor sabe que não deve atender uma aluna de porta fechada, tocar nela ou convidar para um café. As regras são exageradas, mas necessárias. Precisamos de um *me too* na ciência [movimento internacional contra o assédio e agressão sexual surgido no meio artístico]. Mesmo sem



Precisamos de regras de conduta, com punições claras, sobre como tratar as pessoas dentro da universidade

legislação, já tivemos este ano três casos de demissão de professores por assédio, nas federais de Goiás [UFG] e Fluminense [UFF], que só ocorreram porque havia forte documentação, como gravações, e os administradores foram firmes. Aqui na UFRGS, coletamos frases machistas e discriminatórias de professores e estudantes para mostrar como são inadmissíveis. Lançamos um e-mail para receber denúncias e um questionário para medir o alcance do assédio sexual e moral.

### ***O que deve fazer quem sofre assédio de um professor na universidade?***

Prestar queixa numa delegacia e procurar a ouvidoria da universidade, que deve abrir um processo administrativo disciplinar para apurar o ocorrido. É importante que quem sofreu assédio reúna provas, como e-mails ou gravações, e procure pelo menos outra pessoa que foi assediada, caso contrário será a palavra do professor contra a dela. Ainda são poucos os casos que chegam ao setor responsável por esse tipo de denúncia, e o processo pode durar anos. Para andar mais rápido, é preciso vontade política e legislação. Enquanto isso, as mulheres se defendem de outras maneiras, comunicando entre elas os nomes de professores e funcionários que cometem assédio e evitando conversas e reuniões que ofereçam riscos.

### ***Como pesquisadora, por que resolveu estudar a água?***

Em 1990, ao voltar de um pós-doutorado com Michael Fisher na Universidade de Maryland, nos Estados Unidos, e me tornar professora do Departamento de Física da UFRGS, precisava decidir que caminho iria seguir. Vinha da área de estado sólido, sem água nenhuma, e fui estudar misturas do tipo surfactantes, como havia feito em Maryland. Comecei a trabalhar com polímeros, DNA, tudo em solução aquosa, e percebi que esses sistemas tinham perguntas interessantes e mal postas. A água ainda era vista como coadjuvante, embora já começasse a mostrar que poderia ter outros papéis. Naquela época, ninguém no departamento olhava para líquidos e criei um grupo de pesquisa de fluidos complexos, com foco em líquidos.

### ***Como era formado esse grupo?***

Éramos eu, o professor Paulo Netz e dois doutorandos. Pensei que poderíamos fazer polímeros carregados por eletrólitos

[substâncias que carregam cargas elétricas quando dissolvidas em um líquido]. Escrevi alguns artigos nessa área, mas depois concluí que deveria mudar o foco da minha pesquisa. Na época aconteceram algumas coincidências. No início de 1996, em um congresso no México, conheci Eugene Stanley, um dos maiores pesquisadores em água no mundo, da Universidade de Boston, nos Estados Unidos. Fiquei apaixonada por essa área. Outra coincidência foi a chegada do Paulo Netz, que havia feito doutorado em polímeros na Alemanha, e ainda não sabia bem o que pesquisar. Eu sugeri e ele aceitou que a gente começasse a estudar água.

### **O que vocês queriam saber?**

Quando comprimíamos os sistemas de carga elétrica, como polímeros, DNA e proteínas, apareciam coisas estranhas. A metodologia, que pressupunha que a água era um meio uniforme, não funcionava. A água se comportava de formas diferentes, dependendo da densidade dos outros materiais. Decidi estudar a água durante meses, entender tudo e voltar a colocar a água nos sistemas carregados. Os meses já duram 15 anos, porque fiz descobertas interessantíssimas. A água tem mais de 70 comportamentos possíveis, diferentes dos de qualquer outro material, e não comportamentos anômalos o tempo todo, mas apenas sob certas pressões e temperaturas.

### **Qual a origem desses comportamentos?**

É o fato de a água formar um dipolo: o átomo de oxigênio e os dois de hidrogênios formam uma ligação química do tipo covalente em forma de V com uma distribuição peculiar de elétrons no vértice do V. Isso permite que as moléculas de água fiquem atraídas, constituindo, em função do formato em V, até quatro ligações de hidrogênio. As ligações entre os átomos da maioria das outras moléculas simples são lineares. Meu trabalho de pesquisa consiste em fazer modelos computacionais mínimos para entender a origem da anomalia a partir de ingredientes muito pequenos. A anomalia mais comum, que serve para balizar o modelo computacional, é a da densidade. A redução da temperatura causa uma diminuição de volume com quase todos os materiais, mas com a água é o contrário: em temperaturas abaixo de 4 °C, ela começa a se expandir. Quando atinge o estado de gelo,



**Meu sonho, como cientista, é fazer uma ciência melhor e mais justa, com diversidade e ideias novas**

se expande mais ainda. O gelo flutua na água graças à anomalia da densidade, porque fica mais volumoso e menos denso.

### **O que mais lhe interessou no estudo das anomalias da água?**

Inicialmente foi o fenômeno da mobilidade. Havia experimentos que mostravam que, com o aumento da pressão, a água em regiões muito frias, a chamada água superfria, que não congela, se movia mais rapidamente quanto mais as moléculas se aproximavam, o que é contraintuitivo. Afinal, quanto mais carros no trânsito, mais lento ele fica. Com a água, não. Descobrimos que o coeficiente de mobilidade aumentava com a densidade do sistema. Outra pergunta era quantos vizinhos cada molécula da água superfria poderia fazer. Em condições normais de temperatura, a água faz quatro ligações de hidrogênio e, portanto, pensamos que teria quatro moléculas vizinhas, mas com temperatura baixa esse número aumenta. Queria ver também se, ao mover-se, as ligações se quebravam. Na verdade, não. As quatro ligações se mantêm mesmo com a movimentação da água. No entanto, na região

com o máximo de mobilidade havia seis moléculas vizinhas e não quatro, como era de esperar. A força da ligação entre os átomos também é menor. A água, girando, enfraquece essa ligação. Foi por causa da descoberta do mecanismo dessa anomalia na difusão da água que ganhei o prêmio da L'Oréal. Mas, ultimamente, cada vez que olho para um problema novo sobre as propriedades da água vejo dezenas de grupos de pesquisa no mundo fazendo a mesma pergunta, e com poder computacional muito maior que o meu.

### **Como vocês enfrentam essa limitação?**

No lugar de trabalhar com programas que exigem alta capacidade de processamento, comecei a desenvolver modelos mínimos. Da mesma forma, em vez de trabalhar com oxigênio e hidrogênio, simulo a complexidade da água por esferas que representam efetivamente um tetrâmero de moléculas e têm potencial de modelar a água com menos poder computacional que os modelos complexos. Pesquisadores de outros grupos poderiam dizer que esse é um modelo simplista, que não representa a realidade da água. Para rebater essa crítica, desenvolvemos modelos que representam a anomalia na densidade e na difusão da água de modo satisfatório. Com o modelo mínimo, vimos que a água confinada em nanotubos de carbono flui mil vezes mais rápido do que deveria. As equações da hidrodinâmica usadas para explicar o fluxo de água não se aplicam ao que ocorre nos nanotubos. Mas consegui reproduzir esse fenômeno e explicar o resultado em meu modelo mínimo, que serviu também para revelar o mecanismo por trás da anomalia do fluxo da água.

### **Há aplicações desses estudos?**

Quero usar essas propriedades da água para desenvolver processos mais eficientes de dessalinização da água do mar. Hoje os processos físicos de filtragem e destilação servem para qualquer líquido. Estamos fazendo simulações teóricas com água, sal e nanotubos de carbono, folhas de grafeno e membranas de disulfeto de molibdênio. Ninguém conseguiu descobrir ainda um material que funcione bem, porque o sal gruda nos elementos filtrantes e prejudica seu desempenho. Essa é apenas umas das aplicações possíveis em função do melhor entendimento das propriedades da água. ■



# DES MATAMENTO NA ENCRUZILHADA

Monitoramento da Amazônia realizado pelo Inpe acumula prestígio internacional, mas pode dar lugar a um serviço privado

**Fabrcio Marques**

Imagem do satélite CBERS-4 captada em 15 de agosto mostra queimada na rodovia Transamazônica, entre Canutama e Lábrea (AM), próximo ao rio Purus





Criticado como alarmista e impreciso pelo governo federal e ameaçado de ser substituído por um serviço privado, o sistema que controla o desmatamento da Amazônia desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) acumula prestígio acadêmico e reconhecimento internacional. Cerca de 1,2 mil artigos científicos publicados em revistas indexadas já utilizaram dados fornecidos pelo Programa de Monitoramento do Desflorestamento da Amazônia Legal (Prodes), que fiscaliza a floresta juntamente com o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter). O primeiro avalia as taxas anuais de desmatamento com base na análise de imagens de satélites desde 1988; o segundo emite alertas diários sobre trechos da floresta que estão perdendo cobertura vegetal desde 2004. “Também há centenas de teses e dissertações que se basearam em informações desses programas e as utilizaram em estudos que ajudaram a expandir o conhecimento em sensoriamento remoto”, afirma a estatística Thelma Krug, pesquisadora do Inpe que ajudou a criar

o Prodes e desde 2015 é vice-presidente do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Os dados do Prodes, anunciados uma vez por ano, vêm sendo usados para certificar cadeias produtivas do agronegócio e monitorar o cumprimento de pactos celebrados entre produtores e órgãos ambientais, a exemplo da moratória da soja na Amazônia, entre 2006 e 2010. Da mesma forma, são utilizados como referência pelos países doadores do Fundo Amazônia (Noruega e Alemanha), programa atualmente em suspensão, que já captou R\$ 1,1 bilhão para ações de prevenção e combate ao desmatamento e para construir inventários de emissões de gases estufa, que atestam o desempenho brasileiro em metas internacionais para enfrentar as mudanças climáticas. Já os dados do Deter obtiveram impacto ao balizar políticas públicas na Amazônia Legal: os alertas encaminhados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) foram usados para orientar ações de seus fiscais e estão na raiz da queda das taxas de desmatamento

neste século. Em 2004 foram desmatados 27,7 mil quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), número que caiu para cerca de 4,5 mil km<sup>2</sup> em 2012 – a média dos últimos três anos subiu para cerca de 7 mil km<sup>2</sup>.

A ideia de criar um sistema nacional para monitorar a Amazônia surgiu no final dos anos 1980, quando a pressão internacional pela preservação da floresta obrigou o governo brasileiro a reagir e a assumir compromissos. Uma curiosidade é que o Inpe, ao contrário do que acontece agora, se acostumou a enfrentar críticas por produzir dados considerados conservadores, em geral aquém de cálculos feitos por outras instituições. A metodologia escolhida explica esse tipo de descompasso. A definição de desmatamento adotada pelo Prodes em 1988 é o corte raso de uma área de pelo menos 6,25 hectares. Entende-se por corte raso a eliminação de toda e qualquer vegetação existente sobre uma área. “Naquela época, era necessário interpretar fotos de satélite em papel, que não tinham a definição disponível hoje. Criou-se essa unidade mínima de mapeamento, que

equivale a um quadrado com 250 metros de lado, porque ela permitia uma análise confiável”, explica o engenheiro e especialista em geoprocessamento Gilberto Câmara, um dos criadores do Deter, que foi diretor-geral do Inpe entre 2006 e 2013 e atualmente dirige o secretariado do Grupo de Observações da Terra (GEO), rede com sede em Genebra que auxilia países a cumprir acordos internacionais compartilhando dados de satélites e outras tecnologias.

O objetivo do Prodes, explica Câmara, era evitar que áreas fossem erroneamente apontadas como desmatadas, os chamados falso-positivos, mesmo correndo o risco de não considerar processos em formação. “A hipótese era que, quando cortes menores a 6,25 hectares existissem, eles evoluiriam e acabariam detectados no ano seguinte.” Com a qualidade de imagens e a tecnologia disponíveis hoje, seria possível fazer detecções mais precisas em escala menor, mas o Inpe optou por manter a metodologia, a fim de garantir a comparação com a série histórica. “Dessa forma, é possível delimitar a área de floresta primária da Amazônia, que é mantida até hoje e nunca foi alterada”, diz Krug.

As críticas do governo se concentram no Deter: o atual ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, alegou em entrevista ao portal UOL que o sistema de alertas “não se presta a medir volume de desmatamento, não é preciso e não faz comparações”. Por conta disso, o Ibama lançou um edital em 21 de agosto chamando “empresas especializadas no for-

necimento diário de imagens de satélites de alta resolução espacial para geração de alertas de indícios de desmatamento”. A decisão seguiu-se à demissão do diretor-geral do Inpe, Ricardo Galvão, após dados do Deter indicarem um aumento de 88% na supressão de vegetação quando se compara junho de 2019 com o mesmo mês de 2018. Em várias entrevistas à imprensa, Galvão informou que havia comunicado o crescimento dos focos de desmatamento para o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), ao qual o Inpe é subordinado, e também ao MMA, que é o cliente do Deter, mas não obteve a interlocução alcançada em governos anteriores. Em paralelo, a fiscalização do Iba-

## Sistema de alertas foi criado em 2004 para enfrentar descontrole no desmatamento

ma perdeu ímpeto – segundo dados do próprio instituto divulgados pela revista *Época*, as multas por infrações aplicadas pelo Ibama no país caíram 29,4% nos sete primeiros meses do ano, em comparação com o mesmo período de 2018.

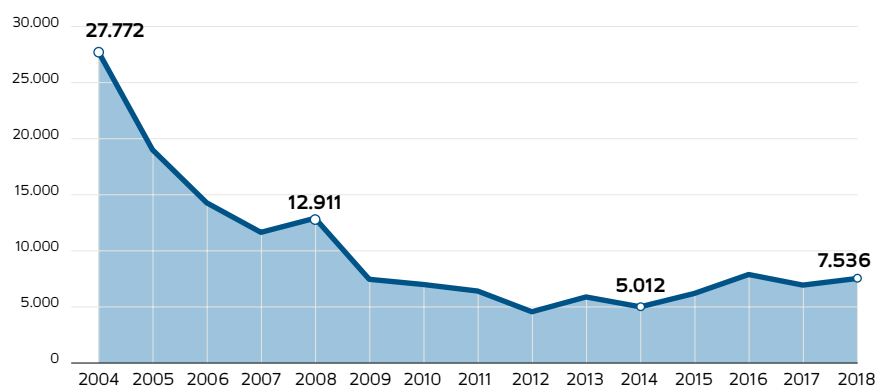
As restrições do ministro Salles não consideram as distinções entre as atribuições do Deter e do Prodes. O Deter nunca teve como objetivo calcular a evolução do desmatamento, mas apontar de forma rápida, com base na interpretação de imagens de diferentes satélites, focos ativos de remoção da floresta a fim de orientar ações do Ibama. O sistema de alertas foi criado em 2004 com uma função complementar à do Prodes, cuja avaliação anual contempla o período de 31 de julho de um ano a 1º de agosto do ano anterior – e tem seus resultados anunciados por volta de dezembro. Embora seja um bom instrumento de avaliação de políticas ambientais, o Prodes não se presta a identificar desmatamentos em seu nascedouro. “O Prodes faz uma espécie de contagem de mortes no cemitério. Anuncia-se em dezembro o que aconteceu até um ano e meio antes”, explica Câmara.

Essa limitação se tornou evidente por volta de 2004, quando houve um descontrole no desmatamento da Amazônia Legal, que subiu para 27,7 mil km<sup>2</sup>. A pedido do MMA, o Inpe desenvolveu um sistema para produzir alertas diários. A metodologia do Deter é mais flexível do que a do Prodes e se tornou mais sensível ao longo do tempo. Entre 2004 e 2017, operou com base nos dados do sensor Modis do satélite Terra, da Nasa, a agência espacial norte-americana – durante essa fase o Deter emitiu mais de 70 mil alertas. Com esse instrumento era possível detectar alterações na cobertura florestal com área maior que 25 hectares. Uma segunda versão do Deter, atualmente em operação, passou a identificar e mapear desmatamentos com área mínima próxima a 1 hectare. Para tanto, usa imagens dos sensores WFI do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS-4) e AWiFS, do satélite Indian Remote Sensing (IRS). Os dados são informados diariamente ao Ibama. Para o público, são divulgados apenas os dados com dimensão mínima de 6,25 hectares.

Enquanto o Prodes mostra o desmatamento por corte raso, o Deter produz alertas com base em diferentes classificações. Mostra se há solo exposto e evidências de atividade de mineração.

## Evolução da perda da floresta

As taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal, segundo o Prodes (em km<sup>2</sup>)



FONTE: PRODES

Apreensão de madeira em desmatamento no território indígena Pirititi, em Roraima, em maio de 2018



Também informa quando há sinais de incêndios florestais e indícios de atividade madeireira, seja com corte seletivo, que apresenta padrão desordenado, ou corte avançado, com padrão geométrico.

A metodologia tem limitações nem sempre compreendidas. A ideia do monitoramento em tempo real não é precisa – se a área desmatada estiver coberta com nuvens, só será possível detectar a mudança quando ela ficar visível para o satélite. Por isso, não é correto comparar os alertas de um mês com os do mês anterior e dizer que houve aumento ou diminuição, pois a presença de nuvens pode mascarar resultados. Também não é adequado somar os alertas, pois uma mesma área pode ser alvo de vários deles. “O Deter pode ver uma área com degradação e emitir um alerta. Se nada for feito, no período seguinte pode ter-se degradado mais e gerar um novo alerta”, explica Gilberto Câmara. Os alertas cessam quando a área é atingida pelo corte raso e a informação é registrada pelo Prodes. Quinze anos de experiência mostram que as tendências apontadas pelo Deter se confirmam nos dados do Prodes, embora registrem só uma parte do desmatamento. De agosto de 2017 a julho de 2018, os alertas sinalizaram desmate em 4,5 mil km<sup>2</sup> e a taxa oficial ficou em 7,5 mil km<sup>2</sup>.

Eduardo Delgado Assad, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, em Campinas, recorda-se das ações concentradas no chamado Arco do Desmatamento, no Pará, quando ele foi secretário de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do MMA, no início dessa década. “Os 44 municípios que mais desmatavam

pararam de receber recursos federais. O resultado foi que Paragominas saiu de principal desmatador para município exemplar na recuperação das áreas desmatadas. O Deter e o Prodes funcionaram como instrumento de política pública.”

#### SISTEMAS SIMILARES

A substituição por um serviço privado é controversa. Uma das características do Prodes e do Deter é a capacidade de cruzar dados de desmatamento com categorias fundiárias, como terras privadas, indígenas e áreas de conservação. “Isso ajuda a entender onde estão os grandes focos – se ficam, por exemplo, em áreas sujeitas a grilagem de terras. As informações auxiliam na criação de políticas para coibir ou reduzir o desmatamento”, diz Krug, do Inpe. Sistemas similares não têm a mesma capacidade. “Há sistemas com resolução menor e interpretação automatizada dos dados. Não mostram quanto da floresta foi desmatada em cada município, em cada terra indígena ou área de proteção. São imagens de alta resolução sem inteligência”, afirma Câmara.

A expertise do Inpe em processamento de imagens de satélites começou a tomar impulso em 1974, quando o instituto comprou por US\$ 1 milhão da época um sistema de processamento de imagens da General Electric chamado Image-100. Na década seguinte, a formação de recursos humanos nos programas de pós-graduação do Inpe levou ao desenvolvimento de duas plataformas, o Sistema de Tratamento de Imagens (Sitim) e o Sistema de Informações Geográficas (SGI), que de-

ram suporte a projetos ambientais como o levantamento de remanescentes da Mata Atlântica Brasileira e o mapeamento das áreas de risco para plantio de culturas de milho, trigo e soja realizado pela Embrapa.

Um grande marco do esforço dos pesquisadores do Inpe foi o Sistema para Processamento de Informações Geográficas (Spring), que unifica o tratamento de imagens de sensoriamento remoto, mapas, redes e modelos numéricos de terreno. “Esse desenvolvimento foi fundamental para que se aprendesse a analisar e interpretar as imagens. O Spring reunia cinco softwares em um só e foi considerado um dos melhores do mundo”, diz Assad, da Embrapa. Outro marco foi o programa Queimadas, que reúne dados sobre queimadas e incêndios florestais e ajuda órgãos estaduais a combatê-los.

Na avaliação de Assad, a experiência do Inpe criou uma cultura de geoprocessamento no Brasil. “Em 1987, esse campo do conhecimento não existia. Hoje, o sensoriamento movimenta R\$ 15 bilhões por ano no país, reúne empresas de monitoramento e de agricultura de precisão e envolve um exército de pesquisadores – só a Embrapa tem 16 laboratórios de geoprocessamento. O Inpe formou boa parte dos profissionais da área”, afirma. Para o pesquisador, o Brasil dispõe de experiência única para identificar a vulnerabilidade de um enorme patrimônio em termos de biodiversidade e equilíbrio ambiental como é a Amazônia. “Isso é o resultado de um extraordinário trabalho de Estado que envolveu sucessivos governos desde os anos 1980.” ■

# COMBUSTÍVEL PARA

# inovação

Estabilidade no financiamento estimulou as universidades estaduais paulistas a investir em cooperação com empresas e transferência de tecnologia

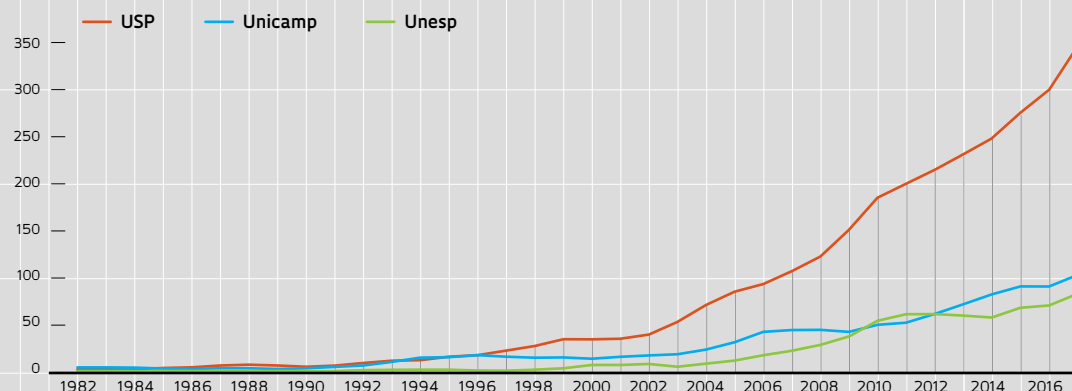
**O**s 30 anos de autonomia financeira das três universidades estaduais paulistas coincidem com o período em que elas ampliaram a proteção da propriedade intelectual gerada por seus pesquisadores, multiplicaram a cooperação com o setor produtivo e incentivaram a formação de empresas de base tecnológica. Na década de 1980, já eram frequentes colaborações de pesquisa entre as empresas e as universidades de São Paulo (USP), Estadual de Campinas (Unicamp) e Estadual Paulista (Unesp). Mas a conquista de um percentual fixo da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para financiar o trio de instituições, em 1989, teve influência em sua capacidade de produzir inovações com impacto econômico na sociedade. “Uma condição essencial para uma universidade cooperar com empresas é a de ter uma pesquisa vigorosa. E a autonomia financeira foi a chave para ampliar a produção científica das

universidades estaduais paulistas”, diz o físico Marcos Nogueira Martins, diretor da Agência USP de Inovação, referindo-se ao aumento do número de publicações científicas das três instituições, que cresceu 16 vezes ao longo das últimas três décadas.

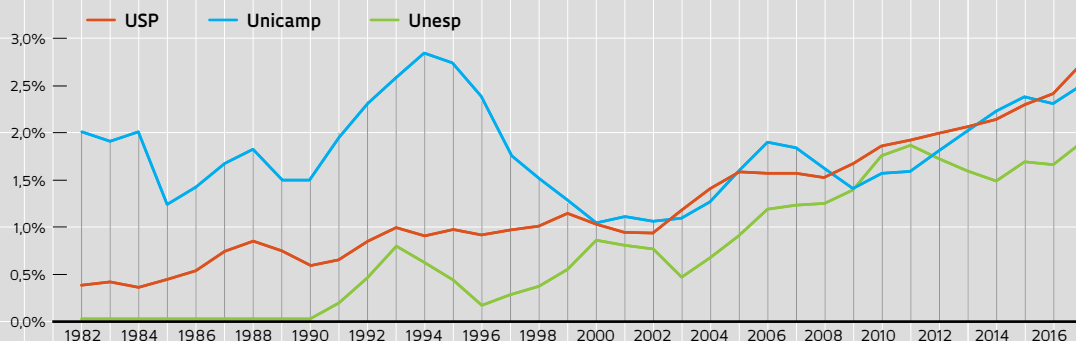
Dados sobre a ciência produzida em parceria com empresas demonstram essa evolução. Em 1989, pouco mais de 0,5% da produção científica da USP indexada na base Web of Science tinha como coautores pesquisadores vinculados a empresas. Já em 2017, a proporção era de 2,7% (ver quadro na página 37). Já a taxa observada na Unicamp evoluiu de 1,5% para 2,5% no mesmo período, enquanto a Unesp partiu de zero em 1989 para perto de 2% de artigos em coautoria com pesquisadores de empresas em 2017. Para se ter uma dimensão comparativa, a média dos Estados Unidos alcançou 2,8% entre 2015 e 2017, enquanto a dos países da União Europeia foi inferior a 2,5% – com França e Alemanha superando

# Produção científica em parceria com empresas

## Itens no Web of Science com coautoria de pesquisadores de universidades e de empresas



## Percentual do total publicado pelas três universidades em coautoria com empresas



os 4%. Dados sobre coautoria entre pesquisadores das universidades paulistas e empresas foram publicados em maio no livro *Innovation in Brazil: Advancing development in the 21st century*, em um capítulo assinado pelo diretor científico da FAPESP, Carlos Henrique de Brito Cruz, que abordou formas de avaliar esse tipo de colaboração no país. O trabalho mostra que a participação de empresas no financiamento da pesquisa superou, no caso da USP e da Unicamp, o desempenho de grandes universidades do exterior. Os dispêndios privados em pesquisa na Unicamp equivaleram a cerca de 13% dos contratos firmados com agências de fomento públicas em 2016. O índice é ligeiramente maior que o da USP, de 12%. Esse desempenho é semelhante ao de instituições como Universidade Yale ou Universidade da Califórnia em São Francisco, nos Estados Unidos.

É extensa a lista de grandes empresas que têm parcerias em pesquisa e desenvolvimento (P&D) com as universidades estaduais paulistas: Petrobras, Basf, Cargill, LG, Pirelli e Natura são algu-

mas das mais frequentes. Segundo o economista Renato Garcia, USP, Unicamp e Unesp estavam bem posicionadas no momento em que empresas saíram em busca de apoio externo em seus esforços de P&D. “Até os anos 1990, a inovação nas empresas no Brasil era realizada intramuros e gerava um conjunto de produtos e processos capazes de garantir competitividade. Isso se tornou insuficiente nos últimos 15 anos e as universidades viraram um canal privilegiado para abastecer as empresas de conhecimento e inovação”, explica Garcia, do Instituto de Economia da Unicamp.

Um estudo encomendado no ano passado pela Associação Brasileira da Propriedade Intelectual (ABPI) com base em 4 milhões de currículos da plataforma Lattes mostrou que, em um universo de 15,6 mil pesquisadores brasileiros que informaram atividade no campo da proteção da propriedade intelectual, mais de 84,5% exibiam uma produtividade acadêmica elevada, com média de 27 artigos publicados (ver Pesquisa FAPESP nº 276). As três estaduais paulistas se destacam

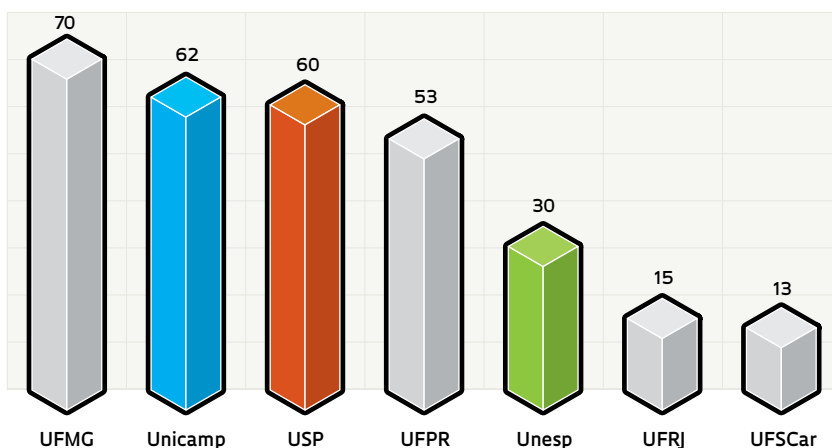
nesse estudo: entre os 11,4 mil pesquisadores e inventores de todo o país que tiveram alguma patente concedida, 7,3% trabalhavam na USP, 4% na Unicamp e 2,3% na Unesp.

**N**a década passada, a criação de agências de inovação nas três universidades ajudou a organizar a proteção à propriedade intelectual, identificar resultados de pesquisa de interesse de empresas e celebrar contratos de transferência de tecnologia. A Unicamp lançou sua agência, a Inova, em 2003, um ano antes da criação da Lei de Inovação, que determinou que todas as instituições de ciência e tecnologia do país formassem Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT) para a gestão de sua política de inovação. A universidade sempre se distinguiu em rankings brasileiros de pedidos de patentes. Na última lista divulgada pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), referente a 2017, a Unicamp estava em primeiro lugar no ranking geral, com 77 depósitos (ver Pesquisa FAPESP nº 269) – apenas uma empresa, a CNH Industrial, aparece nos 10 primeiros lugares da lista, dominada por universidades. Com mais de mil patentes ativas, a universidade ostenta bom desempenho em transferência de tecnologia – em 2018, havia 115 contratos ativos de licenciamento com empresas que geraram royalties para a universidade de R\$ 1,7 milhão. Apenas em 2018 houve 22 novos licenciamentos contratados.

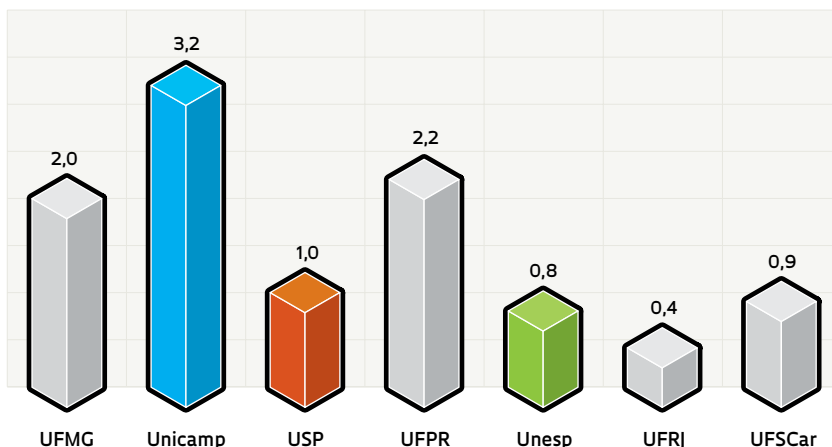
## Depósito de patentes

Registros solicitados por instituição em 2016, em números absolutos, e o desempenho relativo dos docentes

Patentes depositadas



Patentes por 100 docentes



FONTE: AUTM / INPI / INCITES / UNIVERSIDADES

## Geração de empresas

Uma forma de medir o impacto da inovação produzida nas universidades é contar o número de empresas nascentes criadas a partir do conhecimento gerado por seus egressos. A USP reivindica o título de “celeiro de unicórnios” do país, depois que um estudo da consultoria KPMG mostrou que se formaram na universidade 10 fundadores de empresas brasileiras que alcançaram valor de US\$ 1 bilhão antes mesmo de abrirem capital, como a Nubank, a 99 e a Gympass. Um estudo da USP também mostrou que muitos ex-alunos

viram empresários. De um universo de 180 mil alunos titulados entre 1974 e 2014, 31 mil estavam cadastrados na Junta Comercial por terem criado empresas de comércio (11,3%), saúde (7,9%), construção (7,2%) e serviços financeiros (6,2%), entre outros.

A Unicamp deu origem a cerca de 700 “empresas-filhas”, das quais mais de 600 estão em atividade. Empresas-filhas são empreendimentos criados por alunos, ex-alunos e pessoas com vínculo com a instituição, assim como negócios cuja atividade deriva de uma inovação licenciada pela universidade

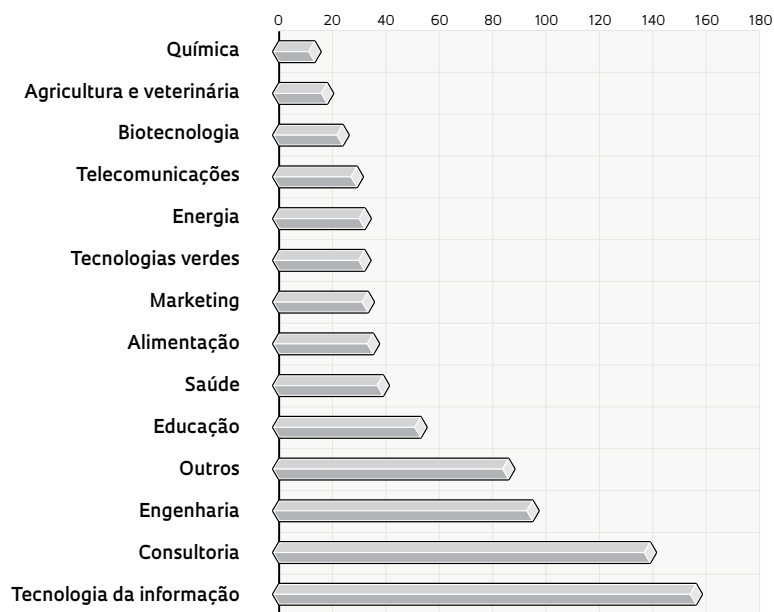
ou empresas que se graduaram em sua incubadora tecnológica. Juntas, faturam cerca de R\$ 4,8 bilhões por ano e geram mais de 30 mil empregos, e entre elas há multinacionais, como a Cl&T, especialista em soluções digitais, e a Mobile, líder latino-americana em desenvolvimento de plataformas de comércio e conteúdo móvel. A Unesp também conta suas empresas-filhas. São ao redor de 150. A joia da coroa é a Predilecta Alimentos, de Matão, a maior processadora de goiaba do planeta, criada nos anos 1970 por um ex-aluno do Instituto de Química de Araraquara.

Na avaliação do físico Newton Frateschi, diretor da agência, a estabilidade no financiamento propiciada pela autonomia teve um efeito transformador na Unicamp. “Com uma fonte fixa de recursos, as universidades estaduais investiram em planejamento. A Unicamp, que sempre teve interesse em interagir com o setor produtivo, pode executar estratégias de transferência de tecnologia e intensificar o acesso das empresas a suas inovações”, afirma. Guilherme Ary Plonski, coordenador científico do Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da USP, também enxerga uma relação entre autonomia e inovação, ainda que indireta. “Comparando com a trajetória das universidades federais, que não conquistaram autonomia financeira, suspeito que o desempenho das estaduais paulistas no campo da inovação teria sido mais fraco se não houvesse o decreto de 1989”, afirma Plonski. “O fato é que, no final dos anos 1980, havia um *zeitgeist*, expressão que designa o espírito de um tempo, favorável tanto à autonomia quanto à inovação em São Paulo.”

Plonski lembra que, quando o decreto da autonomia foi assinado, a proteção da propriedade intelectual na USP tinha um viés marcadamente jurídico. Criado em 1986, o Grupo de Assessoramento ao Desenvolvimento de Inventos (Gadi), estabeleceu que metade dos proventos da comercialização de propriedade intelectual caberia ao pesquisador. “Era uma partilha generosa. Hoje, o padrão é de 30% para o pesquisador”, diz. O Gadi foi incorporado à Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária e Atividades Especiais (Cecae) e deu origem em 2005 à agência de inovação da universidade. Nos primeiros anos de autonomia, Plonski recorda, a USP se orgulhava de manter parcerias com grandes empresas até que, no início dos anos 1990, foi cobrada a ampliar essa participação. “Lembro-me que o reitor Roberto Lobo [1990-1993] costumava mostrar a interlocutores uma edição especial do *Jornal da USP* que descrevia parcerias da universidade com empresas como a Petrobras ou a Metal Leve”, diz Plonski. Ele conta que, certa vez, Lobo foi interpellado sobre a contribuição da universidade para pequenas empresas. “Dessa cobrança surgiu a ideia de criar um canal no qual qualquer empreendedor ou empresário pudesse procurar a USP e saber

## Startups da Unicamp

Áreas de atuação de empresas criadas por alunos e pesquisadores da universidade entre 1974 e 2016



FONTE: AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UNICAMP, 2017

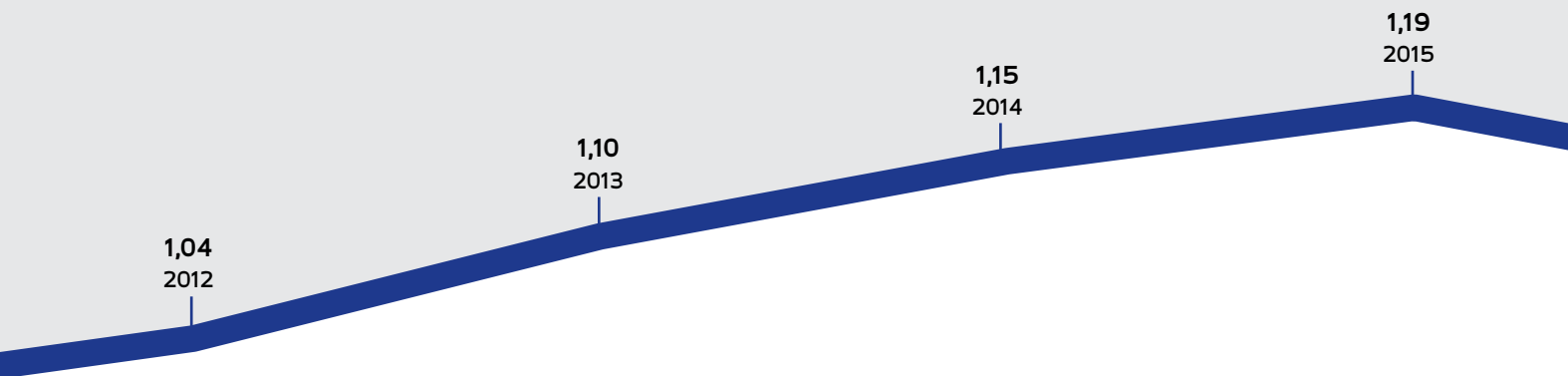
como seus pesquisadores poderiam colaborar”, diz Plonski. Como o telefone era o meio de comunicação dominante na época, surgiu o Disque-Tecnologia, um atendimento para demandas tecnológicas de empresas – o serviço, que hoje funciona pela internet, é oferecido em parceria com o Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas.

**A** USP dispõe hoje de 1,3 mil patentes envolvendo tecnologias e produtos desenvolvidos por seus pesquisadores, mas o número de contratos de licenciamento celebrados até hoje está na casa das dezenas. Ainda assim, a receita em royalties em 2018 com contratos de exploração alcançou R\$ 3,4 milhões. Noventa por cento desse valor vem de um único licenciamento: o Vonau Flash, um medicamento para o controle de náuseas e vômitos desenvolvido na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP em parceria com a empresa Biolab Sanus. Marcos Nogueira Martins, diretor da Agência USP de Inovação, vê um certo exagero no número de patentes mantido pela instituição. “Manter uma patente ativa custa caro e fazer o depósito só compensa quando há boas perspectivas de licenciamento. Mas também não é simples renunciar a patentes, pois elas

são vistas por órgãos de controle como um patrimônio da instituição e contam pontos no desempenho da universidade em rankings internacionais.”

A experiência da Unesp é a mais recente. A universidade criou sua agência de inovação em 2010 e mantém hoje um portfólio de 361 depósitos de patentes, com 13 tecnologias licenciadas – entre elas um sistema para calcular créditos de carbono e um soro para combater a intoxicação de picadas de abelha, essa última em fase de assinatura de contrato. “Demoramos a investir em uma cultura de proteção de propriedade intelectual e estamos desenvolvendo formas alternativas de transferir tecnologias para a sociedade, pois muitos dos nossos pesquisadores criaram inovações de interesse social, mas que não despertam a atenção de empresas”, diz o biólogo Wagner Cotroni Valenti, diretor da Agência Unesp de Inovação. Uma das novas frentes em que a universidade atua é o programa Doutorado Acadêmico para Inovação, lançado neste ano, que oferece 10 bolsas para interessados em fazer o doutorado em temas de interesse de empresas. A pesquisa será realizada dentro das empresas parceiras, como o Moinho Nacional, de Assis, e a fábrica de tintas Ticon, de Sorocaba. ■

Fabrcio Marques



# MUDANÇA com estabilidade

Relatório destaca investimentos da FAPESP na pesquisa com empresas e na inserção internacional da ciência paulista em 2018

VERSÃO ATUALIZADA EM 03/09/2019

A FAPESP investiu, em 2018, R\$ 1.216.750.480 no apoio a 24.720 projetos de pesquisa distribuídos por todas as áreas do conhecimento. O desembolso foi 15% maior que o registrado em 2017, em valores nominais, e 6% superior descontada a inflação, quebrando uma trajetória de queda do investimento iniciada em meados da década em decorrência da desaceleração da economia. A verba da Fundação é composta por 1% da receita tributária do estado de São Paulo, repassada pelo Tesouro, conforme determina a Constituição paulista de 1989, e por recursos provenientes de convênios com instituições e empresas para financiamento conjunto de pesquisas. O balanço consta do *Relatório de Atividades FAPESP 2018*, divulgado em agosto, cuja íntegra está disponível em [fapesp.br/publicacoes](http://fapesp.br/publicacoes) – no endereço eletrônico também é possível consultar as sínteses anuais da Fundação desde 1962, ano em que suas atividades tiveram início.

Desembolso em 2018  
por vínculo institucional  
dos pesquisadores

USP  
43,2%

Unicamp  
14,8%



# A evolução do investimento

O desembolso anual da FAPESP, em bilhões de reais



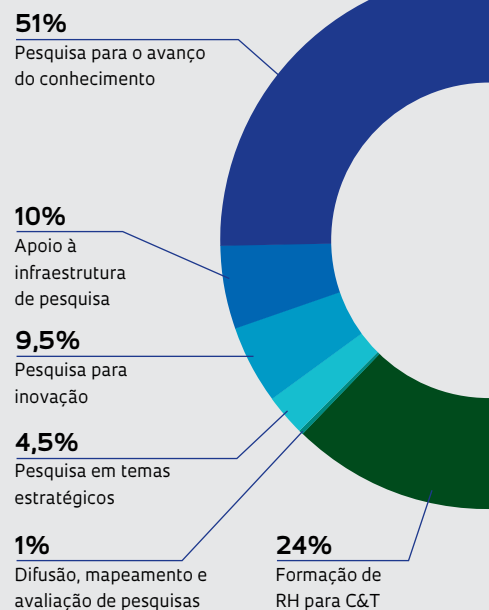
“O ano de 2018 foi de grandes mudanças políticas no país e de expectativas quanto ao futuro no que diz respeito à educação superior, ciência e tecnologia”, afirmou o presidente da FAPESP, Marco Antonio Zago, na apresentação do relatório. “Nesse cenário, a FAPESP manteve sua forte presença, marcada pela estabilidade, atuação crescente junto ao sistema paulista de ciência e tecnologia e aumento da visibilidade no país e no exterior.” Entre as iniciativas que se destacaram, um exemplo foi a chamada Jovens Pesquisadores – Fase 2, voltada para consolidar linhas de pesquisa de alto impacto criadas por cientistas beneficiados pelo programa Jovens Pesquisadores em Centros Emergentes. Criada em 1995, a modalidade busca atrair jovens doutores do Brasil e de outros países para nuclear grupos de pesquisa. Cerca de 1,6 mil pesquisadores já foram contemplados – há 227 projetos em andamento na Fase 1 e 36 na Fase 2. No ano passado, a R\$ 59,6 milhões foram investidos no programa.

Em 2018 foram contratados 77 Projetos Temáticos. Essa modalidade financia pesquisas com objetivos ousados, desenvolvidas por equipes de pesquisadores em geral de várias instituições, e por um prazo de até cinco anos. O desembolso com Temáticos no ano foi de R\$ 247,4 milhões. Atualmente, há 418 Temáticos em andamento.

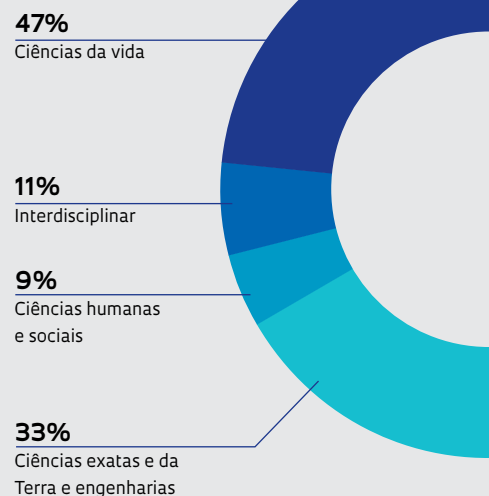
Também houve a renovação, após avaliação feita por um comitê internacional, dos 17 Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid), redes de pesquisadores que se dedicam a temas na fronteira do conhecimento e de impacto na sociedade, e estão aptos a receber apoio por até 11 anos (*ver Pesquisa FAPESP nº 208*).

Uma novidade do relatório de 2018 foi a apresentação dos investimentos realizados pela Fundação segundo seis diferentes estratégias de fomento. A categoria Pesquisa para o Avanço do Conhecimento, que envolve desde projetos de curta duração até os mais ambiciosos, como os Temáticos e Cepid, respondeu por 51%

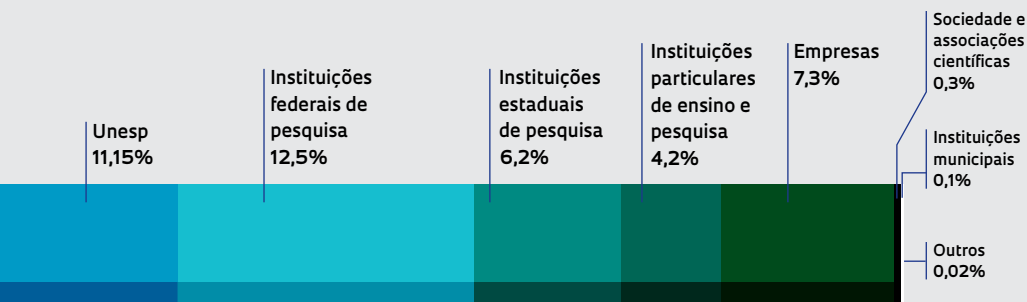
## Desembolso em 2018 por estratégia de fomento



## Desembolso em 2018 por áreas do conhecimento

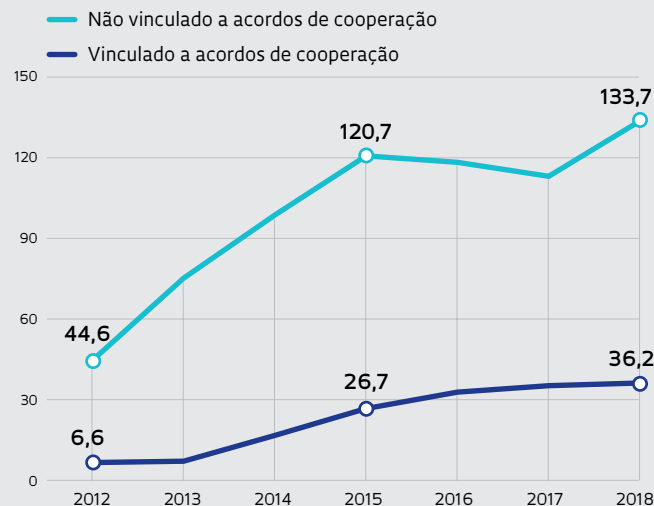


GRÁFICOS: ALEXANDRE AFFONSO



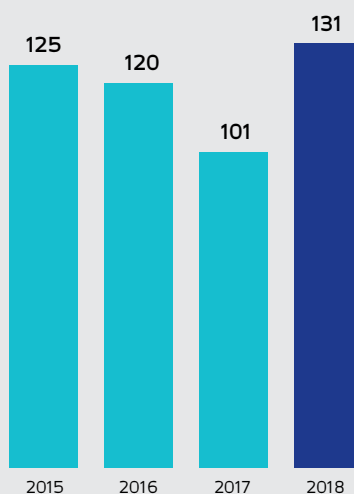
# Colaboração em pesquisa internacional

Evolução do desembolso (em milhões de reais)



# Atração de estrangeiros

Número de bolsas de pós-doutorado no Brasil concedidas a estrangeiros



Distribuição dessas bolsas por área do conhecimento, em 2018

Ciências exatas e da Terra	59
Engenharias	20
Ciências biológicas	15
Ciências humanas	13
Ciências da saúde	12
Ciências agrárias	5
Interdisciplinar	3
Ciências sociais aplicadas	2
Linguística, letras e artes	2

FONTE: RELATÓRIO DE ATIVIDADES FAPESP 2018

do desembolso – mais de 5 mil auxílios classificados nessa categoria foram contratados. Outros 24% foram investidos na formação de recursos humanos para ciência e tecnologia: a FAPESP destinou R\$ 293 milhões a 10.222 bolsas no país e no exterior, e contratou 4.386 novas bolsas. Dez por cento dos recursos foram aplicados no apoio à infraestrutura de pesquisa por meio da compra ou do reparo de equipamentos, entre outras. A categoria Pesquisa Voltada para Inovação, que reúne projetos com colaboração com empresas, foi responsável por 9,5% do desembolso – um destaque foi a aprovação de 270 novos projetos aprovados no âmbito do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe). Por fim, 4,5% destinaram-se a pesquisa em temas estratégicos, como os programas de mudanças climáticas, bioenergia, biodiversidade, eScience, entre outros; enquanto 1% foi investido em difusão, mapeamento e avaliação de pesquisas.

Na divisão dos recursos por campos do conhecimento, os dados de 2018 repetem os de anos anteriores: as ciências da vida ficaram com 47% do desembolso, as ciências exatas e da Terra e engenharias, com 33%, e as ciências humanas e sociais, com 9% – os outros 11% foram destinados a pesquisas interdisciplinares. Quando são analisados os vínculos institucionais dos pesquisadores bene-

## Capacidade de atrair bolsistas de pós-doc do exterior é um indicador de competitividade de grupos de pesquisa de São Paulo em todas as áreas do conhecimento

ficiados, a Universidade de São Paulo (USP) mais uma vez apareceu em primeiro lugar, com 43,2% dos recursos, seguida pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com 14,8%, as instituições federais de pesquisa no estado de São Paulo, com 12,5%, e a Universidade Estadual Paulista (Unesp), com 11,2%.

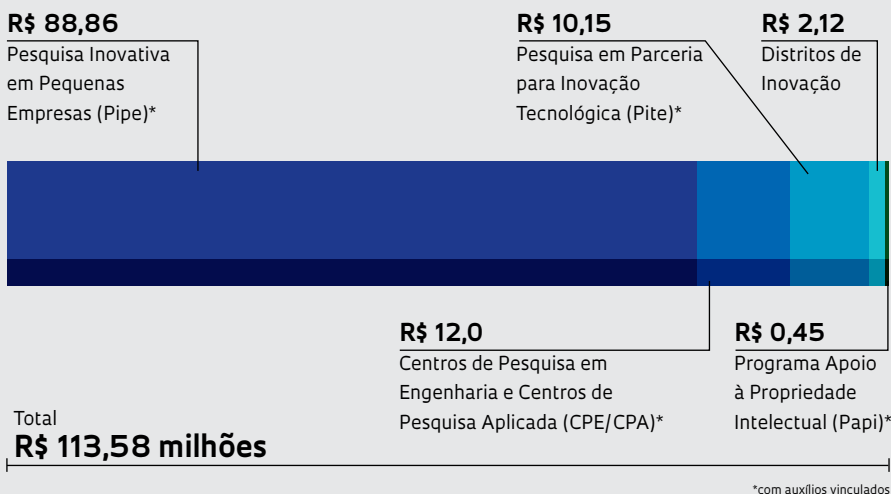
Em 2018, foram constituídos cinco novos Centros de Pesquisa em Engenharia (CPE) em cooperação com universidades e empresas – quatro deles com a Shell, para desenvolver inovações no campo das novas energias, e um com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Centro de Pesquisa em Genômica Aplicada a Mudanças Climáticas. Nesses centros, cada R\$ 1 investido pela FAPESP mobiliza mais R\$ 1 da empresa e R\$ 2 da universidade ou instituto de pesquisa que sedia o centro. “Os Centros de Pesquisa em Engenharia elevam a ousadia da pesquisa realizada em colaboração entre universidades e empresas e mobilizam os pesquisadores acadêmicos e os de empresas em torno de grandes desafios”, diz o diretor científico da FAPESP, Carlos Henrique de Brito Cruz.

Os quatro centros criados em parceria com a Shell devem receber até R\$ 34,7 milhões da empresa. A FAPESP reservou um investimento de R\$ 23,1 milhões, enquanto R\$ 53 milhões virão das universidades e institutos de pesquisa parceiros, na forma de salários de pesquisadores e de pessoal de apoio, infraestrutura e instalações. Dois centros envolvem cooperação com a Unicamp: o de portadores densos de energia, com o Instituto de Química da universidade, e o de armazenamento avançado de energia com a Faculdade de Engenharia

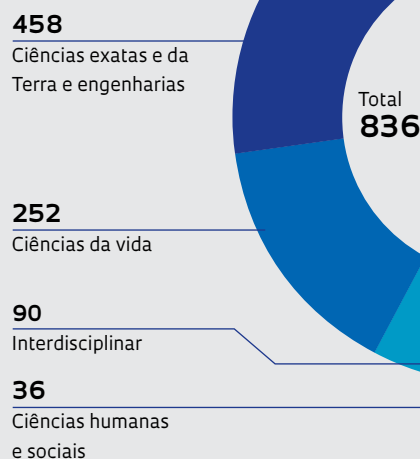
# Pesquisa para inovação

Desembolso dos programas de Pesquisa em Parceria com Empresas em 2018 e número de projetos por áreas do conhecimento

## Desembolso, em milhões de reais



## Projetos



FONTE: RELATÓRIO DE ATIVIDADES FAPESP 2018

Química. Já o de ciência computacional dos materiais é sediado no Instituto de Química de São Carlos da USP, enquanto o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) abriga o centro dedicado a desenvolver rotas sustentáveis para a conversão de metano por meio de tecnologias eletroquímicas. “A produção de energia renovável poderá triplicar até 2050”, explicou, no lançamento dos centros, o geólogo holandês Joep Huijsmans, líder da divisão de pesquisa e tecnologia de novas energias da Shell. “De todo modo, ainda precisaremos de grandes quantidades de petróleo e gás para fornecer toda a gama de produtos energéticos de que o mundo precisa.” A FAPESP e a Shell já mantinham desde 2015 um CPE para Inovação em Gás, sediado na Escola Politécnica da USP.

No caso do centro da Embrapa e da Unicamp, o objetivo é gerar inovações que aumentem a resistência de plantas à seca e ao calor e transferir tecnologias ao setor produtivo, utilizando ferramentas como engenharia genética e edição de genomas. O investimento da Embrapa deve alcançar R\$ 32,9 milhões, tendo como contrapartida R\$ 25,2 milhões da FAPESP e R\$ 44,7 milhões da Unicamp. Em 2018, a FAPESP desembolsou R\$ 12 milhões no suporte aos 10 centros. Além da Shell e da Embrapa, há centros em parceria com a GlaxoSmithKline (GSK),

a Natura e a Peugeot Citroën. Outros três CPEs estavam em fase de negociação com as empresas Equinor, Koppert e Grupo São Martinho e foram lançados em 2019.

A FAPESP destinou R\$ 216,6 milhões a pesquisas em colaboração. No estímulo a cooperações internacionais, a Fundação investiu R\$ 133,7 milhões, com ênfase nas modalidades de Bolsa Estágio de Pesquisa no Exterior (Bepe), que compreende desde a iniciação científica até o pós-doutorado, e da Bolsa de Pesquisa no Exterior (BPE), modalidade acessível a pesquisadores já formados, inclusive sêniores.

## CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Houve um aumento no número de bolsas de pós-doutorado no país concedidas a estrangeiros em 2018. Foram 131, o equivalente a 18,8% das 694 bolsas dessa modalidade concedidas (*ver reportagem na pág. 18*). A quantidade é a maior dos últimos quatro anos. A capacidade de atrair cientistas do exterior é um indicador de competitividade de grupos de pesquisa. O principal destaque foi o das ciências exatas e da Terra. Das 182 bolsas de pós-doutorado no país concedidas nessa área, 59, ou 32% do total, foram destinadas a pesquisadores graduados no exterior – em 2007, o índice era de 16%. Em seguida, aparecem as engenharias, com 27% de bolsas de pós-doc concedidas a estrangeiros; as áreas de ciências huma-

nas e interdisciplinar, com 21% cada; as ciências sociais aplicadas, com 14%, ciências da saúde, e linguística, letras e artes, com 13% cada; ciências biológicas, com 9%, e ciências agrárias, com 7%.

Uma das estratégias da FAPESP para atrair talentos do exterior é o programa Escola São Paulo de Ciência Avançada (ESPCA), que apoia a organização de cursos de curta duração em temas avançados em instituições paulistas. O público é formado por estudantes de graduação e pós-graduação, além de jovens doutores, dos quais pelo menos a metade precisa ser recrutada fora do Brasil. Um dos objetivos é mostrar a alunos e pesquisadores do exterior as oportunidades de pesquisa em São Paulo e atrair os melhores. Em 2018 foram realizadas 13 ESPCA, sete na USP, três na Unicamp, uma na Universidade Presbiteriana Mackenzie, uma no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) e uma no Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebap).

As atividades da FAPESP em 2018 tiveram o apoio de mais de 9 mil pareceristas e assessores científicos, que analisaram o mérito de 19.724 projetos. Esse contingente emitiu 22.162 pareceres que resultaram na decisão de contratar 10.946 projetos no ano – eles se somaram aos 13.774 projetos em andamento, iniciados anteriormente. O prazo médio para análise de cada proposta foi de 70 dias. ■ **Fabício Marques**

# Ambientes criativos

Presidente de agência austríaca explica como a indústria pode se beneficiar da ciência básica

Bruno de Pierro

O ecólogo Klement Tockner, presidente da Austrian Science Fund (FWF), é enfático ao apontar os riscos envolvidos na adoção do impacto econômico e social da pesquisa como critério para escolher projetos de cientistas que receberão financiamento. “Isso pode constranger a inovação e o ímpeto criativo dos pesquisadores”, afirma. Desde 2016, Tockner dirige a principal agência de fomento à pesquisa básica austríaca, que investiu € 230 milhões em projetos em 2018, o equivalente a R\$ 1 bilhão. Embora defenda investimentos em projetos orientados exclusivamente pela curiosidade dos pesquisadores, a FWF reconhece o potencial transformador da ciência básica na realidade da indústria. É por isso que a agência assumiu a tarefa de criar pontos de contato entre grupos de pesquisa de excelência e empresas austríacas, como Tockner explica na entrevista a seguir, concedida quando participava da reunião do Global Research Council (GRC), realizada em maio em São Paulo (ver Pesquisa FAPESP nº 280).

***Além de investir em pesquisa básica, uma das missões da FWF é promover articulações entre cientistas e empresas. Como vocês fazem isso?***

Vou dar como exemplo o desenvolvimento de novos materiais. Temos um grande banco de dados com todas as propostas que recebemos para essa área, contendo informações sobre grupos de pesquisa e o que eles fazem. Nós realizamos uma triagem para identificar quais grupos ou pesquisadores individuais estão atuando na fronteira do conhecimento no setor. Na sequência, consultamos os cientistas para ver se eles têm interesse em fazer contato com empresas que desejam produzir novos materiais. Evidentemente, a indústria conhece pessoas que pesquisam nessa área, mas o fato é que surgem novos grupos produzindo conhecimento com potencial de aplicação e que ainda não interagiram com empresas. Portanto, nosso trabalho é criar condições para que novas interações se concretizem.

***Esses grupos geralmente desenvolvem ciência básica. Como esse conhecimento pode ser aproveitado pela indústria?***

A interação entre grupos de excelência que fazem ciência básica e empresas inovadoras tende a beneficiar ambos os lados. Os pesquisadores têm muito a ganhar quando rompem as barreiras de seus laboratórios e dialogam com o setor produtivo. Dessa forma, eles conhecem as demandas da indústria e, por tabela, têm contato com problemas para os quais ainda não há solução. Já a indústria tem a oportunidade de estabelecer vínculos duradouros com grupos acadêmicos com potencial de alcançar tais soluções, mesmo que isso leve um tempo. Trata-se de proporcionar ambientes com alto nível de criatividade, o que é fundamental para estimular a inovação. O maior impacto que podemos gerar, como agência de fomento, é garantir o financiamento de projetos que, independentemente do resultado, tenham o mérito de capacitar pessoas criativas que poderão atuar profissionalmente nos setores público e privado e, finalmente, promover transformações na sociedade. Esse é o principal impacto da pesquisa na sociedade, mas é algo extremamente difícil de medir e avaliar.



À frente do Austrian Science Fund desde 2016, o ecólogo Klement Tockner é professor da Universidade Livre de Berlim

***Por que a FWF não considera o impacto social como um bom critério para selecionar projetos?***

Porque essa abordagem pode comprometer a qualidade da pesquisa ao inibir a capacidade dos pesquisadores de propor projetos ousados e correr riscos. Nosso objetivo é financiar projetos guiados pela curiosidade dos pesquisadores em várias áreas do conhecimento, incluindo humanidades e artes. Existe uma outra organização dedicada a apoiar pesquisa aplicada na Áustria e ela dispõe de mais recursos que nós. Temos convicção de que, se a agência se preocupa muito cedo com o impacto que a pesquisa vai gerar na sociedade, se pode constrianger qualquer intenção de inovar por parte dos pesquisadores. O outro aspecto importante é que queremos estimular a pesquisa transdisciplinar. A Áustria está interessada em incentivar a diversidade nos projetos de pesquisa.

***Qual é a forma mais adequada de avaliar o impacto da pesquisa básica?***

Acreditamos que uma boa maneira de fazer isso é acompanhar a carreira dos pesquisadores que apoiamos após a conclusão dos projetos. É muito importante saber o que essas pessoas estão fazendo cinco ou 10 anos depois que terminaram um doutorado ou um estágio de pós-doutorado. Muitos acabam trabalhando em áreas diferentes daquelas que estudaram, mas chegam ao mercado com uma qualificação diferenciada, mais crítica, e com capacidade de introduzir novos pontos de vista por onde passam. Trabalhar em um projeto de pesquisa é um grande privilégio porque estimula o pensamento e a criatividade e permite a absorção de conhecimentos que não poderiam ser adquiridos de outra maneira. Criatividade não se aprende fazendo cursos: é algo que precisa ter experiência prática.

***Isso se aplica também às áreas de ciências humanas e sociais?***

Sim, e por isso não levamos em consideração a questão do impacto da pesquisa no momento de avaliar as propostas que

recebemos. Isso é algo que beneficiaria apenas algumas áreas do conhecimento, reduzindo a diversidade do conjunto de projetos que podemos apoiar. Na minha visão, todos os grandes desafios da sociedade, enfrentados tanto agora quanto no futuro, somente poderão ser resolvidos por meio de abordagens interdisciplinares e transdisciplinares. E, nesse contexto, as ciências humanas e sociais cumprem um papel fundamental e precisam ser estimuladas.

***A avaliação de projetos nessas áreas exige a adoção de critérios específicos?***

Exige. Não se pode usar os mesmos critérios para avaliar o impacto da pesquisa em biomedicina e em filosofia. Nossa agência tem um painel de avaliação composto por diferentes disciplinas, e isso proporciona um clima de respeito entre elas. Sabemos o que uma área pode oferecer de positivo para a outra. Não podemos partir do princípio de que um campo do conhecimento é mais relevante ou importante do que outro. O que realmente importa é apoiar os projetos mais qualificados. E excelência é algo que não se negocia. ■

# Sangue limpo contra a febre amarela



Máquina de troca de plasma sanguíneo no HC da USP usada para conter o avanço do vírus no organismo

## Terapia à base de troca de plasma testada em São Paulo reduz mortalidade para 5% neste ano

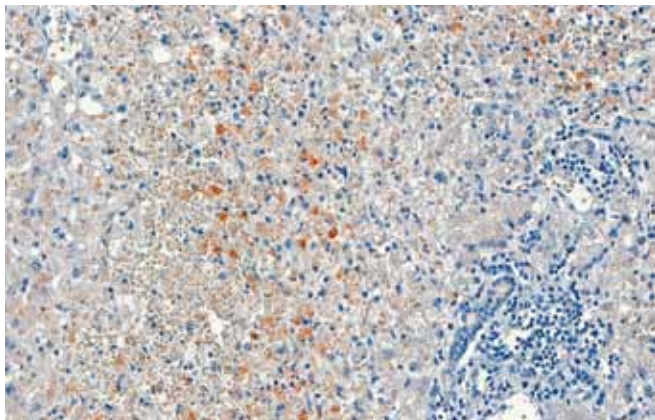
Carlos Fioravanti

**N**os primeiros meses de 2018, diante dos novos casos graves de febre amarela, as equipes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FM-USP) reconheceram que sabiam muito pouco sobre tratar essa doença, rara na capital paulista e com alto índice de letalidade, capaz de levar à morte em dois dias. Com rapidez, à medida que chegavam mais pacientes, começaram a testar, modificar e implantar estratégias de tratamento. Como resultado, no ano passado, a mortalidade dos pacientes com febre amarela em estado grave foi de 67%, abaixo dos 80% previstos.

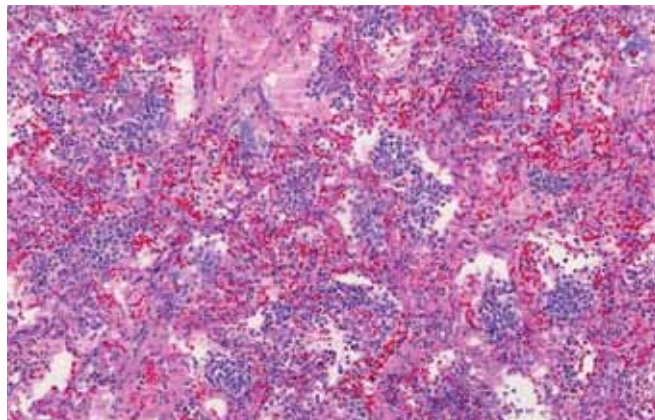
A partir de janeiro deste ano, uma versão aprimorada dessas estratégias, que incluem a adoção mais frequente da troca do plasma (a porção líquida do sangue), passou a ser aplicada e ajudou a reduzir a mortalidade. Das 39 pessoas com febre amarela que chegaram ao HC até maio deste ano, apenas duas morreram. Os resultados são promissores, mas o infectologista Esper Kallas, da FM-USP, observa que é preciso examinar a redução da mortalidade com cautela. “A melhoria no tratamento ajudou, mas ainda não sabemos se os casos deste ano foram mais brandos que os do ano passado”, diz.

A epidemia recente de febre amarela silvestre foi a mais intensa registrada no Brasil em décadas. Essa forma da doença é transmitida pelos insetos dos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*, diferentemente da versão urbana, propagada pelo *Aedes aegypti*, em-

# Efeitos no fígado e no pulmão



O vírus causa uma hepatite grave (em marrom, células do fígado com antígeno contra o vírus)



Bactérias (em azul) se proliferam nos pulmões e causam pneumonia (imagens de microscopia)

bora nos dois casos o vírus seja o mesmo. O Ministério da Saúde registrou 1.376 casos de febre amarela, com 483 mortes, de julho de 2017 a junho de 2018 – e pela primeira vez o vírus chegou a regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo. Nos últimos meses, o vírus deslocou-se para o Sul: o *Boletim Epidemiológico* de 13 de junho da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná registrou, de julho de 2018 a junho deste ano, 17 pessoas com a doença e uma morte, de um morador de Morretes, da região litorânea. O mais recente caso registrado de febre amarela foi de um morador de Quatro Barras, na Região Metropolitana de Curitiba.

**A** febre amarela causa inicialmente febre, dores musculares, dor de cabeça, perda de apetite, prostração, náusea e vômito, que aparecem à medida que o vírus causador da doença se instala no organismo. Os sintomas iniciais desaparecem geralmente em quatro dias e as pessoas infectadas nem sabem que se contaminaram, já que os primeiros sinais podem ser confundidos com os de outras doenças, como a dengue, ou um mal-estar passageiro. De 10% a 15% dos casos evoluem para a forma grave e podem ser fatais: a pele e os olhos ficam amarelados e a urina escura, a febre reaparece, as dores abdominais e os vômitos se intensificam, começam as diarreias e as hemorragias. A vacina, produzida a partir de vírus atenuado, é a forma mais eficaz de prevenção contra a doença.

A estratégia de tratamento adotada no HC da USP consiste principalmente em troca de plasma, para reduzir a carga viral, repor os fatores de coagulação e, desse modo, evitar as hemorragias intensas que marcam a fase final da doença. Em 2019, as equipes da unidade de terapia intensiva

(UTI) de moléstias infecciosas e da hematologia do hospital aumentaram a periodicidade da troca de plasma, aprimorada a partir de experiências de médicos que combatiam a febre amarela no Rio de Janeiro. Em vez de usar esse procedimento apenas uma vez por dia, como no ano passado, com a aplicação de cerca de 30 bolsas de plasma, as equipes do HC começaram a fazer duas vezes por dia, com metade do volume por vez.

“Fazer esse procedimento com frequência maior evitou que os pacientes tivessem hemorragias entre uma troca e outra, como ocorria antes”, observou a infectologista Yeh-Li Ho, coordenadora da UTI de moléstias infecciosas do HC da USP e principal autora de um artigo científico publicado em maio na revista *Journal of Travel Medicine* detalhando os resultados obtidos com a nova estratégia. Além disso, segundo ela, foi possível atender mais pacientes, já que a duração do procedimento era menor.

Outra mudança: em vez de parar a troca de plasma após três dias, as equipes médicas passaram a cessar o procedimento gradativamente, “até o fígado restaurar suas funções”, comenta a médica. Como resultado, diz Ho, “conseguimos cortar a evolução da doença e reduzir a letalidade”. Um dos sinais de que essa estratégia havia funcionado foi a normalização dos níveis da enzima lipase, evitando o agravamento da pancreatite, inflamação do pâncreas, uma das consequências da febre amarela. “Neste ano não tivemos nenhum caso fatal de pancreatite grave em pacientes com febre amarela.”

Essa abordagem se mostrou eficiente no Instituto de Infectologia Emílio Ribas (IIER), vizinho ao HC. No início deste ano, com sua equipe, o médico intensivista Jaques Sztajn bok empregou a troca de plasma para tratar um homem de 43 anos, mo-



# Danos generalizados

■ Órgãos atingidos ■ Tratamentos

O vírus reduz a quantidade de células de defesa no **baço** e nos **gânglios linfáticos**.

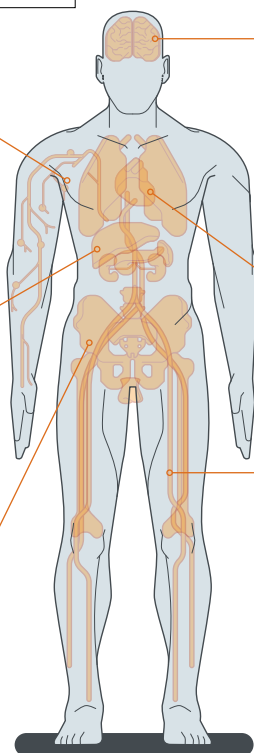
Nos **rins**, dificulta a filtragem do sangue

## Hemodiálise

compensa a insuficiência renal

O **fígado** sofre uma hepatite grave e deixa de filtrar bactérias e toxinas. As bactérias se espalham e causam infecções no **pulmão**, no **pâncreas** e em outros órgãos

Na **medula óssea**, o vírus retarda a maturação de células de defesa



No **cérebro**, o vírus causa acúmulo de líquido

## Anticonvulsivantes

protegem o sistema nervoso central

O músculo do **coração** e os **testículos** inflamam

## Troca de plasma

sanguíneo evita hemorragias

Nos **vasos sanguíneos**, o vírus reduz o fluxo de sangue nos órgãos e causa hemorragias

FONTE AMARO NUNES DUARTE NETO / FM-USP

rador do Vale do Ribeira. As medidas anteriores, que incluíram hemodiálise e transfusão de células vermelhas do sangue, não conseguiram deter o sangramento contínuo e disfunção múltipla de órgãos. A troca de plasma uma vez por dia funcionou: após o terceiro dia, o sangramento cessou e o paciente se recuperou, como detalhado em um artigo de julho na *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. Nos dois hospitais, a troca de plasma se mostrou uma técnica de custos menores, mais simples e com menos efeitos colaterais que o transplante de fígado, realizado em sete pessoas no HC de janeiro a junho de 2018, com uma taxa de sucesso de 43%: quatro morreram por causa de hemorragias intensas e três sobreviveram.

No HC, juntamente com a troca de plasma, foi empregada também a hemodiálise – filtragem do sangue – intermitente ou contínua, para compensar os danos do vírus no rim. As equipes médicas concluíram que esse procedimento deve ser iniciado quando se nota um excesso de acidez no sangue, a chamada acidose metabólica, detectada pelos níveis abaixo do normal de bicarbonato no sangue. Pelo protocolo tradicional, a hemodiálise era empregada somente quando era verificado um nível de ureia acima do normal.

Como medida complementar, adotou-se o uso de três tipos de medicamentos: anticonvulsivantes para evitar o agravamento dos eventuais danos causados pelo vírus no cérebro, indicados quando a amônia, eliminada pelo fígado atingido, começa a subir para níveis acima do normal; antibióticos, para combater outras infecções; e redutores da acidez gástrica. “Todos os pacientes que passaram por esses procedimentos se recuperaram bem”, observa Ho. Segundo ela, por se tratar de uma doença de evolução rápida, a febre amarela distingue-se de outras hepatites virais fulminantes e exige acompanhamento contínuo: “Fazer exames laboratoriais duas vezes por dia é fundamental para planejar o tratamento.”

Ho atribui a redução da mortalidade por febre amarela neste ano também a outra mudança: os moradores do Vale do Ribeira atendidos no hospital regional de Pariquera-Açu, a 220 quilômetros da capital, eram enviados para o HC e começavam a ser tratados quando apresentavam os primeiros sinais da doença – febre, dores no corpo, náusea e icterícia –, sem esperar que os sintomas se agravassem.

Segundo Ho, médicos de São Paulo, do Rio e de Minas Gerais que participaram do atendimento a pacientes com febre amarela discutiram as novas estratégias de tratamento no início deste ano, com base na experiência dos dois hospitais paulistas que receberam o maior número de casos. Em seguida, a pedido da Organização Pan-americana de Saúde (Opas), enviaram ao Ministério da Saúde uma proposta de tratamento que, se aprovada, poderá ser aplicada em todo o país.

## INDICADORES DE RISCO

“A epidemia foi uma oportunidade única de entender melhor uma doença que conhecíamos apenas por relatos de casos esparsos”, diz a médica epidemiologista Ana Freitas Ribeiro, coordenadora do Serviço de Epidemiologia do IIER e professora da pós-graduação da Universidade Nove de Julho (Uninove). De janeiro a abril de 2018, o IIER recebeu 76 pessoas com o diagnóstico confirmado de febre amarela e o HC, 97. Os pacientes moravam em Mairiporã, Atibaia, Cotia, Nazaré Paulista, Guarulhos, cidades da Baixada Santista, Registro e São Bernardo do Campo.

Ao analisar os casos tratados no IIER, Ribeiro, com sua equipe, verificou que as pessoas com febre amarela poderiam piorar mais facilmente se tivessem outras doenças ou hábitos prejudiciais à saúde. “Muitos eram usuários ou ex-usuários de drogas”, ela observou. Pouco mais da metade (52%) dos pacientes que morreram no IIER em 2018 e 27,5% dos que sobreviveram consumiam álcool ou drogas com frequência. A maioria (80,6%) era homem, com idade média de 42 anos e mais de oito anos de escolaridade (55,9%). “Quanto

# O vírus e os médicos no Brasil

## Febre amarela atinge profissionais da saúde desde 1685

Logo no início do primeiro surto de febre amarela que se tem notícia no Brasil, o único médico do Recife, cujo nome não foi registrado, morreu acometido pelos efeitos do vírus em seu organismo. Ocorrida na capital pernambucana no final de 1685, a epidemia causou a morte de cerca de 600 pessoas nas duas primeiras semanas. O vírus do Recife veio provavelmente transportado por marinheiros de um barco que partira de São Tomé, na África, com escala em São Domingos, nas Antilhas, onde a doença já tinha se espalhado.

Em 1899, durante um surto que matou 5 mil dos 15 mil moradores de Campinas, morreu João Guilherme da Costa Aguiar, aos 42 anos. Ele foi um dos quatro médicos que permaneceram na cidade para atender os doentes; outros 22 foram embora com os moradores ricos que fugiam da cidade.

O oncologista paulistano Drauzio Varella contraiu febre amarela em 2004, durante uma viagem de pesquisa ao rio Negro, na Amazônia. Três dias depois, um domingo, de volta à cidade de São Paulo, começou a sentir febre, calafrios e dor nas costas. Os colegas médicos o internaram no hospital e os sucessivos exames de sangue indicaram uma hepatite severa e o diagnóstico de febre amarela. Naquele ano, o Ministério da Saúde

registrou apenas cinco casos de febre amarela, com três mortes.

“Ele teve coma hepático, estava muito mal e achava que ia morrer”, rememora Kallas, coordenador da equipe de médicos, ao lado do hepatologista Flair Carrilho, professor da FM-USP, que cuidou do colega. Então com 61 anos, Varella teve pneumonia nos dois pulmões, insuficiência renal e queda dos fatores de coagulação, exceto hemorragia.

Os exames de sangue registraram uma lenta recuperação, que demorou meses para se completar. Kallas atribuiu o resultado, primeiramente, à sorte: “Além disso, todos que trataram dele se dedicaram muito e trocavam ideias a todo momento”. Pesaram a favor de Varella seus hábitos de vida saudáveis, que incluíam corridas constantes – no domingo anterior à internação tinha corrido 18 quilômetros e subido pela escada os 14 andares do prédio em que morava. “Se tivesse outras doenças”, diz Kallas, “certamente a recuperação teria sido bem mais difícil”.

Varella reconheceu que foi um erro não ter tomado uma dose de reforço da vacina contra a febre amarela ao viajar para a Amazônia, área de risco de transmissão do vírus. Ele descreveu esse episódio no livro *O médico doente* (Companhia das Letras, 2007).

menor a idade e melhor o estado geral de saúde, maior a chance de sobreviver à febre amarela”, diz Ribeiro. No HC, os pacientes que também tinham diabetes apresentaram uma mortalidade de 80%, como relatado no artigo da *Journal of Travel Medicine*.

Com base na análise dos pacientes tratados no ano passado e neste, as equipes do HC e do IIER definiram seis indicadores da gravidade da febre amarela: os níveis de uma enzima do fígado, a aspartato aminotransferase, e de outra do pâncreas, a lipase; dos neutrófilos, um tipo de células brancas do sangue; da carga viral; da creatinina, resíduo do metabolismo muscular filtrado pelos rins) e de uma proteína, o fator de coagulação V. A partir da análise desses parâmetros, é possível fazer a triagem dos pacientes com mais precisão, encaminhando os que merecem mais atenção para internação e para as UTIs. Essa abordagem foi detalhada em artigos científicos publicados em maio na *Lancet Infectious Diseases*, na *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* e na *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*.

“Esses preditores de prognóstico, associados a outros, constituem poderosos indicadores para guiar as equipes das UTIs”, comenta o virologista Pedro Vasconcelos, pesquisador do Instituto Evandro Chagas (IEC), de Belém, e professor na Universidade do Estado do Pará, que não participou desses trabalhos. O patologista Juarez Quaresma, professor da Universidade Federal do Pará (UFPA) e pesquisador do IEC, que também não assinou os artigos mais recentes sobre febre amarela, reconhece a importância dos novos indicadores e acrescenta: “No futuro, os protocolos de atendimento a pacientes em estado grave deveriam incluir marcadores inflamatórios, como a interleucina 10 e o TNF- $\alpha$  [fator de necrose tumoral alfa], que podem induzir lesões nos vasos sanguíneos e contribuir para a hemorragia observada nos pacientes graves”.



Ilustração de 1820 retrata os quatro estágios da febre amarela em uma mesma pessoa

A vacina, feita com vírus vivo atenuado, é a única forma de prevenção contra a febre amarela



2

Os trabalhos mais recentes indicam que os danos do vírus no organismo são mais amplos do que se imaginava. Além dos danos diretos no fígado, baço, linfonodos, medula óssea, cérebro e coração, como já havia sido descrito nos últimos anos, a infecção viral, agora ficou claro, favorece a ação de bactérias e a liberação de toxinas que causam danos aos pulmões, ao intestino e ao pâncreas. “O vírus da febre amarela induz sepse [infecção generalizada]”, afirma o patologista Amaro Nunes Duarte-Neto, médico assistente da USP. Ele coordenou as 78 autópsias de pacientes com febre amarela realizadas no Serviço de Verificação de Óbitos da USP.

As autópsias registraram uma intensa desorganização do sistema de defesas do organismo. Ao se instalar no baço e nos gânglios linfáticos, o vírus causa uma redução das populações de linfócitos, um tipo de célula branca do sangue; na medula óssea, o agente causador da febre amarela retarda a maturação das células de defesa. No fígado, um dos órgãos-alvo, “o vírus manipula o sistema imune e induz produção de citocinas anti-inflamatórias que suprimem as defesas do organismo”, diz Duarte-Neto.

Os exames das quatro pessoas que morreram depois do transplante de fígado indicaram que o vírus migrou de outras partes do corpo e se instalou no órgão implantado, como descrito em um artigo publicado em maio na revista *Histopathology*. “O fígado novo não resolveu a infecção viral em outros órgãos”, relata.

Segundo ele, a destruição do fígado cessa a filtração de bactérias e toxinas que vêm do intestino

pelo sangue. Desse modo, esses agentes agressores caem diretamente na corrente sanguínea e se espalham pelo organismo. A amônia, um dos resíduos do metabolismo bacteriano, que deixa de ser retida pelo fígado, pode atacar os neurônios e outras células do sistema nervoso central.

“A alteração da microcirculação sanguínea leva à lesão pulmonar e pode ser induzida tanto por citocinas quanto por infecções bacterianas secundárias”, comenta Quaresma, com base em estudos feitos por ele na USP e no IEC desde 2003. “Os danos nos pulmões são possivelmente a causa imediata da morte dos pacientes em estado grave.” ■

#### Projetos

1. Metagenômica viral de dengue, chikungunya e zika vírus: Acompanhar, explicar e prever a transmissão e distribuição espaço-temporal no Brasil (nº 16/01735-2); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisadora responsável** Ester Cerdeira Sabino (USP); **Investimento** R\$ 445.187,99.
2. Diversidade genética e filodinâmica dos arbovírus emergentes e reemergentes (DENV, ZIKV e CHIKV) nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, 2014-2016 (nº 16/08204-2); **Modalidade** Bolsa de Doutorado; **Pesquisador responsável** Paolo Marinho de Andrade Zanotto (USP); **Bolsista** Marielton dos Passos Cunha; **Investimento** R\$ 148.954,26.

#### Artigos científicos

- RIBEIRO, A. F. *et al.* Yellow Fever: Factors associated with death in a hospital of reference in infectious diseases, São Paulo, Brazil, 2018. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 28 mai. 2019.
- DUARTE-NETO, A. N. *et al.* Yellow fever and orthotopic liver transplantation: New insights from the autopsy room for an old but reemerging disease. *Histopathology*. 14 mai. 2019.
- HO Y. L. *et al.* Severe yellow fever in Brazil: Clinical characteristics and management. *Journal of Travel Medicine*. On-line. 31 mai. 2019.
- Os demais artigos mencionados estão listados na versão on-line.



Vila de Santo Antônio do Prata, no interior do Pará: elevada taxa de resistência ao tratamento

# A persistência da hanseníase

Número de casos registrados da doença no Brasil cresce por dois anos consecutivos e contabiliza mais de 28 mil ocorrências em 2018

Rodrigo de Oliveira Andrade

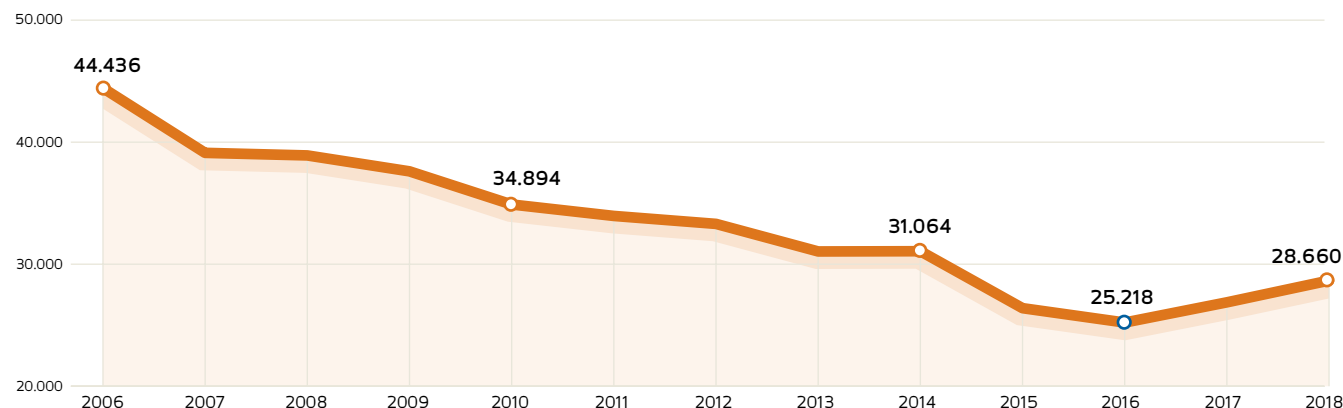
**A**pós uma década em queda, a quantidade de casos registrados de hanseníase subiu por dois anos seguidos no Brasil. No ano passado, 28.660 pessoas receberam o diagnóstico da doença, cerca de 1.800 a mais do que em 2017 e quase 3.500 a mais do que em 2016, segundo dados do Ministério da Saúde. A hanseníase é mais frequente nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Norte, que respondem por quase 85% dos casos do país. Nelas, a doença atinge, sobretudo, as pessoas que vivem em condições precárias de moradia e saneamento – dois dos fatores que favorecem a transmissão de seu agente causador, a bactéria *Mycobacterium leprae*. Outro dado preocupante são as altas taxas registradas no Brasil de resistência a medicamentos usados no tratamento da doença. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a resistência a um deles, a dapsona, chega a 13,3% no país. Por não responderem adequadamente às drogas, os pacientes resistentes apresentam uma piora em seu quadro de saúde e podem até morrer. Além de manchas na pele, a hanseníase provoca lesões neurais.

A médica veterinária Patrícia Rosa, diretora da Divisão de Pesquisa e Ensino do Instituto Lauro de Souza Lima (ILSL), em Bauru, um dos principais centros de atendimento a pessoas com hanseníase no estado de São Paulo, afirma que o aumento no número de casos se deve a falhas na rotina de prevenção e identificação da doença. “A hanseníase tem evolução lenta e diagnóstico difícil”, conta a pesquisadora, uma das autoras de um trabalho que identificou no interior do Pará a mais elevada taxa de resistência a tratamento já descrita para essa enfermidade. “Os profissionais da saúde precisam ser bem treinados para identificar os sintomas antes que a doença evolua para um quadro grave”, explica. Essa, segundo ela, não é a realidade em boa parte do país. “Nas regiões mais afastadas, faltam profissionais da saúde capazes de fazer o diagnóstico precoce.”

O Ministério da Saúde discorda dessa interpretação. Segundo nota enviada por e-mail à *Pesquisa FAPESP*, o aumento recente nos casos de hanseníase se deve ao aprimoramento e à intensificação das ações de vigilância. Essa estratégia teria

# Retomada de uma velha conhecida

Em queda desde 2006, número de casos de hanseníase voltou a subir em 2016



FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

levado a um maior registro no número de casos da doença. “O enfrentamento da hanseníase no Brasil é baseado na busca ativa de casos para diagnóstico precoce, tratamento oportuno e prevenção das incapacidades”, informou o órgão.

A doença atinge mais de 200 mil pessoas por ano no mundo, sendo um a cada 10 novos casos reportado no Brasil, segundo a Organização Pan-americana da Saúde (Opas). O país é o segundo em número de novos casos, atrás apenas da Índia. A bactéria pode ser transmitida pelo contato direto com o doente por meio de gotículas que ficam em suspensão no ar durante a expiração, tosse ou espirro. O tratamento é simples, gratuito e eficiente, à base dos antibióticos dapsona, rifampicina e clofazimina; porém é demorado. Pode levar de seis a 12 meses, o que, às vezes, faz com que alguns doentes abandonem o tratamento precocemente. Desde os anos 1980 esses fármacos são usados em conjunto na terapia multidroga, a poliquimioterapia. Por muito tempo a estratégia foi eficaz e contribuiu para reduzir o número de novos casos no mundo, mas, de 2005 para cá, a prevalência parou de cair e se estabilizou.

Uma possível explicação para o aumento do número de casos é que a bactéria esteja se tornando resistente aos medicamentos. Dados coletados em diferentes países indicam que de 2% a 16% dos casos de hanseníase não respondem ao tratamento. Em estudo publicado em fins de 2018 na *Clinical Microbiology and Infection*, pesquisadores da Organização Mundial da Saúde (OMS) analisaram

1.932 pessoas infectadas de 19 países e identificaram uma taxa média de resistência de 8% – no Brasil, a resistência à rifampicina foi de 9% e à dapsona de 13,3%. Em algumas regiões brasileiras, porém, esse valor é ainda mais elevado.

## O CASO DE VILA DO PRATA

Entre 2009 e 2017, um grupo coordenado pelo bioquímico Marcelo Távora Mira, da Escola de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), e pelo cirurgião Marcos Virmond, diretor do ILSL, examinou cerca de 670 dos quase 3 mil moradores de Vila de Santo Antônio do Prata, no interior do Pará. Por lá, de 1924 a 1962, funcionou uma das principais colônias de isolamento de pessoas com hanseníase nas regiões Norte e Nordeste. Nas visitas, os pesquisadores registraram 42 casos da doença: 19 em pessoas que haviam se infectado pela primeira vez e 23 em moradores que já haviam tido a enfermidade no passado. Biopsias feitas em 37 indivíduos mostraram que 43% deles apresentavam resistência a pelo menos um dos antibióticos usados no tratamento da doença.

O dado mais preocupante, contudo, é que um terço dos pacientes resistentes exibia essa condição não apenas para um antibiótico, mas dois dos componentes da poliquimioterapia, a dapsona e a rifampicina. A taxa de multirresistência foi de 21% entre os casos recém-diagnosticados e 44,4% entre aqueles em que a doença reapareceu. “Foi a mais alta taxa de resistência já reportada para essa bactéria”, afirma Mira, coautor do estudo,

publicado em julho na revista *Clinical Infectious Diseases*. “Isso indica que a verdadeira extensão do problema ainda é, em grande medida, desconhecida.”

Para Mira, “os dados devem ser analisados com cautela, uma vez que os moradores de Vila do Prata estão expostos à hanseníase há quase 100 anos”. Inaugurado no início do século XX, esse lazareto é um dos mais antigos do Pará e integrou a política de internação compulsória adotada no Brasil para controlar a doença a partir de 1924 (ver Pesquisa FAPESP nº 236). A vila chegou a atender mais de 13 mil pessoas com a doença.

O isolamento obrigatório terminou em 1962, mas muitos continuaram a viver lá, por conta do estigma associado à doença. “Além de relativamente isolados, ao longo dos anos, os moradores daquela região já foram submetidos a quase todos os protocolos de tratamento contra a hanseníase”, diz Mira. “Ainda assim, continuam a se reinfectar com o bacilo e a transmiti-lo.” Um dos principais receios dos pesquisadores é que o fenômeno observado ali se repita em outras regiões do país nas quais existiram asilos-colônia para pessoas com a doença. ■

## Artigos científicos

ROSA, P. S. *et al.* Emergence and transmission of drug/multidrug-resistant *Mycobacterium leprae* in a former leprosy colony in the Brazilian Amazon. *Clinical Infectious Diseases*. jul. 2019.

CAMBAU, E. *et al.* Antimicrobial resistance in leprosy: Results of the first prospective open survey conducted by a WHO surveillance network for the period 2009-15. *Clinical Microbiology and Infection*. v. 24, n. 12, p. 1305-10. dez. 2018.

# Mais mutações associadas à baixa estatura

Testes de DNA elucidam origem de 15% dos casos de déficit de crescimento sem causa conhecida em crianças

Rafael Garcia

Quando detecta déficit de crescimento em uma criança em um grau que possa resultar em problemas de adaptação na vida adulta, o pediatra inicia um processo de investigação para diagnosticar a razão da baixa estatura. Se não identifica a causa, algo que ocorre na maioria das vezes, o caso é registrado como idiopático. O médico conclui que a baixa estatura do paciente não tem uma razão específica e eventualmente pode encaminhá-lo para tratamento hormonal, em geral baseado no uso de hormônio do crescimento (GH). Estudos recentes que submetem crianças com esse perfil a testes genéticos mais abrangentes, porém, estão conseguindo elucidar a origem de uma parcela significativa de casos que antes eram relegados à incerteza clínica. Em alguns casos, a identificação da causa do problema pode evitar o tratamento desnecessário de crianças para as quais o GH não funciona.

O trabalho feito pela equipe do endocrinologista Alexander Jorge, da Faculdade de Medicina da Universidade

de São Paulo (FM-USP), publicado em junho no *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, é um exemplo de que vale a pena buscar causas genéticas em casos inconclusivos. Jorge e seus colaboradores realizaram testes genéticos em 55 crianças diagnosticadas com baixa estatura idiopática. Elas em geral estão entre os 2% mais baixos de seu sexo e sua faixa etária e, quando o padrão de crescimento se mantém na infância e na adolescência, podem chegar à vida adulta com a altura máxima de 1,60 metro (m), no caso dos homens, e de 1,50 m, no das mulheres. Na maior parte das vezes são crianças saudáveis, embora possam sofrer zombaria e desenvolver traumas emocionais por causa da estatura. Muitas delas recuperam espontaneamente o ritmo normal de crescimento, após uma fase inicial de crescimento reduzido.

Dos 55 participantes da pesquisa, oito tinham baixa estatura porque apresentavam mutações em genes já descritos na literatura científica como importantes para o crescimento. O resultado se somou às evidências fornecidas por um estudo do

final de 2017, coordenado por pesquisadores do Instituto de Genética Humana da Universidade de Erlangen-Nuremberg, da Alemanha, que monitorou 200 casos semelhantes e encontrou explicações genéticas relevantes para 31 deles.

Os dois artigos indicam que o conhecimento genético atual pode explicar 15% dos casos de déficit de crescimento antes considerados sem causas específicas. Chegou-se a esse resultado com a adoção de um teste que procura por mutações em um conjunto (painel) de centenas de genes. O exame custa em torno de R\$ 800 em centros de pesquisa e pode chegar a R\$ 2,5 mil em instituições privadas. “Baixa estatura idiopática é uma descrição clínica e não necessariamente um problema de saúde”, conta Jorge.

O tratamento para crianças com baixa estatura, quando indicado, é a administração de hormônio do crescimento. Geralmente é seguro, mas caro: pode custar mais de R\$ 3 mil por mês e durar ao menos cinco anos. Também exige a aplicação diária de injeções e a taxa de abandono pode alcançar os 20%, porque





Pesquisador mostra área com alterações no genoma de criança com baixa estatura

nem sempre a terapia resulta em um ganho significativo. “Até uma em cada quatro crianças com baixa estatura idiopática não apresenta resposta satisfatória ao uso de hormônio do crescimento”, relata o pesquisador.

#### MEDICINA PERSONALIZADA

Os testes genéticos, segundo alguns especialistas, podem ajudar a conhecer a causa da baixa estatura e a individualizar o tratamento, evitando, por exemplo, o uso de hormônio do crescimento nos casos de alterações gênicas que sabidamente não respondem ao composto. Também permitem a busca de terapias que atuem especificamente sobre os genes alterados, criando uma oportunidade de melhorar a qualidade de vida de pacientes e de reduzir gastos com exames desnecessários e tratamentos ineficazes.

“Chegou a hora de mudar o paradigma de como abordamos o diagnóstico da baixa estatura”, escreveu o endocrinologista Andrew Dauber, do Sistema Nacional de Saúde Infantil dos Estados Unidos, em um artigo publicado em julho, também

em *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, no qual comenta os estudos da USP e dos alemães. “O benefício dos testes genéticos ultrapassa de longe o dos testes hormonais tradicionais nessa população de pacientes [idiopáticos].” Segundo Dauber, isso levanta a questão de quando os testes genéticos devem se tornar a avaliação de primeira linha para crianças com distúrbios de crescimento que não manifestem deficiência hormonal e sejam saudáveis em outros aspectos. Feitos no início da avaliação clínica do paciente, poderiam dispensar exames a que as crianças com baixa estatura são normalmente submetidas, como análises de cariótipo (composição de cromossomos), imagens de ressonância magnética e baterias de testes hormonais.

O trabalho do grupo da USP analisou as sequências de 388 genes associados à baixa estatura. Em algumas das crianças também foi sequenciada toda a parte do genoma que codifica proteínas, o exoma, em busca de mutações ainda desconhecidas que pudessem afetar o crescimento. “É muito difícil associar um gene à

baixa estatura”, comenta a bióloga Bruna Lucheze Freire, que faz doutorado em endocrinologia sob a orientação de Jorge e é uma das autoras do artigo. “No nosso estudo, encontramos genes conhecidos e genes candidatos a apresentar essa associação.” A ideia é subsidiar a decisão de tratar, ou não, com hormônio de crescimento uma criança com baixa estatura.

Os pesquisadores de São Paulo descobriram, por exemplo, que a baixa estatura de um dos pacientes se devia a uma mutação no gene *Acan*, causador de um problema na cartilagem de crescimento que costuma ser revertido com doses de GH. Outro caso estava associado a uma mutação no gene *PTPN11* que provoca a síndrome de Noonan, que pode causar alterações (dismorfismos) na face e problemas cardíacos, além da baixa estatura. Essa mutação, porém, não responde bem ao tratamento hormonal. Um diagnóstico genético precoce poderia ter apressado a decisão de tratar, com doses de hormônio do crescimento, o primeiro caso e evitado o procedimento no segundo paciente.

Outra constatação do trabalho é que muitos dos genes implicados em casos outrora tidos como idiopáticos estão relacionados à cartilagem de crescimento, localizada nas extremidades de ossos de crianças e adolescentes. Conhecer como esses genes regulam o desenvolvimento dessas cartilagens pode ajudar na identificação de compostos que ajudem a tratar a origem do déficit de crescimento. “Uma medicação que age diretamente na cartilagem de crescimento passou pelos testes clínicos iniciais e deve chegar ao mercado em breve”, comenta Jorge. “Há uma chance boa de ela ter efeito na estatura de pacientes com mutações em genes associados à cartilagem de crescimento, como o *Acan*.” ■

#### Projeto

Novas abordagens e metodologias na investigação genético-molecular dos distúrbios de crescimento e desenvolvimento puberal (nº 13/03236-5); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Alexander Augusto de Lima Jorge (USP); Investimento R\$ 3.358.799,81.

#### Artigos científicos

FREIRE, B. L. *et al.* Multigene sequencing analysis of children born small for gestational age with isolated short stature. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. v. 104, n. 6, p. 2023-30. jun. 2019.

DAUBER, A. Genetic testing for the child with short stature – Gas the time come to change our diagnostic paradigm? *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. v. 104, n. 7, p. 2766-9. jul. 2019.

INFRAESTRUTURA (CIDADES,  
ESTRADAS, BARRAGENS)

1%

AGRICULTURA IRRIGADA

2%

AGRICULTURA  
NÃO IRRIGADA

10%

IPCC ▲

# O uso do solo e as mudanças climáticas

Humanidade utiliza mais de 70% da superfície terrestre sem gelo e atividades primárias respondem por quase um quarto das emissões de gases de efeito estufa

Marcos Pivetta

**D**ois fatores pressionam o uso da terra no planeta, de acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), órgão da Organização das Nações Unidas (ONU), divulgado em Genebra, Suíça, em 8 de agosto. O primeiro é a crescente população global, hoje em torno de 7,7 bilhões de pessoas, que aumenta a demanda por comida e recursos naturais. O segundo são as mudanças climáticas, que criam novos desafios na difícil relação da humanidade com o solo do planeta. A ação do homem se dá fundamentalmente por meio de atividades agropecuárias, uso do solo urbano e preservação de áreas naturais. Ao optar, por exemplo, por converter uma área de floresta nativa – que estocou uma quantidade considerável de carbono em sua biomassa – em pastagem para criação animal, promove-se uma grande emissão de gases de efeito estufa. As escolhas feitas pelo homem podem minimizar ou exacerbar as mudanças climáticas, que, por sua vez, levam a sociedade a novas decisões sobre como utilizar o solo, em um processo que se realimenta.

Diferentemente de seus grandes e abrangentes relatórios gerais sobre a situação do clima terrestre, dos quais já foram produzidas cinco edições (a sexta está em preparação, com lançamento previsto para o início de 2021), o novo documento do IPCC é um relatório especial, que trata de um tema mais específico. No caso, das relações entre o uso da terra e as mudanças climáticas, com ênfase em assuntos como desertificação,



PASTAGENS INTENSIVAS

2%

FLORESTAS PLANTADAS

2%

ECOSSISTEMAS SEM FLORESTAS, COM MÍNIMA INTERVENÇÃO HUMANA

7%

PASTAGENS NATURAIS, COMO SAVANAS E PRADARIAS, OCUPADAS POR ANIMAIS SELVAGENS

16%

FLORESTAS INTACTAS OU PRIMÁRIAS COM MÍNIMA INTERVENÇÃO HUMANA

9%

FLORESTAS MANEJADAS PARA EXTRAÇÃO DE MADEIRA E OUTROS FINS

20%

OUTROS TIPOS DE TERRA, COMO DESERTOS

12%

PASTAGENS EXTENSIVAS

19%

Esse é o segundo relatório especial, que foi escrito e editado por 107 autores de 52 países, incluindo quatro autores brasileiros. O primeiro, divulgado em outubro de 2018, falava dos impactos climáticos do aumento de 1,5 °C na temperatura global nas próximas décadas. Devido ao seu recorte, o novo documento não aborda a necessária redução da queima de combustíveis fósseis e foca essencialmente nas relações do homem com a superfície do planeta.

“A terra desempenha uma função importante no sistema climático”, disse, em comunicado durante o lançamento do relatório, o escocês Jim Skea, professor do Centro de Políticas Ambientais do Imperial College de Londres. “A agricultura, a silvicultura e outros tipos de uso da terra representam 23% das emissões humanas de gases com efeito de estufa. Ao mesmo tempo, os processos naturais dos ecossistemas terrestres absorvem dióxido (CO<sub>2</sub>) de carbono equivalente a quase um terço

das emissões de dióxido de carbono da queima dos combustíveis fósseis.” Skea é copresidente do Grupo de Trabalho III do IPCC, que estuda formas de mitigar as mudanças climáticas, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa ou retirando-os da atmosfera.

Segundo o relatório, as atividades que dependem do uso da terra foram responsáveis pela emissão de 13% do CO<sub>2</sub>, de 44% do metano (CH<sub>4</sub>) e 82% do óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) produzidos pelo homem entre 2007 e 2016. A maior parte das emissões de CO<sub>2</sub>, o principal gás de efeito estufa, vem de atividades industriais e de transporte que envolvem a queima de combustíveis fósseis.

degradação do solo, manejo sustentável da terra, segurança alimentar, produção de biocombustíveis e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres.



Agricultura, pecuária e desertos naturais: três formas de ocupação do solo com diferentes implicações para o clima

2

Há cerca de 130 milhões de quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) de solo não coberto por gelo nas áreas continentais, 72% da terra firme do planeta. A maior parte desse solo não congelado é usada pelo homem para obter comida, água, energia, fibras para várias finalidades, madeira e ter acesso a uma série de serviços ambientais, além de manter a biodiversidade. A pecuária, intensiva e extensiva, para a criação de bovinos e de outros animais ocupa 21% do território global livre de gelo e a agricultura, irrigada e não irrigada, 12% (*ver quadro na página anterior*). Desde 1961 até 2016, o consumo de carne e de óleos vegetais mais do que dobrou e as emissões de metano, produzidas naturalmente pelo sistema digestivo do gado e pelo cultivo do arroz, aumentaram 70%. Também duplicaram as emissões de óxido nitroso, que decorrem do uso de fertilizantes nitrogenados.

Um dos pontos do relatório que mais geraram repercussões foi a ênfase dada à adoção de dietas com menor impacto no uso da terra e, conseqüentemente, com menor repercussão climática em termos

de emissões de gases de efeito estufa. “O relatório não faz nenhuma recomendação direta de reduzir o consumo de carne”, comenta o físico Paulo Artaxo, da Universidade de São Paulo (USP), um dos brasileiros que participaram da confecção do documento. “Fala da adoção de dietas mais saudáveis e sustentáveis, que trariam benefícios para a saúde da população e ao meio ambiente.” Reduzir o desperdício de comida também é essencial. Atualmente, um terço do alimento produzido no mundo é perdido ou mal utilizado.

Segundo a sul-africana Debra Roberts, chefe do Sustainable and Resilient City Initiatives Unit em eThekweni, em Durban, e copresidente do grupo de trabalho II do IPCC, algumas dietas necessitam de mais terra e água para serem produzidas e acabam sendo fonte de mais emissões de gases de efeito estufa. “Dietas balanceadas com alimentos à base de plantas, como grãos, leguminosas, frutas e vegetais, e alimentos de origem animal produzidos de forma sustentável em sistemas com baixa emissão de gases de efeito estufa apresentam grandes oportunidades de adaptação e mitigação das mudanças climáticas”, disse Roberts, durante a apresentação do relatório.

Como abordar esse tema delicado no relatório final foi uma das questões discutidas entre os pesquisadores que participaram da elaboração do documento.

“Discutimos até aspectos éticos a respeito de que tipo de dietas o relatório poderia defender”, explica a oceanógrafa e climatologista Regina Rodrigues, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que participou da produção do capítulo 7 do relatório. Uma das preocupações era não estigmatizar populações de áreas historicamente mais pobres que apenas nos últimos anos passaram a ingerir dietas com mais proteína animal, um tipo de alimento que as nações mais ricas consomem há muito mais tempo.

#### **POLÊMICA DA BIOENERGIA**

Outro tema que provocou discussões, em especial durante o processo final de redação do resumo do relatório para os chamados “tomadores de decisão”, foi o da bioenergia. Cultivar plantas para a produção de alguma forma de energia, como o Brasil faz com a cana-de-açúcar usada para a fabricação do etanol que substitui uma parte do combustível fóssil, é prejudicial à produção de alimentos? Essa prática é um bom ou um mau uso da terra no que diz respeito ao combate ou à mitigação das mudanças climáticas? Segundo o relatório, a resposta é: depende. Em alguns lugares, e para certas culturas, os resultados do emprego da bioenergia podem ser positivos. Em outros, podem colocar em risco a segurança alimentar e a biodiversidade.



## A agropecuária e outros usos do solo emitem 13% do dióxido de carbono, 44% do metano e 82% dos óxidos nitrosos produzidos por ações humanas



Etanol produzido no Brasil a partir da cana não afeta a produção de alimentos

ma de combustíveis fósseis no setor de transporte. Dependendo de como são produzidas, muitas formas de bioenergia são sustentáveis, até o etanol de milho.”

**A**lém disso, essa versão do resumo também não diferenciava a produção estabelecida de bioenergia, uma realidade em alguns países, do uso experimental de tecnologias (as chamadas Beccs) que visam capturar e armazenar no solo o dióxido de carbono liberado pela queima ou fermentação de biomassa. Em tese, os Beccs poderiam parecer promissores, mas a versão inicial do resumo projetava que seriam necessários algumas centenas de milhões de hectares de terra no mundo para que essas tecnologias tivessem algum impacto na tentativa de frear o aquecimento global até 2050 – uma enormidade de terra, que poderia ser usada para plantar alimentos. “Nada indica que a produção de etanol no Brasil precise se expandir nesse ritmo para se manter competitiva”, afirma o engenheiro-agrônomo Luís Gustavo Barioni, da Embrapa Informática Agropecuária, de Campinas, um dos autores do capítulo sobre segurança alimentar e de uma seção sobre terra e bioenergia do novo documento do IPCC. Atualmente, a área plantada de cana no país é de 10 milhões de hectares, cerca de metade para produção de bioetanol e metade para açúcar.

Para a bioquímica Glaucia Mendes Souza, do Instituto de Química (IQ) da USP e membro da coordenação do Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen), o novo documento do IPCC apresenta uma avaliação ponderada sobre essa questão, baseada na literatura científica, listando prós e contras da adoção de diferentes tipos de bioenergia. “Mas a versão do sumário do relatório que estava pronta para ser divulgada em Genebra não refletia essa visão equilibrada”, comenta Souza. “Ela tratava todas as formas de bioenergia como se fossem iguais, sem deixar claro que, no Brasil, o cultivo de cana-de-açúcar para a produção de etanol não compete com a produção de alimentos e é importante para a redução das emissões por quei-

Para desfazer essa visão generalista sobre a bioenergia que estava para ser divulgada no resumo para os tomadores de decisão, os pesquisadores brasileiros trocaram informações em tempo real, via grupos de WhatsApp, com funcionários do Ministério das Relações Exteriores, o Itamaraty, que estavam em Brasília e em Genebra no início de agosto participando do processo final de redação do resumo executivo do relatório. A estratégia visava abastecer a delegação do Itamaraty com estudos científicos sobre a sustentabilidade da produção de bioenergia no país, que não coloca em risco a área destinada ao cultivo de alimentos.

O esforço deu resultado e o sumário se mostrou mais neutro, e em consonância com o tom do relatório, em relação ao papel dos biocombustíveis para mitigar as mudanças climáticas. “No último dia de negociação, a reunião na Suíça demorou 30 horas para chegarmos a um consenso”, conta Renato Domith Godinho, chefe da Divisão de Promoção da Energia do Itamaraty. “A Alemanha e a Suécia entenderam a nossa posição e nos apoiaram nas discussões”, comenta o meteorologista Humberto Barbosa, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), que foi coordenador do capítulo sobre degradação da terra e também participou da redação final do sumário. ■

# Por que o Crato preserva fósseis

Hipótese atribuí à ação de bactérias  
a conservação de vestígios de plantas  
e de animais na bacia do Araripe

Rafael Garcia



No início de julho, um grupo de paleobotânicos anunciou a descoberta de um fóssil de uma nova espécie de lírio, *Cratolirion bognerianum*, que viveu há 115 milhões de anos. A delicadeza da peça, com raízes, pétalas e células individuais preservadas, impressionou os pesquisadores. O local onde a flor foi encontrada, porém, não causou surpresa: a formação Crato, na bacia do Araripe, no Ceará, unidade geológica que tem revelado dezenas de fósseis com tecidos moles muito bem preservados. “A maneira com que o lírio foi depositado, em um antigo lago, é bastante incomum para uma planta herbácea”, diz o francês Clément Coiffard, do Museu de História Natural de Berlim, um dos autores do artigo com a descrição da flor, publicado na *Nature Plants*, ao lado de Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira, da Universidade de São Paulo (USP). “Além da deposição ‘clássica’ com ramos, folhas de árvores e arbustos, muitas plantas ali são preservadas ainda com suas raízes presas, contendo argila.”

Não se sabe por que a formação Crato conserva tanta riqueza paleontológica, mas pesquisadores brasileiros levantaram uma hipótese para explicar o fenômeno. Segundo um estudo publicado em julho na revista científica *Palaio*, esteiras de micróbios teriam contribuído para fossilizar uma vasta gama de organismos. A ação dos microrganismos teria sido fundamental para fixar e proteger a integridade de resquícios de plantas e de animais no fundo desse paleolago.

Entre as criaturas que já emergiram do Crato estão uma serpente com vestígios de patas, pterossauros com cristas preservadas e aves com penas aparentes, além de insetos, crustáceos, peixes e plantas. O local é uma das poucas janelas do planeta para os paleontólogos estudarem a biodiversidade tropical do período Cretáceo Inferior, entre 146 milhões e 100 milhões de anos atrás.

Camarão encontrado no Crato ilustra a riqueza de detalhes dos fósseis da região

“Vários eventos precisam ocorrer para que um organismo seja preservado”, afirma o geólogo Lucas Warren, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (IGCE-Unesp) e coautor do estudo. “É um processo complexo, para o qual formulamos uma hipótese mais simples e parcimoniosa.” Em busca de pistas sobre esse processo, quatro anos atrás Warren e o aluno de doutorado Filipe Varejão começaram a estudar coleções de fósseis e amostras geológicas da região, e em viagens investigaram diversos pontos do chamado *lagerstätte*, a formação calcária de onde a maioria dos fósseis da região emerge.

No período em que os sedimentos estavam formando esse tipo de rocha, o Brasil ainda não tinha se separado completamente da África. A atual região do Atlântico Sul estava começando a ser inundada, e o *lagerstätte* do Crato estava, portanto, conectado à região marinha na qual estavam se formando os depósitos do pré-sal, a formação geológica submersa onde o Brasil passou recentemente a explorar reservas de petróleo.

Segundo a hipótese mais genérica para a formação desses sedimentos, sua origem teria se dado exclusivamente por processos químicos, na interação das rochas com a água e a atmosfera. Uma limitação dessa ideia é que outros estratos geológicos similares não apresentam o mesmo grau de riqueza paleontológica. Em 2016, Warren e Varejão fizeram uma descoberta interessante no local que adicionou um novo elemento ao cenário: antigas estruturas formadas por colônias de cianobactérias, microrganismos que fazem fotossíntese.

Preservadas em estruturas macroscópicas chamadas estromatólitos, essas colônias são capazes de alterar significativamente o ambiente em que vivem. “Chegamos à conclusão de que a região do Crato era, de fato, um ambiente lacustre: um lago na beira do mar, mais ou menos parecido com o que tem hoje em Shark Bay, no sul da Aus-



*Cratolirion bognerianum*,  
um lírio fossilizado  
de 115 milhões de anos

trália, onde é possível ver estromatólitos expostos”, explica Warren. Além dos remanescentes de estromatólitos, os cientistas encontraram na região fósseis de crustáceos com vestígios de EPS (substância polimérica extracelular). “Esse composto é um polímero natural gosmento secretado pelos microrganismos e que pode se preservar e fossilizar”, diz o pesquisador.

A presença das cianobactérias era indicativa de dois fatores importantes para a preservação de fósseis, de acordo com o estudo. Primeiramente, um meio com esses microrganismos representa um ambiente estéril para outras formas de vida, como animais, que poderiam consumir esses microrganismos se alimentando do EPS. Em segundo lugar, a esteira de cianobactérias e de outros micróbios que se acumula no fundo de um lago funciona como uma âncora dos vestígios de plantas e animais, impedindo-os de serem desmembrados pela correnteza. Em poucas semanas, o tapete de bactérias recobre os restos dos seres vivos. “Os vestígios ficam encapsulados, mais ou menos como num sarcófago”, diz Warren.

A estabilidade mecânica proporcionada pela esteira microbiana permite que ocorram os processos de mineralização que solidificam o fóssil. No caso do Crato, existem três processos distintos: a piritização, substituição dos tecidos por sulfeto de ferro; a querogenização, em que a matéria orgânica

se transforma em matéria inorgânica e insolúvel; e a fosfatização, na qual os fosfatos tomam o lugar das fibras de seres mortos. A esteira microbiana se divide em camadas. As cianobactérias ocupam o estrato mais acima. Nas camadas inferiores, estão presentes bactérias quimioautotróficas, que produzem energia a partir de compostos inorgânicos sem a necessidade de haver luz. Dependendo do nível em que um organismo morreu e se ancorou, ocorre um processo final de fossilização diferente.

**C**omo a formação Crato exhibe fósseis excepcionalmente preservados formados pelos três processos, era difícil construir uma explicação única que agrupasse todos eles. O modelo da esteira microbiana proposto por Varejão, Warren e demais coautores, incluindo Mario Assine, líder do grupo na Unesp, tenta resolver essa equação sem a necessidade de postular processos químicos e geológicos mais tortuosos.

A fixação mecânica gerada pelo tapete de microrganismos ajudaria a explicar a ocorrência de exemplares de fósseis bem preservados na formação Crato, como o lírio de 115 milhões de anos. Essa espécie, aliás, cobre uma lacuna importante da história evolutiva das plantas monocotiledôneas, cujas sementes têm um reservatório de energia (cotilédone), e mostra que elas provavelmente se espalharam para o planeta a partir de regiões tropicais.

Entender a origem da formação Crato também auxilia os geólogos a buscar outros sítios que tenham rochas semelhantes e possam igualmente abrigar fósseis bem conservados. Esse tipo de trabalho não deve ser postergado. Áreas ricas em fósseis quase sempre estão sujeitas a pressões externas. No Crato, por exemplo, os pesquisadores dizem que a região já dá sinais de esgotamento. “Os mineradores comentam que agora encontram menos fósseis do que no passado”, conta Varejão. “Eles dizem que guardam as peças mais bonitas, mas muitas são jogadas fora. Nem sempre o fóssil mais bonito é o de maior valor científico.” ■

## Projetos

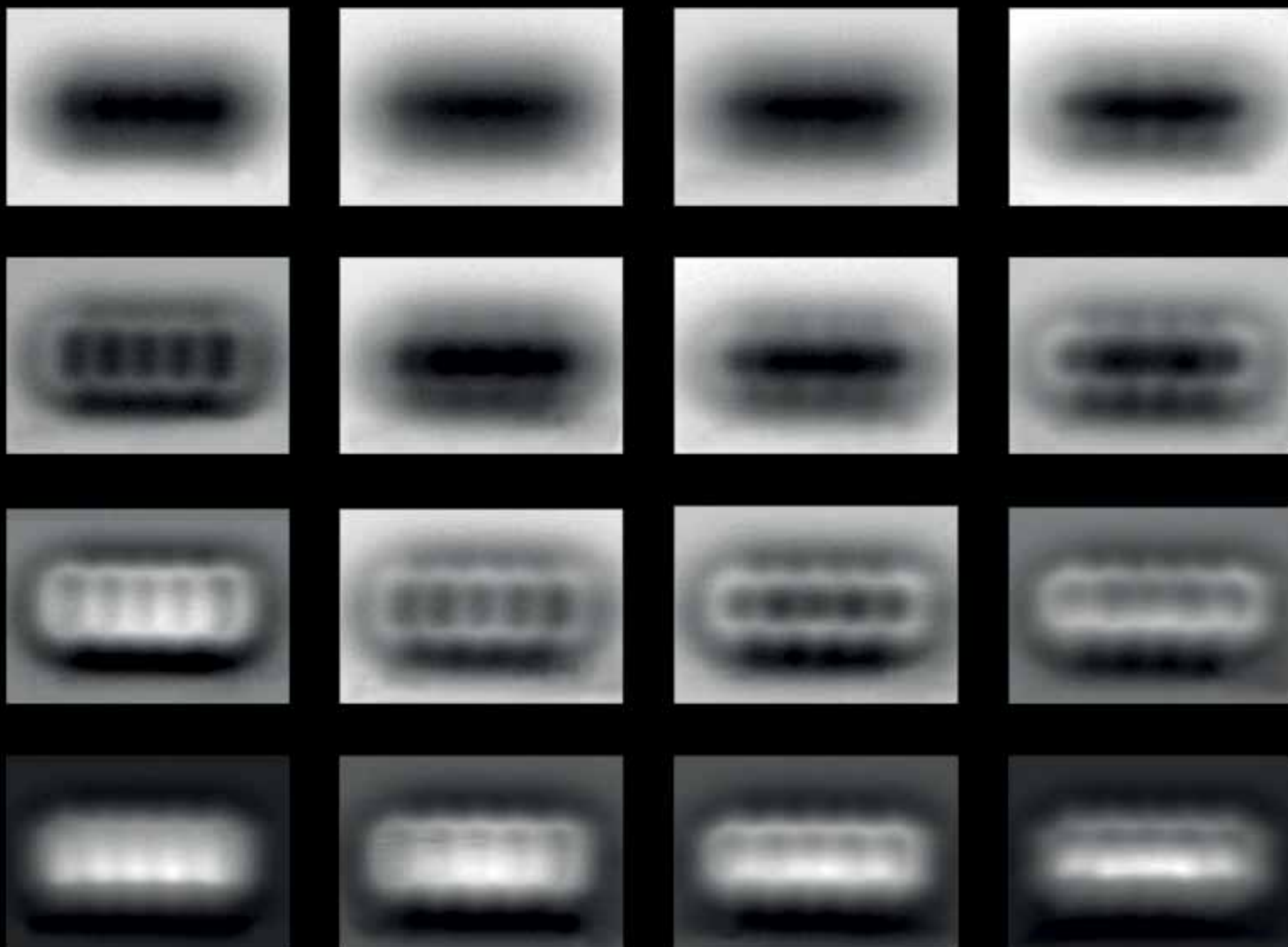
1. Abordagem multi-indicadores do sistema misto carbonático-siliciclástico da formação Crato: Evolução sedimentar, paleogeografia e tectônica (nº 16/13214-7); **Modalidade** Bolsa de Doutorado; **Pesquisador responsável** Lucas Warren (Unesp); **Bolsista** Filipe Varejão; **Investimento** R\$ 132,667,08.

2. Contexto estratigráfico e paleoambiental das assembleias de macroinvertebrados da Formação Romualdo, Cretáceo da Bacia do Araripe, e suas implicações paleogeográficas (nº 17/20803-1); **Modalidade** Bolsa de Pós-doutorado; **Pesquisador responsável** Marcello Guimarães Simões (Unesp); **Bolsista** Suzana Aparecida Matos da Silva; **Investimento** R\$ 202.219, 29.

## Artigos científicos

VAREJÃO, F. G. *et al.* Exceptional preservation of soft tissues by Microbial entombment: Insights into the taphonomy of the Crato Konservat-Lagerstätte. *Palaio*. v. 34, n. 7, p-331-48. jul. 2019

COIFFARD, C. *et al.* Fossil evidence of core monocots in the Early Cretaceous. *Nature Plants*. v. 5, p. 691-96. jul. 2019.



Imagens do composto pentaceno, com carga positiva (*primeira coluna*), sem carga (*segunda*) e com cargas negativas (*terceira e quarta*)

FÍSICA ▲

# Formas em movimento

Grupo observa em tempo real mudanças na geometria e na distribuição de cargas elétricas em quatro moléculas

Ricardo Zorzetto

Foram necessárias quase duas décadas de trabalho para desenvolver o equipamento e as técnicas necessários para observar um fenômeno que químicos e físicos conheciam apenas a partir da teoria ou de simulações em computador: as transformações estruturais em tempo real que uma molécula isolada sofre à medida que ganha ou perde cargas elétricas. No laboratório da IBM em Zurique, Suíça, um grupo internacional de pesquisadores, do qual participa o físico brasileiro Shadi Fatayer, usou um microscópio de força atômica (AFM) para registrar mudanças na geometria, na distribuição de cargas elétricas e nas ligações entre os átomos em moléculas de quatro compostos químicos.

## A forma de uma molécula define as propriedades químicas, elétricas e ópticas de um material e sua capacidade de realizar reações químicas

Formadas por conjuntos de dois ou mais átomos, as moléculas são as menores unidades em que um composto químico – biológico ou mineral, natural ou sintético – pode ser dividido sem perder as propriedades que o caracterizam. Trabalhando no grupo chefiado pelo físico alemão Leo Gross na IBM, Fatayer documentou as modificações sofridas pelas moléculas de azobenzeno, pentaceno, tetracianoquinodimetano (TCNQ) e porfina enquanto perdiam ou ganhavam elétrons, partículas de carga elétrica negativa. Ao receber ou perder elétrons, cada uma dessas moléculas apresentou alterações distintas, relatam os pesquisadores em artigo publicado em 12 de julho na revista *Science*, no qual Fatayer, Gross e colaboradores da empresa ExxonMobil, nos Estados Unidos, e da Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha, descrevem o experimento.

No interior de uma câmara de vácuo ultra-alto mantida à temperatura de  $-268,15$  graus Celsius, Fatayer depositou moléculas isoladas de cada um dos compostos orgânicos sobre camadas muito puras de cloreto de sódio (NaCl), o sal de cozinha, que funciona como isolante elétrico. Em seguida, com o auxílio do microscópio retirou ou injetou um elétron por vez em

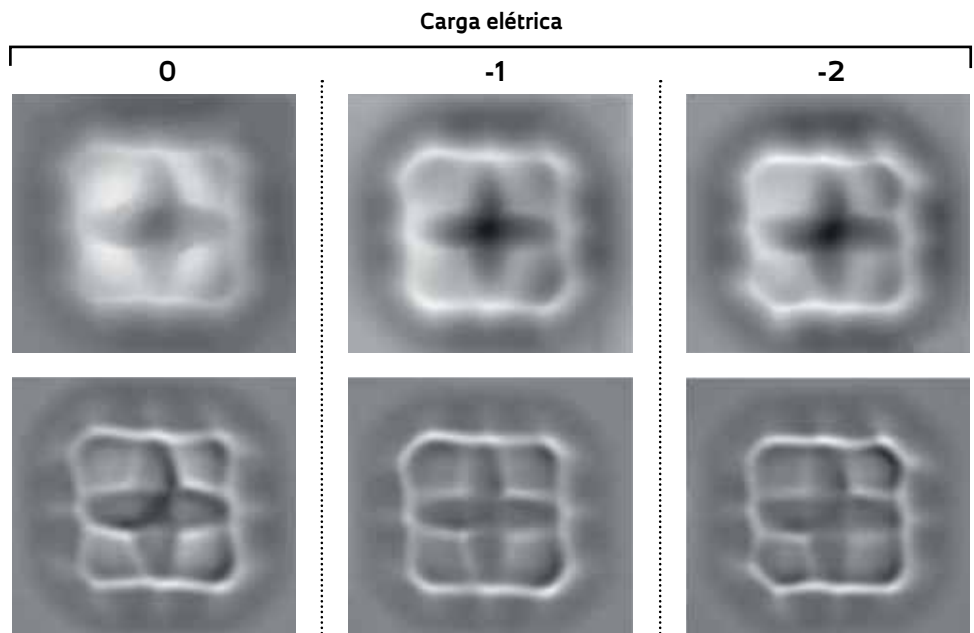
cada molécula. “A partir desse trabalho, químicos e físicos passam a contar com aparato experimental para avaliar mudanças em outras moléculas individuais”, diz Fatayer, que é o primeiro autor do artigo na *Science* e atualmente faz estágio de pós-doutorado na IBM de Zurique.

A primeira molécula analisada foi a de azobenzeno, um corante orgânico que, à temperatura ambiente, forma cristais de cor laranja-avermelhada. Cada molécula contém 24 átomos: 12 de carbono (C), 10 de hidrogênio (H) e 2 de nitrogênio (N) e fórmula química  $C_{12}H_{10}N_2$ . Eles estão organizados em dois anéis de benzeno, conjuntos de seis átomos de carbono dispostos na forma de hexágono, como um alvéolo do favo de uma colmeia. Porém, quando Fatayer injetou um elétron na molécula, sua geometria mudou. Uma das duas ligações que mantinham unidos os átomos de nitrogênio se rompeu e os anéis de benzeno se dobraram em sentidos opostos.

Transformações diferentes foram observadas no pentaceno ( $C_{22}H_{14}$ ). Esse semicondutor orgânico tem os 22 átomos de carbono e os 14 de hidrogênio estruturados em cinco anéis de benzeno unidos linearmente. Com a retirada de um

## Imagens do composto porfina com três configurações elétricas distintas

A molécula padrão é neutra e apresenta forma ligeiramente distinta das versões negativas, em que elétrons foram adicionados





Microscópio de força atômica da IBM de Zurique: empresa criou esse tipo de aparelho na década de 1980



elétron e, portanto, com uma carga positiva a mais, a molécula se tornava mais larga e menos comprida. Quando Fatayer acrescentou, à molécula, um elétron por vez até um total de três, o composto se alongou e se estreitou.

Com fórmula  $C_{12}H_4N_4$ , o TCNQ é um composto que conduz bem a eletricidade (é usado na eletrônica orgânica) e existe na forma de um pó esverdeado ou de cristais amarelos. Em sua molécula, um anel de benzeno é completado em extremidades opostas por três átomos de carbono conectados, cada um deles, a um de nitrogênio, formando como se fossem braços abertos. Na forma neutra, a molécula adere perpendicularmente sobre a base isolante de cloreto de sódio. Ao ganhar elétrons, no entanto, o anel de benzeno se torna paralelo ao substrato e as extremidades se curvam – a curvatura é maior quando se acrescenta um elétron em vez de dois. “Ao adicionar ou remover elétrons únicos, vemos como isso altera a estrutura da molécula”, disse Gross à revista *New Scientist*. “Já sabíamos que isso acontecia, mas não exatamente como a estrutura mudava e isso foi muito difícil de observar.”

Do ponto de vista biológico, a molécula mais importante estudada por Fatayer e seus colegas foi a porfina ( $C_{20}H_{14}N_4$ ). Ela forma o núcleo de duas moléculas essenciais à vida na Terra: a clorofila, que usa a luz solar para converter gás carbônico ( $CO_2$ ) nos açúcares que nutrem as plantas e as fazem crescer; e a hemoglobina,

responsável pelo transporte sanguíneo das moléculas do oxigênio ( $O_2$ ) usado na produção de energia nos tecidos e na eliminação de um subproduto dessa reação química, o  $CO_2$ . A porfina tem uma estrutura química mais complexa do que as outras moléculas analisadas e sofreu alterações nas ligações químicas e na distância entre seus átomos à medida que elétrons eram acrescentados.

“Os resultados do trabalho do grupo de Zurique são incontestáveis”, comenta o físico Abner de Siervo, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que orientou Fatayer durante o mestrado, realizado com bolsa concedida pela FAPESP. Ele explica que a perda ou o ganho de elétrons pode mudar a forma de uma molécula, parâmetro extremamente importante. “A forma define as propriedades químicas, elétricas e ópticas de um material”, explica Siervo. “De acordo com essas propriedades, determinadas reações podem ocorrer e outras, não”.

#### IMAGEM NA PONTA DO ÁTOMO

O trabalho realizado com as quatro moléculas só foi possível de ser feito graças a avanços constantes nas técnicas para gerar imagens de moléculas e átomos. Dois físicos da IBM em Zurique, Heinrich Rohrer (1933-2013) e Gerd Binnig, desenvolveram em 1981 o primeiro microscópio de varredura de tunelamento (STM), do qual deriva o microscópio de força atômica (inventado por Binnig e colaboradores cinco anos mais tarde). Pela

criação do STM, Rohrer e Binnig ganharam o Nobel de Física de 1986.

O microscópio de força atômica é um equipamento que pode ocupar quase uma sala inteira e alcança resolução cerca de mil vezes maior do que a dos mais potentes microscópios ópticos. Nesses, a luz refletida pelo objeto observado passa por um conjunto de lentes e gera uma imagem ampliada. Já nos microscópios de força atômica, uma ponta extremamente afiada (em geral, metálica ou isolante) varre a superfície da amostra a ser estudada sem tocá-la. Como o dedo de uma pessoa que lê os cumes e vales de uma escrita em braile, a ponta sente as forças elétricas de atração e repulsão do material e produz um mapa tridimensional, depois convertido em imagem. Quanto menor o diâmetro da ponta, mais detalhes ela detecta.

No final da década passada, Leo Gross e o então líder do grupo da IBM em Zurique, o também físico alemão Gerhard Meyer, melhoraram a resolução do microscópio de força atômica adicionando à ponta metálica uma molécula inerte de apenas dois átomos: o monóxido de carbono (CO), que adere perpendicularmente à ponta metálica. Com o carbono conectado ao metal, o oxigênio fica na extremidade livre e a ponta apresenta apenas um átomo de espessura. ■

#### Artigo científico

FATAYER, S. *et al.* Molecular structure elucidation with charge-state control. *Science*. v. 365, n. 6449, p.142-5. 12 jul. 2019.

Veículo da BYD em estação de recarga na garagem da concessionária Transwolve



# ELÉTRICOS NO HORIZONTE

Políticas de restrição à emissão de poluentes nas cidades impulsionam desenvolvimento de ônibus movidos a bateria

Domingos Zapparoli

Maior metrópole da América do Sul, São Paulo conta com uma malha de transporte público urbano complexa, com uma frota que inclui 14.076 ônibus movidos a diesel e 201 trólebus — veículos elétricos que circulam conectados a cabos aéreos. A partir deste mês, uma novidade poderá ser vista nas ruas da cidade. A prefeitura planeja iniciar, em caráter experimental, a operação de uma frota de 15 ônibus elétricos movidos 100% a bateria, os primeiros do gênero da capital. Os veículos farão um trajeto de 29,7 quilômetros (km) entre ida e volta na zona sul, operado pela concessionária Transwolf. “Será uma oportunidade para verificarmos o desempenho dos elétricos no dia a dia, em condições rigorosas de operação”, diz Simão Saura Neto, superintendente de engenharia veicular e mobilidade especial da SPTrans, responsável pela gestão do transporte público paulistano.

Fabricantes de ônibus, fornecedores de peças e baterias, companhias de distribuição de energia, gestores municipais e especialistas em transportes acompanham com atenção essa experiência, que poderá servir de referência para a expansão de ônibus elétricos no Brasil. A prefeitura pretende avaliar a confiabilidade técnica dos veículos — que precisarão rodar mais de 200 km por dia sem recarga —, a infraestrutura de abastecimento ener-

gético, o impacto ambiental e a viabilidade econômica de manter uma frota movida a bateria.

A substituição da frota a diesel paulistana parte de uma necessidade legal. Em 2018, a Lei Municipal nº 16.802 estabeleceu que os veículos que atendem o transporte público devem reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em 50% no prazo de 10 anos e 100% em 20 anos. A liberação pelos escapamentos de material particulado (MP) deve cair em 90% e 95%, respectivamente, e a emissão de óxido de nitrogênio (NOx) precisa ser reduzida em 80% e 95%.

“Combustíveis como etanol e biogás atendem as metas para 10 anos, mas só os elétricos e os veículos a hidrogênio contemplam o estabelecido para 20 anos, quando as emissões devem ser zeradas”, informa Saura Neto. Ele ressalta, porém, que os veículos a hidrogênio ainda têm custo proibitivo, na casa de R\$ 3 milhões por unidade. Já os trólebus, que circulam na cidade desde 1949, são uma alternativa pouco atraente. Pesam contra eles o alto custo de manutenção da rede aérea de abastecimento energético e a baixa flexibilidade operacional dos veículos, que só circulam em vias específicas sob os cabos aéreos.

O engenheiro mecânico Paulo Henrique de Mello Sant’Ana, professor do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas

da Universidade Federal do ABC (Cecs-UFABC), estuda o impacto socioambiental que pode ser proporcionado até 2038 com a mudança gradual da frota paulistana de ônibus a diesel para a bateria. Para isso, seu grupo de pesquisa leva em consideração não apenas os poluentes emitidos pelos escapamentos — que é zero nos eletrificados —, mas também as emissões geradas em toda a cadeia de produção de eletricidade, no conceito conhecido como “do poço à roda”.

Uma dissertação de mestrado recém-defendida por um dos membros de seu grupo concluiu que, considerando-se a substituição dos ônibus paulistanos a diesel por veículos elétricos a bateria, seria possível evitar a emissão de 19 mil toneladas de NOx e 78 toneladas de MP na cidade, reduzindo, respectivamente, em 45% e 19% a liberação desses poluentes — esse cálculo levou em conta a idade média e a vida útil da frota paulistana em 2018. “No futuro, quanto mais renovável for a matriz energética, com o uso de fontes como a eólica e a solar, melhor será o resultado global das emissões dos veículos elétricos”, diz Sant’Ana, esclarecendo que, dessa forma, a energia usada na recarga das baterias virá de fontes menos agressivas ao ambiente.

Além de mais amigáveis ao planeta, os ônibus impulsionados por bateria têm custos operacionais significativamente inferiores. “Os gastos com o abastecimento são em média cinco vezes menores do que os apresentados pelos veículos a diesel”, declara Ricardo Takahira, vice-coordenador do comitê técnico de veículos elétricos híbridos da Sociedade de Engenheiros da Mobilidade (SAE-Brasil). Em um motor elétrico, 95% da energia consumida se transforma em impulso da roda, enquanto em um motor a combustão essa eficiên-

cia é de apenas 35% — quanto maior esse índice, melhor o aproveitamento da fonte energética, seja ela eletricidade, biocombustível ou combustível fóssil. Os gastos para manutenção dos elétricos também é menor, uma vez que os veículos são controlados eletronicamente, não possuem pistão e velas de ignição e dispõem de óleo lubrificante.

Por outro lado, o desembolso inicial para aquisição de um ônibus elétrico é muito maior. Enquanto um veículo de 13 metros (m) para 80 passageiros movido a diesel sai por volta de R\$ 600 mil, um equivalente elétrico custa pouco mais que o dobro: R\$ 1,3 milhão. A bateria responde por metade desse valor. Os gastos não param aí. As companhias de transporte urbano precisam dotar suas garagens com eletropostos — totens com conectores para a recarga — e adequar a rede elétrica e transformadores, um investimento estimado pela SPTrans em R\$ 40 mil por veículo.

Para ter uma autonomia entre 200 e 250 km, a recarga de cada conjunto de bateria demanda em torno de três horas. Takahira informa que estão em estudo no mundo várias alternativas para reduzir o tempo de recarga e o custo da bateria. Uma opção em teste na Alemanha são baterias de menor autonomia e com recarga rápida, feita em minutos — em vez de horas — em locais distribuídos pela cidade, como terminais e pontos de parada.

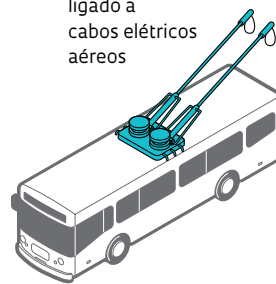
#### INOVAÇÃO E PRODUÇÃO

Reduzir custos e criar alternativas que permitam uma migração do diesel para a eletromobilidade são desafios para os quais a indústria busca soluções. A chinesa BYD mantém desde 2017 uma fábrica de chassis para veículos elétricos pesados em Campinas (SP), tendo já comercializado 45 ônibus no país, incluindo os 15 que serão testados

#### OS TRÊS TIPOS DE ÔNIBUS ELÉTRICOS

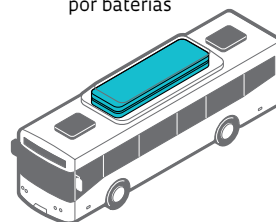
##### Tróibus

Veículo circula ligado a cabos elétricos aéreos



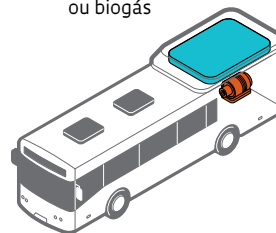
##### A bateria

A energia que faz o motor funcionar é gerada somente por baterias



##### Híbrido

Além de baterias, tem motor a combustão que funciona com diesel, biocombustível ou biogás



## Solução inovadora

BYD cria sistema de comercialização para baratear aquisição de seus ônibus

Os ônibus que compõem o projeto-piloto da SPTrans foram adquiridos pela concessionária de transporte coletivo Transwolff da chinesa BYD. A empresa criou um sistema de comercialização capaz de baratear o investimento. Os ônibus, que possuem valor unitário de R\$ 1,3 milhão, foram comercializados por R\$ 660 mil cada um (valor dos veículos a diesel), sem a bateria.

A BYD, que fornece a bateria importada da China, faz um aluguel do componente em um contrato de 10 anos, no valor mensal de R\$ 8 mil por ônibus, responsabilizando-se pela manutenção e eventual substituição do item, se necessário. Por mais R\$ 2 mil mensais, a companhia também faz a recarga da bateria. Para garantir o fornecimento da

energia, a BYD está investindo em geração fotovoltaica própria. Como explica Adalberto Maluf, diretor de novos negócios da BYD, R\$ 10 mil mensais equivalem ao gasto médio com diesel de um ônibus em São Paulo que circula 6,5 mil quilômetros por mês, a média na cidade. “O valor que seria gasto com diesel financia o custo da bateria e o abastecimento elétrico”, afirma.



Trólebus circula pelas ruas de São Paulo

pela SPTrans — os demais rodam em Brasília (DF), Maringá (PR), Volta Redonda (RJ), Campinas, Santos e Bauru (SP). Adalberto Maluf, diretor de novos negócios da companhia, relata que o centro de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da BYD está empenhado em diminuir o peso do chassi, substituindo o aço por alumínio. “Ao reduzir o peso aumentaremos a autonomia dos veículos”, explica.

A Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO) tem em Resende (RJ) seu centro mundial de P&D. É lá que está sendo desenvolvido o primeiro ônibus com tração elétrica da multinacional, o Volksbus e-Flex, em fase de protótipo. “Será um veículo capaz de contemplar todas as variantes de mobilidade elétrica”, conta Roberto Cortes, presidente da VWCO.

O modelo é um híbrido, podendo rodar com bateria ou com motor movido a gasolina e etanol, uma novidade da Volks. As baterias serão alimentadas em carregadores externos no conceito *plug-in* —conectadas a tomadas em totens de recarga — ou ainda por um gerador interno impulsionado pelo motor a combustão. O acionamento do gerador é feito de forma automática por um sistema eletrônico que controla o nível de carga das baterias. “É um modelo que reduz a necessidade de infraestrutura de recarga”, observa Cortes.

A flexibilidade também é uma preocupação da paulista Eletra, que já produziu mais de 300 ônibus elétricos entre trólebus, híbridos e elétricos

puros (ver Pesquisa FAPESP nº 237). Segundo a diretora comercial Iêda Maria Oliveira, estão sendo desenvolvidos em parceria com a fabricante de baterias Moura dois modelos elétricos, um movido apenas a bateria, com autonomia de 180 km, e outro elétrico híbrido dual, em que a tração é somente elétrica, mas que pode ser alimentado por bateria ou por um grupo motor gerador a diesel. “É um modelo pensado para cidades que estão criando zonas de emissão zero”, diz Oliveira. Ao entrar na área restrita, um sinal por GPS desliga o grupo gerador, que é religado ao sair.

#### PANORAMA MUNDIAL

Um total de 425 mil ônibus eram impulsionados por baterias no mundo em 2018, cerca de 17% da frota total, segundo a organização Bloomberg New Energy Finance. Noventa e nove por cento deles rodam na China, que adotou políticas públicas para subsidiar o sistema como forma de melhorar a qualidade do ar de suas metrópoles. A agência projeta que 60% da frota mundial será movida a bateria em 2040. “Em um primeiro momento, a expansão deve ocorrer não apenas por razões econômicas, mas também motivada pela regulação ambiental e por políticas públicas de incentivos”, diz Flávia Consoni, do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade de Campinas (DPCT-IG-Unicamp).

Nos Estados Unidos, o governo da Califórnia determinou que toda a frota de transporte público deve ter tração elétrica até 2029. Alemanha, Inglaterra e Holanda também já anunciaram políticas nesse sentido. No Chile, a meta é de eletrificação total até 2050. O Brasil, com mais de 100 mil ônibus de transporte urbano e apenas cerca de 500 deles elétricos (incluindo os trólebus), iniciou as tratativas para a formulação de um plano nacional de eletromobilidade no âmbito do antigo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. “As discussões pararam com a mudança de comando no governo federal”, relata Flávia Consoni, que estava envolvida no projeto.

Os maiores municípios do país não estão parados. Campinas, Curitiba, Belo Horizonte e Brasília desenvolvem alternativas para a eletrificação de suas frotas. A iniciativa mais avançada é a de São Paulo, mas enfrenta problemas. A cidade estabeleceu uma licitação pública com as regras para renovar a concessão do serviço de transporte público municipal, que, por ora, está parada por conta de questionamentos judiciais. No entanto, um comitê gestor da frota municipal é responsável por implementar as medidas previstas na lei municipal que trata da redução de emissão de poluentes pelo transporte público, independentemente da licitação. Os elétricos são uma alternativa para o cumprimento dessa legislação. ■



# VISÃO AGUÇADA

Câmera espacial feita no país poderá identificar a partir da órbita terrestre áreas com apenas 9 metros quadrados



Protótipo do nanossatélite VCUB1 com câmera no centro

Uma câmera espacial projetada para captar imagens em alta resolução do território nacional encontra-se em fase de testes nos laboratórios do Grupo Akaer, companhia do setor aeroespacial com sede em São José dos Campos, no interior paulista. Batizado de E3UCAM, o instrumento será a principal carga do satélite de observação da Terra VCUB1, cuja construção é liderada pela Visiona Tecnologia Espacial, uma *joint venture* formada pela Embraer Defesa & Segurança e a Telebras. Se tudo correr como o planejado, o satélite, com a câmera a bordo, será lançado na órbita terrestre em meados de 2020. Ele ficará posicionado a 530 quilômetros (km) do solo e sobrevoará o Brasil a cada 90 minutos.

Iniciado há dois anos, o desenvolvimento da câmera está sendo feito pelo corpo de engenharia da Opto Space & Defense (antiga Opto Eletrônica) e da Equatorial Sistemas, duas empresas do Grupo Akaer. Com um sistema óptico formado por três espelhos, ela coletará imagens da superfície terrestre com resolução de 3 metros (m) – ou seja, cada pixel (menor ponto que forma uma imagem digital) cobrirá uma área equivalente a 9 metros quadrados (m<sup>2</sup>), mostrando com clareza objetos no solo de dimensões limitadas, como, por exemplo, uma camionete.

“A câmera E3UCAM é um desenvolvimento inédito e representa um avanço tecnológico para o país”, afirma o engenheiro de materiais Fernando Ferraz, vice-presidente de Operações da Akaer. O equipamento, segundo ele, produzirá imagens com resolução superior às fornecidas por satélites brasileiros hoje em operação. Ferraz destaca que o equipamento é uma evolução em relação à câmera anterior feita pela Opto para a família de Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (Cbbers), lançados na década passada. “A câmera óptica multiespectral MUX desses satélites tem re-

solução espacial de 20 m. Melhoramos a resolução em quase sete vezes.”

A câmera do VCUB1 será usada principalmente para monitoramento ambiental, como registros de desmatamento e apoio a atividades do setor agrícola – aplicações semelhantes à da MUX. “Será uma ferramenta eficaz para detecção do início de novos desmatamentos na Amazônia, fenômeno frequentemente associado à abertura de estradas clandestinas. “É necessário o emprego de câmeras de alta resolução para monitorar o surgimento dessas vias ilegais”, diz o engenheiro eletrônico César Celeste Ghizoni, diretor-executivo da Equatorial. “O novo equipamento poderá também identificar clareiras menores, típicas de cortes seletivos.”

#### FOCO MAIS PRECISO

A construção da E3UCAM contou com apoio da FAPESP e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Cinco projetos do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), aprovados no âmbito do convênio entre as duas instituições, totalizaram R\$ 5,2 milhões. Um deles teve como objetivo desenvolver um mecanismo de ajuste de foco por controle de temperatura. “Por meio de um telecomando, a equipe em solo responsável pelo satélite aquece ou resfria um dispositivo da câmera que controla seu foco, tornando a captação das imagens mais precisa. A maioria das câmeras embarcadas em satélites não dispõe desse mecanismo de foco por controle térmico”, ressalta Ghizoni.

Os recursos da FAPESP e da Finep também foram empregados para aprimorar a eletrônica digital de processamento de dados da câmera. Por meio do desenvolvimento de algoritmos de compressão, os pesquisadores conseguiram reduzir, em até quatro vezes, a taxa de transmissão de dados (em megabits por segundo, Mbps) das imagens captadas pela câmera, facilitando seu armazenamento e envio para as

estações em terra. Uma menor taxa de armazenamento e transmissão de arquivos significa redução no consumo de energia, o que é essencial em satélites.

Outra característica importante do aparelho é a capacidade de fazer a correção do fenômeno da difração – efeito indesejado, embora comum, em câmeras espaciais, que acarreta imagens distorcidas. “Recorremos a um método computacional, conhecido como deconvolução, para melhorar a qualidade da imagem, reduzindo a difração”, declara o diretor-executivo da Equatorial, destacando que a câmera fornecerá imagens em quatro das sete bandas espectrais (verde, vermelho, azul e infravermelho próximo). Banda espectral é o intervalo entre dois comprimentos de ondas no espectro eletromagnético. O uso de diferentes bandas espectrais, uma espécie de filtro cromático, gera imagens mais detalhadas da paisagem terrestre. A maioria das câmeras de observação da Terra utiliza essas quatro bandas espectrais.

### MINIATURIZAÇÃO

Para o engenheiro eletricista Marco Chamon, coordenador-geral de Engenharia e Tecnologia Espacial do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), um dos desafios associados ao desenvolvimento da câmera foi a necessidade de miniaturizar seus sistemas. Isso porque o VCUB1 é um nanossatélite da família dos *cubesats*, termo em inglês para satélites em forma de cubo (ver Pesquisa FAPESP nº 219). Ele mede apenas 30 centímetros (cm) de comprimento por 20 cm de largura e 10 cm de altura. Menor do que uma caixa de sapato, a câmera construída pela Akaer ocupará metade desse volume (ver infográfico ao lado).

“Câmeras de satélites convencionais, como as do Cbers, são massivas e podem pesar 150 quilos [kg], enquanto a que está sendo projetada em São José dos Campos tem apenas 3 kg”, diz Chamon. “Em câmeras compactas, os engenheiros dispõem de reduzido espaço para acomodar todos os componentes, o que implica desafios inexistentes em aparelhos de maiores dimensões. A Opto e a Equatorial aprimoraram, nos últimos anos, sua capacidade de projetar esses instrumentos, tanto no que concerne ao sistema óptico quanto à eletrônica de processamento de sinais [transformação do sinal óptico em bits].”

## Conheça o VCUB1

Nanossatélite deverá ser lançado no espaço em 2020

### Painel solar

Responsável pela geração de energia

### Câmera óptica

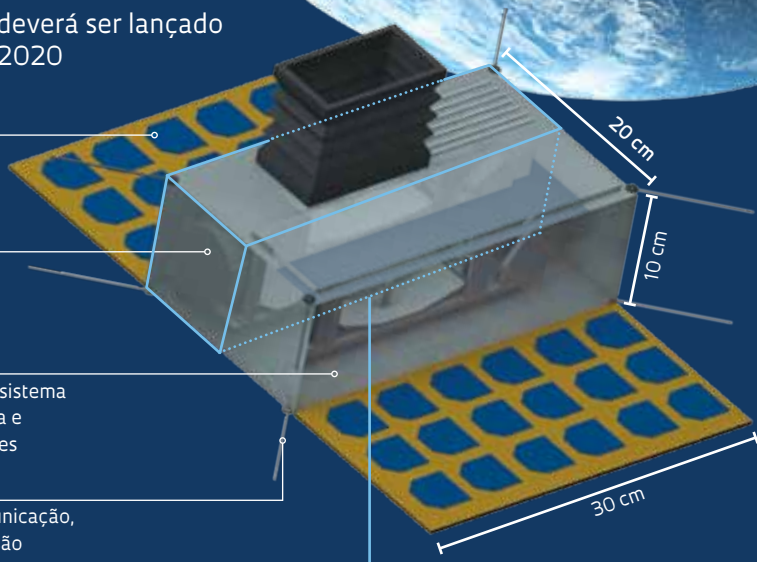
Principal carga útil do satélite

### Módulo de serviço

Armazena baterias, sistema de controle de órbita e atitude, transmissores

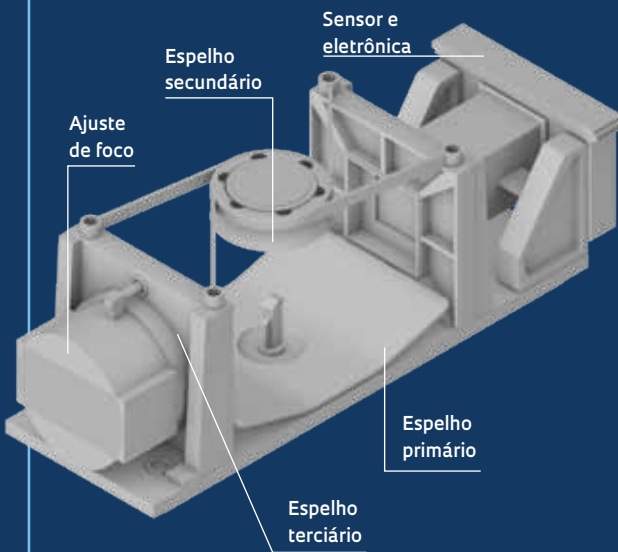
### Antenas

De telemetria, comunicação, controle e transmissão



### COMO A CÂMERA FUNCIONA

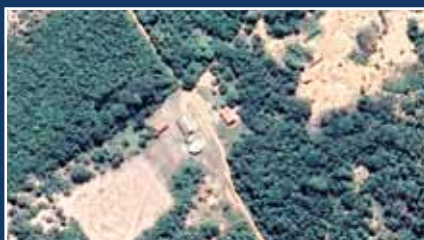
Sistema óptico é formado por um conjunto de espelhos



- ① As imagens da Terra são captadas por três espelhos que atuam com o sensor de imagem
- ② O foco da câmera é ajustado por telecomandos
- ③ As imagens são processadas e comprimidas no módulo eletrônico, que transforma os sinais ópticos em bits
- ④ Esses dados são transferidos para o módulo de serviço e enviados para estações em solo

### MAIOR PRECISÃO

Equipamento tem resolução superior à de câmeras convencionais feitas no país



E3UCAM	Câmera	MUX
3 m	Resolução	20 m
3 kg	Peso	150 kg
VCUB1	Satélite	Cbers

FONTE: AKAER



Detalhe do espelho secundário da câmera da Akaer



Os projetos FAPESP, segundo Fernando Ferraz, foram fundamentais para que a Akaer criasse novas tecnologias que permitissem fazer uma câmera tão compacta e com uma arquitetura modular dimensionada para nanossatélites. A Visiona é o primeiro cliente da câmera, que será oferecida a outros interessados no Brasil e no exterior. O aparelho vai custar em torno de US\$ 400 mil (R\$ 1,6 milhão).

Poucos países do mundo têm capacidade para desenvolver câmeras espaciais de alta resolução, como a E3UCAM, ou de muita alta resolução, categoria em que se enquadram os instrumentos imageadores orbitais capazes de distinguir no solo objetos com dimensões menores de 1 m. “Só alguns países, como Estados Unidos, França, Alemanha e China, conseguem produzir essas câmeras de muita alta resolução. Esse é o nosso próximo passo”, conta César Ghizoni.

A câmera da Akaer não é a única inovação tecnológica presente no nanossatélite da Visiona. O projeto do artefato, o primeiro integralmente projetado e construído por uma companhia nacional, também é, em si, inovador. Segundo a empresa, o satélite será uma plataforma para testes de tecnologias espaciais que poderão ser utilizadas em futuras missões do Programa Espacial Brasileiro. Uma delas é o sistema de controle de órbita e atitude, que incluiu o primeiro software feito no país para orientação de satélites. Esse desenvolvimento permite, por exemplo, o apontamento correto e preciso de uma câmera para a área que se deseja focalizar.

Conhecido pela sigla AOCS (*Attitude and orbital control system*), o sistema é uma tecnologia sensível, dificilmente repassada por nações que a dominam. “Com o domínio dessa tecnologia, o Brasil está pronto para ter o primeiro satélite totalmente desenvolvido por uma empresa brasileira privada, integrando assim a indústria e a academia em setores de alta intensidade tecnológica”, declarou em comunicado à imprensa João Paulo Campos, presidente da Visiona, sediada no Parque Tecnológico São José dos Campos.

O programa do nanossatélite da Visiona, orçado em R\$ 14 milhões, conta com a cooperação técnica do Inpe, órgão com vasta experiência no desenvolvimento de satélites. Os engenheiros da instituição dão apoio em áreas como engenharia de sistemas, montagem, integração e testes de satélites, entre outras. Também são parceiros do programa a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação (Embrapii), que entra com parte do financiamento, e o Instituto Senai de Inovação em Sistemas Embarcados, de Florianópolis (SC).

A instituição catarinense ficou responsável pelo desenvolvimento da estação de terra e dos softwares que farão a integração do computador de bordo com os vários componentes embarcados, entre eles a câmera óptica. Também faz parte do pacote do Instituto Senai de Inovação o desenvolvimento dos sensores que ficarão em terra e farão a coleta de informações captadas pelo satélite. Além da câmera projetada pela Akaer, o VCUB1 será dotado de um sistema de coleta de dados hidrometeorológicos, como precipitação, pressão atmosférica e nível de rios.

#### NEW SPACE

O VCUB1 integra uma nova geração de satélites de pequeno porte que se insere no New Space, um modelo de negócios caracterizado por projetos espaciais liderados por empresas privadas, mas menos custosos do que os do passado, quando a exploração do espaço era atividade conduzida exclusivamente em nível gover-

namental. *Cubesats* mais simples podem custar poucas centenas de milhares de reais, ao passo que um satélite convencional de grande porte exige investimentos na casa de centenas de milhões de reais.

“É inegável a expansão de *cubesats* no mundo”, diz o físico Luiz de Siqueira Martins Filho, da Universidade Federal do ABC (UFABC), em São Bernardo do Campo (SP). Segundo ele, por serem mais baratos e fáceis de fabricar – já que empregam componentes de prateleira, como sensores e processadores comprados no mercado –, os *cubesats* estão democratizando o acesso ao espaço. “O que antes era exclusividade de grandes agências espaciais, como a norte-americana Nasa e a europeia ESA, agora pode ser feito por universidades, empresas e escolas. Os *cubesats* ganharam nos últimos anos relevância econômica e tecnológica no mundo.” ■

#### Projetos

1. Desenvolvimento de um sistema óptico reflexivo tipo TMA para instrumentos imageadores orbitais (nº 16/50142-4); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Convênio** Finep Pipe-Pappe; **Pesquisador responsável** Alexandre Lourenço Soares (Opto); **Investimento** R\$ 1.511.072,33.
2. Eletrônica digital de processamento de dados para instrumentos imageadores de sensoriamento remoto (nº 16/50150-7); **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Convênio** Finep Pipe-Pappe; **Pesquisador responsável** Roney Ferreira Marzullo (Akaer); **Investimento** R\$ 1.262.247,00.

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



# Pulverização por drones

Cresce nas plantações brasileiras o uso de veículos aéreos não tripulados para aplicação de pesticidas e liberação de agentes de controle biológico de pragas

Frances Jones

Uma tecnologia relativamente recente vem ganhando espaço nas lavouras brasileiras. Há dois anos, drones começaram a ser usados na pulverização de agrotóxicos em algumas culturas, como as de eucalipto, cana-de-açúcar, laranja, café e arroz, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Ainda em processo de regulamentação, o emprego desses aparelhos poderá incrementar a aplicação aérea de pesticidas, executada no país majoritariamente por aviões. Especialistas argumentam que os drones podem ser uma alternativa para minimizar um dos principais problemas do lançamento aéreo de agrotóxicos, a chamada deriva – quantidade do produto que, por motivos diversos, não atinge a lavoura.

“Acredito que haverá uma explosão nos próximos anos de novas tecnologias para pulverização não tripulada”, afirma o engenheiro eletricitista Lúcio André de Castro Jorge, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Instrumentação em São Carlos, no interior de São Paulo. Ele integra um grupo que trabalha com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) na elaboração de uma instrução normativa sobre o assunto, com previsão de publicação ainda este ano. “Essas aeronaves estão entrando com tudo no cenário brasileiro, principalmente para substituir a pulverização costal”, diz, referindo-se ao aparelho colocado nas costas de um operador, que caminha pela lavoura enquanto pulveriza.

Vants da Skydrones  
operando  
conjuntamente  
em modo enxame



Os drones, também chamados de veículos aéreos não tripulados (vant) ou aeronaves remotamente tripuladas (RPA), foram destaque no Congresso da Aviação Agrícola do Brasil, ocorrido em agosto em Sertãozinho (SP). “O fórum sobre drones foi muito concorrido”, conta Gabriel Colle, diretor-executivo do Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (Sindag). Ele prevê, no entanto, que o artefato não irá competir ou substituir os aviões agrícolas. “O drone é um complemento”, diz, ressaltando que, para grandes áreas, o avião é a opção mais econômica. O Brasil tem a segunda frota aeroagrícola do mundo – são 2.182 aviões, a maioria do modelo Ipanema, da Embraer, e 12 helicópteros –, atrás dos Estados Unidos, que têm mais de 4 mil aeronaves.

Aviões são responsáveis pela aplicação de pesticidas em 7% da área pulverizada no país – estimada em 375,3 milhões de hectares –, segundo a publicação *Cenários Agrícolas Brasileiros*, organizada pelo Instituto Prohuma de Estudos Científicos, um consórcio formado por empresas do setor de pesticidas, com apoio do Mapa. A maior parte das aplicações (62%, ou 232 milhões de hectares) é feita por via terrestre, com máquinas como tratores. O Sindag questiona esses números e estima que os aviões respondem por pelo menos 15% da área que recebe pesticidas.

“Nos principais mercados mundiais, não é permitida a aplicação de defensivos em voos 100% automatizados. É obrigatória a presença do piloto remoto, que esteja em contato visual com a ae-

ronave”, ressalta o engenheiro-agrônomo Ulisses Antuniassi, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Botucatu (SP). “A normativa que está sendo preparada pelo Mapa segue esse princípio.”

Também este ano entrou em vigor no Ceará uma lei que proíbe a pulverização aérea de pesticidas, sob a justificativa de que pode contaminar o ambiente, trabalhadores rurais e moradores de áreas próximas às lavouras. A norma é contestada pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) no Supremo Tribunal Federal (STF). O Ceará foi o primeiro estado a banir a atividade, vetada também na União Europeia, desde 2009, a não ser em casos excepcionais, como aplicações em lavouras de difícil acesso.

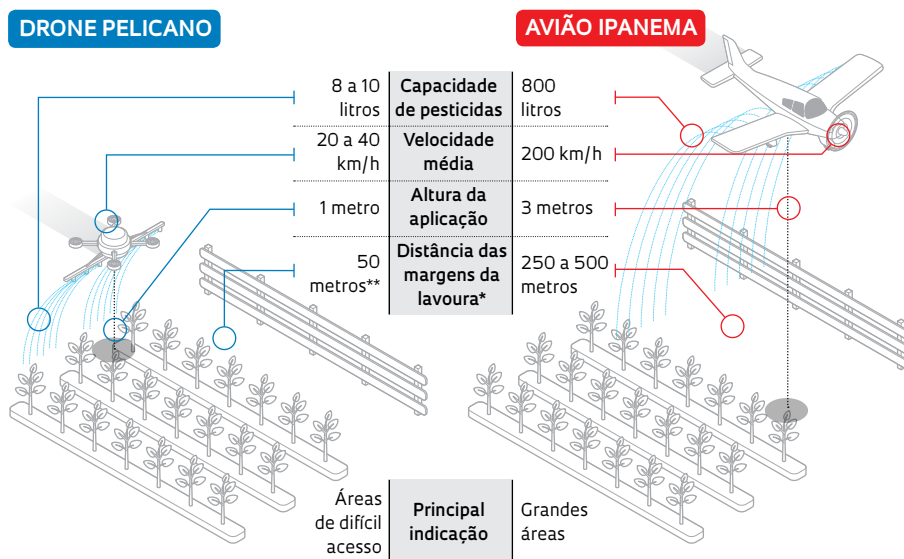
Enquanto a legislação sobre o assunto é preparada, as empresas desenvolvem rotinas operacionais e levantam os custos do emprego de drones na pulverização. A atividade também é investigada em instituições de pesquisa. A Embraer participou de um experimento com a empresa mineira AP Agrícola em uma lavoura de café, cujo objetivo era verificar a viabilidade da tecnologia. “Os drones conseguiram ser eficientes principalmente em áreas difíceis de acessar, como florestas em ribanceiras e morros”, afirma Castro Jorge. “A qualidade da gota do produto e o resultado são excepcionais.”

No teste, comparou-se a pulverização feita por avião, helicóptero e drone. “A qualidade do drone é superior”, conclui o pesquisador da Embraer Instrumentação. De acordo com ele, as condições de voo do aparelho e a possibilidade de aplicar uma calda mais concentrada levaram à redução de cerca de cinco vezes na parcela de produto que não atinge a planta-alvo. Calda é a mistura do agrotóxico propriamente dito com água ou outros produtos químicos chamados adjuvantes, que conferem propriedades específicas às gotas do pesticida – seu formato, volume, tamanho, entre outras características, afetam a efetividade da aplicação.

Outro experimento foi realizado em junho no Rio Grande do Sul pela Skydrones, uma das pioneiras no emprego de vans na pulverização aérea no país. A empresa promoveu simulações em que

## Aplicação aérea

Principais características da pulverização por drones e aviões



\*Quanto maior a distância, menor o risco de deriva; \*\* ainda em regulamentação

FONTES SINDAG E ESPECIALISTAS

modelos Pelicano voaram conjuntamente, em um modo conhecido como *swarming* – *swarm* quer dizer enxame. “São vários aparelhos operando em bando”, conta Daniel Estima Bandeira, diretor financeiro da SkyDrones. “O método poderá levar a uma maior produtividade no campo.” Os testes foram executados em parceria com a israelense SkyX. A Skydrones atende produtores de arroz, milho e soja e clientes na área florestal, nos estados do Sul e em São Paulo.

Ao contrário dos aviões agrícolas, movidos a gasolina de aviação ou etanol, os drones usam baterias como fonte de energia. Eles carregam um volume pequeno de agrotóxicos – 8 a 10 litros (l), diante de 800 l de algumas aeronaves (ver infográfico acima) – e têm menor autonomia de voo. A necessidade de ser continuamente reabastecido pode elevar o custo da operação.

Em São Carlos (SP), o grupo do professor Jó Ueyama, do Instituto de Ciên-

## Em ritmo recorde

Liberação de pesticidas no país ocorre de forma acelerada

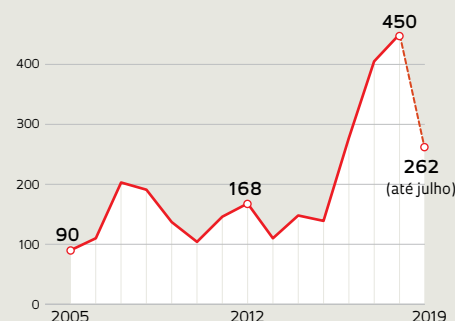
Até julho, 262 novos agrotóxicos obtiveram registro no país. O número pode superar, até o fim do ano, os 450 aprovados em 2018. O Ministério da Agricultura (Mapa) informou que o aumento nos registros levou à aprovação de moléculas menos tóxicas e ambientalmente corretas em substituição a produtos antigos. A maioria liberada, ainda segundo o Mapa, são genéricos de produtos já em uso. Mas alguns nunca haviam sido permitidos, incluindo o inseticida sulfoxaflor, que pode causar danos às abelhas.

O governo também mudou a classificação toxicológica dos produtos. O novo marco

regulatório segue padrões do Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), estabelecido por organismos internacionais, e os rótulos dos produtos mudam conforme o risco de morte que a substância apresenta.

“Tínhamos uma forma de avaliar focada apenas nas intoxicações agudas, mas agora ficou pior, porque só serão classificadas como extremamente tóxicas substâncias que levem à morte”, diz a geógrafa Larissa Bombardi, da USP. “Com a nova classificação, caiu muito a quantidade de agrotóxicos tidos como extremamente tóxicos.”

EVOLUÇÃO DO REGISTRO ANUAL DE AGROTÓXICOS E AFINS



FONTE MAPA

cias Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), já depositou dois pedidos de patentes relativos ao uso de drones no campo. Os projetos tiveram apoio da FAPESP. A primeira patente é de um sistema inteligente e autônomo de pulverização de agroquímicos com drones e um método de monitoramento da aplicação (ver Pesquisa FAPESP nº 239). A segunda refere-se a um sistema que, em vez de pesticidas, dissemina material para controle biológico de pragas, como para o combate ao greening, doença que ataca laranjais.

No estudo que originou essa patente, o drone lança no campo copinhos de papelão biodegradável contendo cerca de 200 parasitoides (*Tamarixia radiata*), os inimigos naturais da praga. “Antes de soltar o copo, a máquina faz três perfurações na tampa para que os parasitoides, cedidos pelo Fundo de Defesa da Citricultura [Fundecitrus], saiam e busquem suas presas naturais”, diz Ueyama. As presas, no caso, são o inseto *Diaphorina citri*, vetor da bactéria *Candidatus liberibacter spp.*, causadora do greening.

### LIBERAÇÃO DE OVOS

Com o apoio do programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, a empresa NCB Sistemas Embarcados, de São José dos Campos (SP), também criou uma linha de produtos voltada ao controle biológico de pragas por meio de drones. “Nosso foco sempre foi desenvolver equipamentos para automação agrícola”, afirma Fernando Nicodemos, CEO da empresa, fundada em 2006. Há seis anos, ela passou a operar no segmento de controle biológico. “Mudamos o nicho do mercado para ter uma gama maior de opções.” Hoje, além de clientes no país, a NCB faz negócios na Guatemala, Colômbia, França e Itália.

Seu principal produto, o BioBOT, é composto por um sistema eletromecânico de liberação a granel de ovos avulsos parasitados que pode ser instalado em qualquer tipo de drone. Ele é controlado por GPS por uma unidade de processamento embarcada, dotado de hardware e software desenvolvidos pela empresa. Essa unidade usa inteligência artificial para planejar, monitorar em tempo real e executar a liberação dos insumos biológicos que irão fazer o controle das pragas. Os ovos contêm vespínhas que



Drone Pelicano lança agrotóxicos sobre plantação

irão nascer após a liberação e combater os insetos que atacam as lavouras.

O uso crescente de drones na aplicação de pesticidas atende a um anseio de empresas, produtores rurais e pesquisadores por novas tecnologias que tornem a atividade mais eficiente e precisa, reduzindo a perda de produto e diminuindo a deriva, classificada por alguns especialistas, como o engenheiro-agrônomo Aldemir Chaim, da Embrapa Meio Ambiente, em endógena (a parte do produto que não é retida pela planta e vai para o solo) e exógena (volume levado pelo vento para fora da área de pulverização).

“Existe um conjunto de 20 itens que define o risco de deriva em uma aplicação, incluindo a técnica de pulverização, o tipo de produto, o tamanho da gota e os adjuvantes”, explica o agrônomo Ulisses Antuniassi, da Unesp. Ele informa que, no Brasil, a pulverização aérea de pesticidas é regulamentada e fiscalizada pelo Mapa.

Para a geógrafa Larissa Mies Bombardi, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP e autora do atlas *Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia*, a aplicação de pesticidas por aeronaves de qualquer tipo é problemática. “Primeiro, não há uso seguro. Por

isso ela não é autorizada na União Europeia”, alerta. “Além disso, a fiscalização é precária. Não há fiscais suficientes. São comuns relatos de contaminação de escolas, cursos d’água, áreas indígenas e comunidades rurais.”

Carlos Venâncio, coordenador-geral de Agrotóxicos e Afins do Ministério da Agricultura, rebate: “Do ponto de vista do ministério, a pulverização aérea é a mais fiscalizada das tecnologias de aplicação e tem vantagens e riscos como qualquer outra”. Segundo Venâncio, 40 auditores fiscais lotados nas Superintendências Federais de Agricultura localizadas em todos os estados são responsáveis pela fiscalização. “Estamos trabalhando para aumentar o uso da tecnologia empregada na fiscalização de forma a permitir o monitoramento a distância dos aviões agrícolas”, afirma. ■

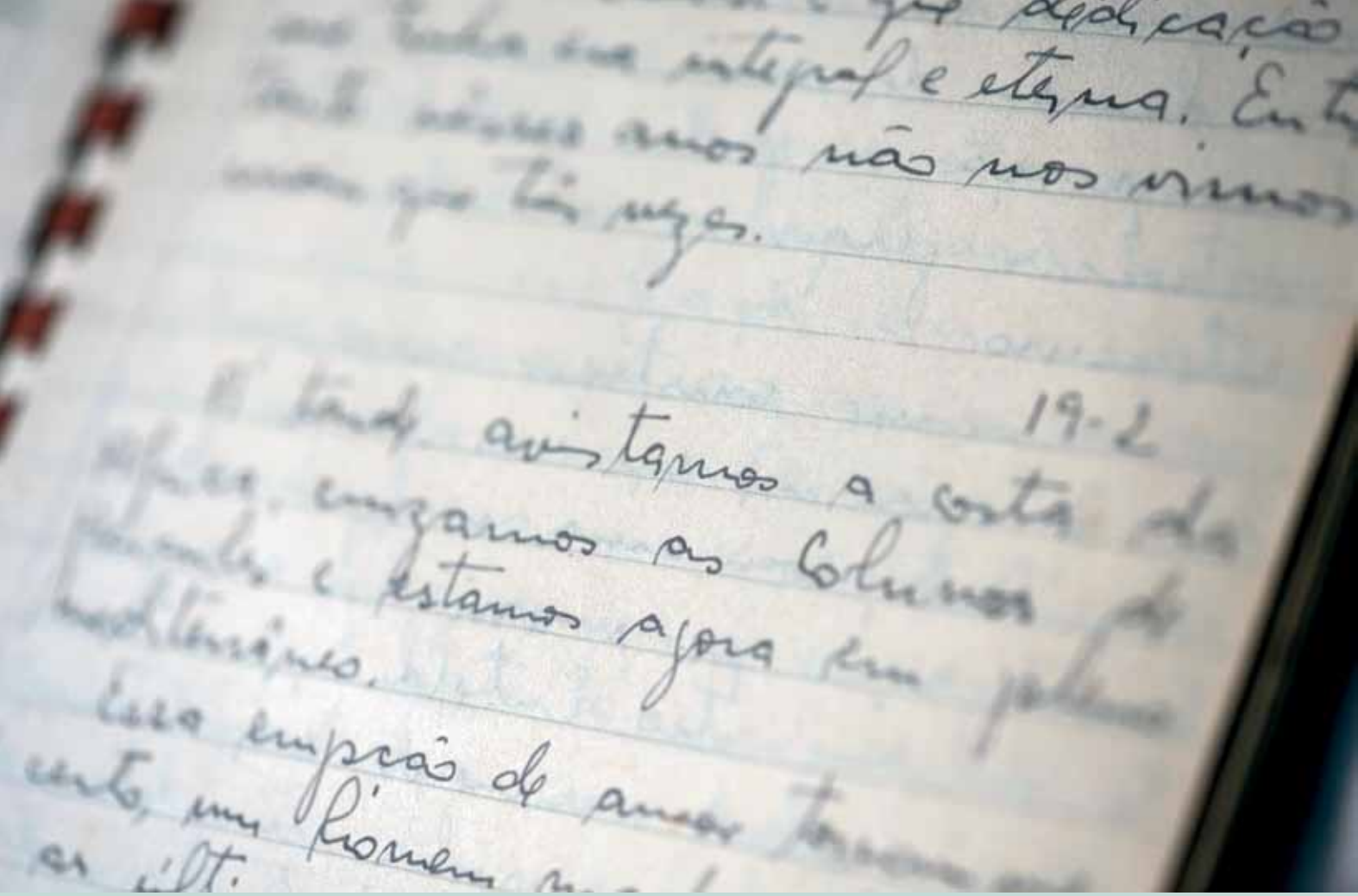
### Projeto

BioBOT: Desenvolvimento de um novo equipamento para liberação autônoma de ovos parasitados através de aeronaves remotamente pilotadas (nº 16/22572-4); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequena Empresa (Pipe); Pesquisador responsável Fernando Garcia Nicodemos (NCB); Investimento R\$ 214.937,58.

### Artigo científico

CUNHA, J. P. A. R. et al. Spray drift and pest control from aerial applications on soybeans. *Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*. mai.-jun. 2017.

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



**HUMANIDADES** ARQUIVOLOGIA

# Memórias *reveladas*

Doados a instituições de pesquisa, acervos inéditos de Celso Furtado e Joaquim Nabuco prometem novidades

Christina Queiroz

A partir do próximo ano, novos acervos de dois importantes intelectuais brasileiros estarão abertos ao público. Os arquivos pessoais do economista Celso Furtado (1920-2004) estarão disponíveis no Instituto de Estudos Brasileiros da Universidade de São Paulo (IEB-USP), enquanto a Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), no Recife, prepara-se para oferecer acesso à parcela final dos documentos do advogado, diplomata e historiador Joaquim Nabuco (1849-1910). Composta por diários, correspondências, fotografias e documentos de natureza diversa, a pesquisa nos acervos deve revelar aspectos desconhecidos da trajetória intelectual de seus titulares, além de detalhes sobre processos criativos ou decisórios. Alguns especialistas vão além e apostam que desses acervos poderão sair novas interpretações para movimentos culturais e eventos históricos e políticos.

Espólio de Furtado envolve diários escritos durante a Segunda Guerra Mundial. Abaixo, telegrama com convite para atuar em Harvard após o golpe militar



No caso dos 5,6 mil documentos recém-doados de Nabuco, Albertina Lacerda Malta, coordenadora do Centro de Documentação e de Estudos da História Brasileira Rodrigo Melo Franco de Andrade (Cehibra), da Fundaj, conta que a maioria envolve sua vida privada. Estão lá cartões-postais enviados para os cinco filhos, fotografias pessoais e registros de homenagens póstumas. O Cehibra existe há 45 anos e iniciou suas atividades com a doação da maior parte do arquivo de Nabuco por um de seus filhos. “Desde 2010, negociamos a concessão da fração final desse material. Se antes tínhamos itens relativos ao Nabuco intelectual, agora o acervo oferece a visão do homem completo”, diz Malta, lembrando que, no total, a fundação abriga 14,6 mil itens do acervo do pernambucano.

No material destacam-se os 21 diários de Nabuco, parte deles publicada em livro em 2005 pelo historiador e diplomata Evaldo Cabral de Mello.

Neles, estão tanto suas impressões sobre a assinatura da Lei Áurea, em 1888, quanto o registro de idas à casa da mãe, para pedir emprestado um faqueiro de prata. “Há também relatos de seus últimos momentos de vida, que nos permitem saber que ele escreveu até poucos dias antes da morte”, conta Malta. Além das muitas informações inéditas, a chegada dos novos documentos torna completa a coleção disponível na Fundaj. “Até a recepção desse último lote, contávamos, por exemplo, apenas com imagens de sua esposa, Evelina Torres Soares Ribeiro [1865-1948], jovem e recém-casada. Agora podemos vê-la, idosa, vivendo em sua casa em Petrópolis”, informa.

O cientista social Marco Aurélio Nogueira, do Instituto de Políticas Públicas e Relações Internacionais da Universidade Estadual Paulista (IPPRI-Unesp) e autor de uma das primeiras investigações acadêmicas dedicadas a Nabuco,



IEB guarda o espólio do geógrafo e historiador Caio Prado Jr.: acima, mapa desenhado em visita a Minas Gerais

em tese defendida em 1983, afirma que a nova leva de documentos pode oxigenar as pesquisas sobre o diplomata. “Muitos estudos tiveram preocupação apologética. Ainda não se consolidou uma linha de pesquisa que explore criticamente sua trajetória, embora muito já se tenha avançado”, analisa. Para ele, Nabuco representa um objeto privilegiado em estudos sobre o liberalismo brasileiro e a fração final do espólio permitirá aprofundar esse lado. “No Brasil, o liberalismo sempre defendeu a liberdade econômica, mas não foi traduzido adequadamente para o plano político e social”, comenta, ao lembrar que no século XIX foram poucos os liberais que questionaram a escravidão. Diferentemente deles, Nabuco preocupava-se com questões sociais e defendia a Abolição. “Com isso, destoou de seus contemporâneos, deixando uma marca na história das ideias no Brasil.”

A mudança de posicionamento político de Nabuco, depois da Proclamação da República, em 1889, é outro aspecto que, na avaliação de Nogueira, poderá ser mais bem compreendido a partir de estudos dos novos documentos. Se antes do evento o pernambucano defendia “um liberalismo social inflamado”, após a proclamação ele mudou de posição. Na época, aos 40 anos de idade, recolheu-se, casou-se com Evelina e constituiu família. “É como se tivessem existido dois Nabucos: um reformista social e outro conservador”, conta. Alguns aspectos, aparentemente contraditórios, da carreira diplomática de Nabuco também deverão ser esclarecidos. Apesar de manifestar sua admiração pela Europa, que ele afirmava representar “o futuro do mundo”, e nutrir pouco apreço pelos

## Vida oculta de poetisa

Ao ser organizado pela família, o acervo da psicóloga Ecléa Bosi (1936-2017), do Instituto de Psicologia da USP, revelou surpresas. A família descobriu, poucos meses após sua morte, uma pasta contendo cadernos e folhas avulsas que reuniam mais de 40 poemas. Inéditos, os versos inicialmente escritos à mão foram digitalizados e editados no livro *A casa & Outros poemas*, publicado em 2018 pela Com-Arte, editora-laboratório da Escola de Comunicações e Artes (ECA) da USP. Produzidos ao longo de toda sua vida, os poemas trazem referências a acontecimentos como a

Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e a Guerra do Vietnã (1955-1975), além de menções a poetas que ela admirava.

“Apesar de ter publicado algumas traduções de poesia, entre elas um livro da galega Rosalía de Castro [1837-1885], essa faceta da minha mãe era desconhecida da família”, conta Viviana Bosi, do Departamento de Teoria Literária e Literatura Comparada da USP. De acordo com ela, Ecléa não era uma colecionadora de livros, mantendo em seu acervo apenas obras literárias de seu apreço, algumas autografadas ou raras, além de

trabalhos sobre temas como ecologia, velhice, memória e vida operária. Parte desse espólio permanece na sala antes ocupada pela pesquisadora, autora de mais de 10 livros, no Instituto de Psicologia e parte está na casa em que atualmente vive seu viúvo Alfredo Bosi, do Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas da USP. “Antes de morrer, minha mãe manifestou o desejo de que seu acervo fosse doado para alguma universidade em formação”, afirma Bosi, contando que a família já conversou com uma instituição universitária que demonstrou interesse em receber os livros.





Instituto da USP recebeu objetos do período em que Guimarães Rosa foi cônsul (à esq.) e manuscrito de *Macunaíma*, de Mário de Andrade (abaixo)

Estados Unidos, no final da vida Nabuco se tornou embaixador em Washington. “No começo, ele demonstrava desprezo pelos norte-americanos, posição que mudou com o passar dos anos, de maneira que terminou a vida como grande defensor das relações com o país”, relata Nogueira.

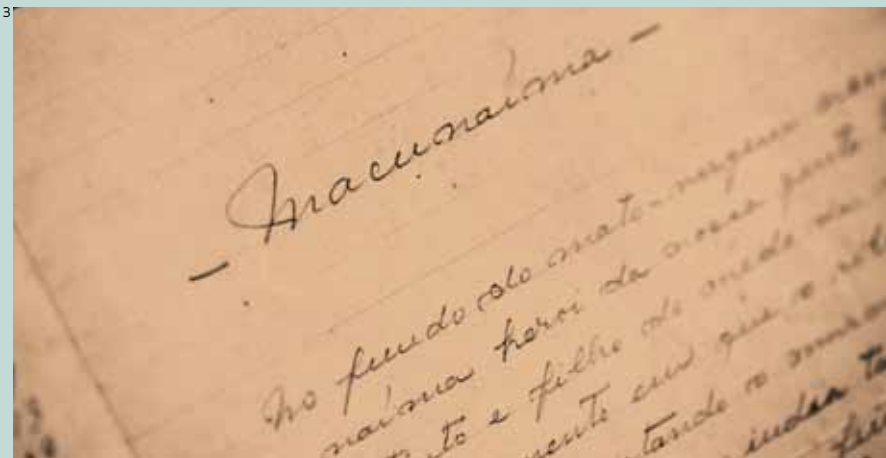
A socióloga Angela Alonso, do Departamento de Sociologia da Universidade de São Paulo, explica que a Fundaj foi criada em 1949, no centenário do nascimento de Nabuco. Na ocasião, o sociólogo e antropólogo Gilberto Freyre (1900-1987), então deputado federal, elaborou legislação destinada a criar uma instituição para abrigar o acervo do diplomata. Nessa época, o historiador e político Luís Viana Filho (1908-1990) publicou *A vida de Joaquim Nabuco* (Companhia Nacional, 1952), marcando o início de um processo de revitalização da trajetória intelectual do diplomata. “Porém, a família acabou ficando com parte do espólio e não se sabia ao certo o perfil dessa documentação que ainda não tinha sido doada”, conta.

Alonso, que para redigir *Perfis brasileiros – Joaquim Nabuco* (Companhia das Letras, 2007) examinou toda a correspondência do diplomata disponível na Fundaj, entre outros documentos, relata ter identificado lacunas ao reconstruir sua biografia, relacionadas principalmente à vida pessoal e familiar. “Não sabemos, por exemplo, como e por que ele fez aplicações financeiras na Argentina com o dote da mulher, valor que acabou perdendo por conta de oscilações na bolsa de valores daquele país”, diz. Para além de informações sobre o próprio Nabuco, a nova fração do espólio, avalia Alonso, também poderá ser útil a pesquisadores que desejam conhecer como era a vida privada de um integrante da elite brasileira, para, por exemplo, compará-la com o cotidiano de famílias na França, Inglaterra e nos Estados Unidos, onde o diplomata viveu.

#### AS ESCOLHAS DO ECONOMISTA

Ao contrário do arquivo pessoal de Nabuco, parcialmente disponível já há algum tempo, o acervo de Celso Furtado permaneceu inacessível até

recentemente. Chegará nos próximos meses ao IEB, 15 anos após sua morte, com previsão de abertura para pesquisa em 2020. A editora e tradutora Rosa Freire d’Aguiar, viúva do economista paraibano, conta que o espólio envolve documentos guardados desde a década de 1940, incluindo itens relativos aos anos de graduação na Faculdade de Direito na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sua atuação na Força Expedicionária Brasileira (FEB) durante a Segunda Guerra Mundial e o doutorado em economia na Universidade de Paris-Sorbonne, onde defendeu a tese “Economia colonial no Brasil nos séculos XVI e XVII”. Também envolve objetos da década de 1950, quando morou no Chile e fez parte da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal), seu trabalho na Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e à frente do Ministério do Planejamento, entre 1959 e 1964, os anos do exílio nos Estados Unidos e na Europa, após o golpe militar e a volta ao Brasil, quando foi ministro da Cultura. “Os documentos da fase da Sudene, incluindo cartas, diários e relatórios, são inéditos”, destaca d’Aguiar, lembrando que a biblioteca pessoal do economista está desde 2005 no Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento (Cicef). Até 2016 o Cicef funcionou em um espaço na sede do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), no Rio de Janeiro. Hoje ocupa uma sala no prédio do Clube de Engenharia, também no Rio.





Parte final do acervo de Joaquim Nabuco, agora na Fundaj, reúne itens relativos ao universo familiar

De acordo com d'Aguiar, em outubro serão lançados os *Diários intermitentes de Celso Furtado*, com escritos elaborados pelo economista entre 1937 e 2002. “Esses textos foram extraídos de 50 cadernos que compõem o espólio e contêm anotações feitas desde os seus 17 anos, com reflexões sobre que profissão escolher, o Brasil e a economia, além de relatos elaborados por ele poucos anos antes de sua morte”, informa.

Os textos da juventude, conta d'Aguiar, revelam que Furtado chegou a pensar em seguir carreira literária – há nos *Diários* três esboços de romance – e que a decisão de interromper a trajetória jurídica veio depois da experiência na Segunda Guerra Mundial. “Naquele momento, ele escreveu que desejava entender o mundo dos homens e decidiu fazer doutorado em economia”, diz. Para a tradutora, que viveu por 26 anos com Furtado, outro momento significativo dos diários envolve a chegada ao exílio em New Haven, nos Estados Unidos, quando o economista olha para trás para tentar entender o que aconteceu com o Brasil e com sua própria vida. Em 2020, como parte das comemorações do centenário de seu nascimento, há previsão de lan-

çamento de outro livro, com uma seleção de meio século de correspondência de Furtado.

Alexandre de Freitas Barbosa, professor de história econômica e economia brasileira do IEB, explica que foram desenvolvidas diversas linhas de pesquisa sobre o pensamento de Furtado, um autor complexo que se reinventou muitas vezes. “Até agora, o caminho intelectual de Furtado foi analisado a partir das obras que publicou”, diz. “A chegada de seu acervo pessoal ao IEB permitirá aos pesquisadores conhecer as entrelinhas desse percurso.” Barbosa lembra que o economista escreveu três obras autobiográficas, com relatos de sua vida pública e profissional. “Os diários podem revelar como conceitos-chave do pensamento de Furtado foram gestados e por que se modificaram no decorrer do tempo”, analisa, sem esconder a expectativa pela reflexão desenvolvida durante o exílio imposto pela ditadura militar, entre 1964 e 1979. “Os exilados desempenharam papel fundamental na construção do pensamento sobre subdesenvolvimento, desenvolvimento e dependência do Brasil e na América Latina. As cartas trocadas por Furtado com outros intelectuais provavelmente nos permitirão conhecer as divergências e convergências que existiam entre eles.”

O pesquisador lembra que, afora o acervo de Furtado, o IEB abriga arquivos dos geógrafos e historiadores Caio Prado Júnior (1907-1990), Milton Santos (1926-2001) e Manuel Correia de Andrade (1922-2007) e acaba de receber o acervo do economista Paul Singer (1932-2018). “Esses intelectuais tentaram entender como a história social e econômica se desenvolveu de maneira tão desigual no território brasileiro. O fato de seus





# Cultura do entendimento

Pesquisa revela desconhecimento sobre mecanismos de mediação e conciliação, que facilitam a solução de conflitos e podem contribuir para desafogar o Judiciário

Márcio Ferrari

**A** sobrecarga e a morosidade da Justiça brasileira são conhecidas. Segundo dados do Conselho Nacional de Justiça (CNJ), havia, no final de 2017, 80 milhões de processos em tramitação no país. Em primeira instância, o tempo médio para a sentença ser proferida era de dois anos e meio. Para sua execução, outros quatro anos e meio. Especialistas em direito consideram que esses números refletem, em parte, um fenômeno positivo: mais gente recorre à Justiça por conhecer melhor seus direitos e pela maior possibilidade de acesso ao sistema judiciário. Bem menos conhecidos são os meios consensuais de resolução de conflitos, que podem gerar processos homologados após acordo entre as partes, obtido com a utilização dos instrumentos de mediação e conciliação. De todos os processos concluídos em municípios de quatro estados brasileiros (Ceará, São Paulo, Rio de Janeiro e Piauí) entre 2013 e 2017, apenas 8,7% foram ratificados com o uso desses instrumentos, embora sua adoção reduza praticamente pela metade o tempo de tramitação. De acordo com a pesquisa, os procedimentos meramente burocráticos consomem metade do tempo de andamento dos litígios.

O dado consta do estudo “Mediação e conciliação avaliadas empiricamente: Jurimetria para proposição de ações eficientes”, apresentado recentemente em evento realizado na cidade de São Paulo. Desenvolvida pelo físico Evandro Saidel Ribeiro, especialista em *data science*, pelo cientista da computação Ildeberto Aparecido Rodello e pela jurista Luciana Romano Morilas, todos da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Fearp-USP), a investigação científica foi financiada, via edital de convocação, pelo CNJ. “Estávamos desenvolvendo a metodologia quando o edital foi lançado e nos trouxe o tema de pesquisa”, conta Morilas.

Para a conselheira Daldice Santana, do CNJ, quando busca a solução para um conflito, a população ignora a possibilidade de optar por instrumentos de mediação e conciliação – genericamente designados de mecanismos de autocomposição – em vez de recorrer diretamente ao Judiciário. “Trata-se de política recente. Foi instalada em 2010 para que se transforme, aos poucos, em uma mentalidade pacificadora”, informa Santana, referindo-se ao que chama de “microsistema legal”. A Resolução nº 125 do CNJ determinou, há quase uma década, que os tribunais de Justiça criassem núcleos permanentes de procedimentos consensuais, aos quais se vinculam os Centros Judiciários de Solução de Conflitos e Cidadania (Cejuscs). Dos fóruns pesquisados pelo grupo da Fearp-USP, 46% tinham esses centros, e em 5% eles estavam sendo instalados.

Ao lado do desconhecimento da população, o estudo do grupo de Ribeirão Preto detectou, em sua fase qualitativa, resistência dos operadores do direito consultados: juízes, advogados, servidores do Judiciário, conciliadores e estagiários. Por razões operacionais, apenas os advogados responderam a questionários, enviados por e-mail, com a possibilidade de acrescentar comentários. Os demais deram depoimentos presenciais e espontâneos. Do universo de 315 advogados que responderam aos 12 mil questionários enviados, 84,8% concordaram, integral ou parcialmente, que as vantagens da conciliação superam as desvantagens. Ainda assim, como evidencia o estudo, a porcentagem de conflitos solucionados pela autocomposição é pequena. Além disso, 45% dos advogados informaram discordar, total ou parcialmente, da proposição “os juízes têm marcado audiência de conciliação em todos os casos”, como o CPC determina.

A jurista Morilas atribui a resistência à autocomposição a vários fatores. “Pelos depoimentos espontâneos, foi possível perceber que muitos operadores do direito nem sequer conhecem a diferença entre mediação e conciliação”, relata a pesquisadora. A determinação de que o tema seja disciplina obrigatória em todas as faculdades de direito do país só se concretizou em dezembro de 2018, a partir de resolução do Ministério da Educação (MEC). A diferença entre mediação e conciliação diz respeito à relação entre as partes e à natureza dos procedimentos. A mediação se aplica aos casos em que as partes têm alguma relação pessoal duradoura que pode ser restabelecida pelo diálogo. O mediador atua como um facilitador, para que cheguem a um acordo por si mesmas. No caso da conciliação, a intervenção também envolve um terceiro, da mesma forma não relacionado às partes, e é proativa – o conciliador sugere soluções.

Tais procedimentos podem ser conduzidos por profissionais independentes com formação em qualquer área do conhecimento, desde que devidamente capacitados nos termos previstos pela resolução de 2010, do CNJ. Embora determinada em lei, a remuneração, assim como o regime de trabalho, varia conforme a unidade da federação. Em São Paulo, por exemplo, a maioria dos mediadores e conciliadores é formada por voluntários, em geral estagiários do curso de direito, não remunerados. No Paraná, eles são servidores do Judiciário que dividem a jornada de trabalho entre essas funções e a ocupação regular, sem prejuízo de remuneração. Nem todos os conflitos são passíveis de solução com instrumentos de mediação e conciliação. Crimes como agressão e homicídio, por exemplo, só podem ser processados via Judiciário. Ao contrário de decisões tomadas por juízes – que costumam ge-

rar descontentamento em pelo menos uma das partes, manifestado em recursos judiciais que prolongam o litígio –, as soluções mediadas, de acordo com Morilas, “põem fim ao problema e não só ao processo”.

#### HIPÓTESES DE PESQUISA

Três hipóteses da pesquisa, testadas na análise qualitativa, foram confirmadas e resultaram em conclusões importantes para caracterizar o estado atual de acesso à mediação e à conciliação. A primeira é que uma pontuação maior no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a soluções consensuais em um maior número de conflitos, independentemente do estado em que estão os envolvidos na disputa. A segunda indica que conflitos envolvendo direito de família ou do consumidor são os mais propícios a resoluções consensuais. A terceira hipótese confirmada mostra que as empresas que recebem o maior número de reclamações na Justiça – atualmente bancos e companhias de telecomunicações – são, ao lado do poder público, as que mais resistem à utilização dos instrumentos de conciliação.

Na avaliação de Morilas, uma explicação para esse último fenômeno parece residir no valor das condenações e indenizações no Brasil. “Os valores não estimulam as grandes empresas a

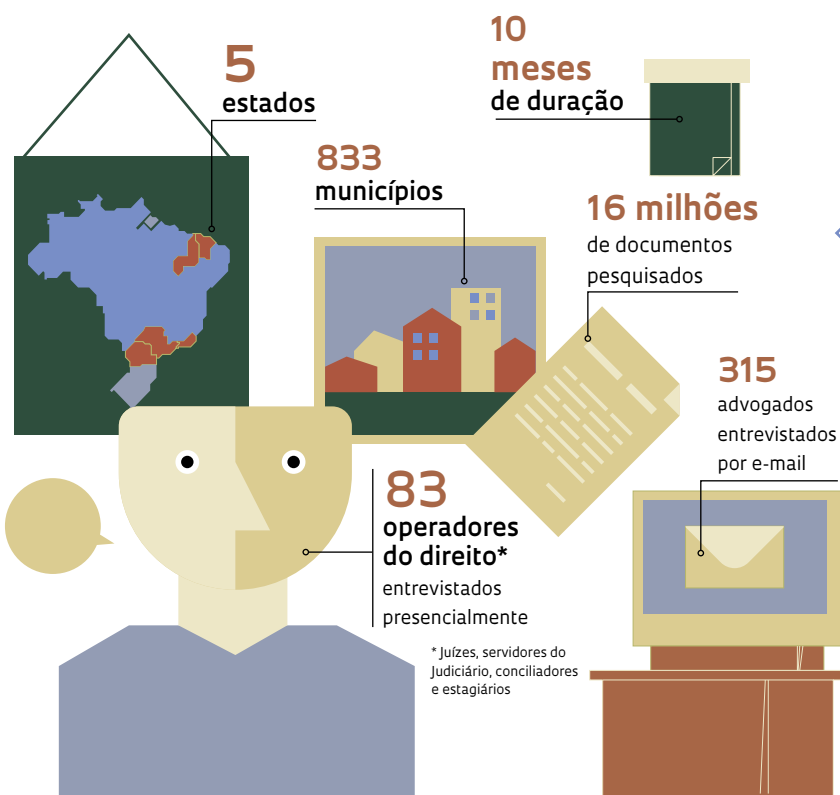
negociar porque enquanto o processo tramita o montante destinado a indenizações, e depositado em juízo, por exemplo, segue no banco, rendendo proventos mais compensatórios.” Para reverter tal tendência, os pesquisadores sugerem a criação de figura jurídica semelhante aos *punitive damages* adotados nos Estados Unidos. Ou seja, a previsão de multas que desestimulem as práticas de prolongamento dos processos jurídicos.

A desinformação sobre a natureza dos mecanismos de autocomposição também é responsável pela pouca adesão aos instrumentos de soluções consensuais. “Advogados com formação em mediação e conciliação costumam ter uma visão menos contenciosa e mais pacificadora do direito”, observa a pesquisadora. “Além disso, foi possível perceber entre os advogados certo temor de que, ao propor a conciliação, sejam considerados negligentes e estejam desprezando os ritos jurisdicionais.” É o que os autores do estudo denominam de “cultura do litígio” ou “cultura da sentença”.

Fernanda Medina Pantoja, do Departamento de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), ressalta que é comum, entre os advogados, a crença de que delongar um processo pelos trâmites habituais pode resultar em aumento de ganhos. “O que ocorre é exatamente o contrário. Quando os processos

## Universo da pesquisa

Uso de mineração de processos permitiu análise de grande número de documentos



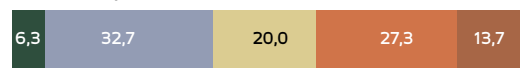
#### GRAU DE CONHECIMENTO

Operadores do direito\* conhecem as diferenças entre mediação e conciliação?

Juízes



Funcionário/Servidor



Conciliadores/Mediadores

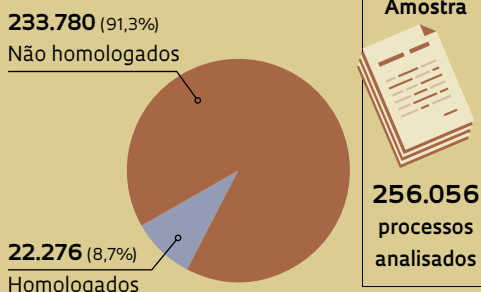


■ Concordo plenamente ■ Concordo parcialmente ■ Não concordo nem discordo ■ Discordo parcialmente ■ Discordo plenamente



### APROVEITAMENTO BAIXO

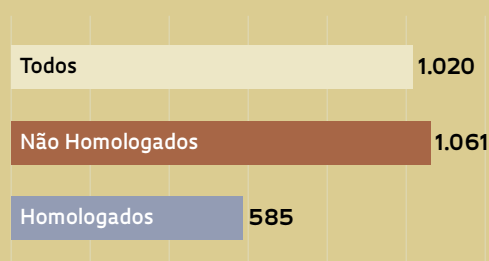
Conflitos resolvidos ao fim de mediação ou conciliação são minoria



### SOLUÇÕES MAIS RÁPIDAS

Mediação e conciliação levam menos tempo para serem concluídas

#### Duração média dos processos em dias



FONTE: PESQUISA MEDIAÇÃO E CONCILIAÇÃO AVALIADAS EMPÍRICAMENTE: JURIMETRIA PARA PROPOSIÇÃO DE AÇÕES EFICIENTES

se alongam demais, todo mundo perde”, afirma. Pantoja, que não participou do estudo, aponta outra vantagem das soluções consensuais. “Uma vez cumprido, um acordo feito na base do diálogo não apenas resolve o conflito em questão como também evita que as partes voltem à Justiça.” De acordo com Santana, do CNJ, esse tipo de arranjo equivale, para os envolvidos em conflitos, a uma “tomada de controle sobre a própria vida, em oposição a uma decisão imposta por um juiz”. Além de desafogar o Judiciário, a disseminação do uso dos mecanismos de autocomposição pode contribuir para modificar mentalidades, avalia Morilas. “Provavelmente só quando chegarmos a um entendimento social de que as pessoas podem resolver os próprios problemas haverá uma diminuição significativa de processos em tramitação”, diz.

#### METODOLOGIA

Além das descobertas propriamente ditas, a pesquisa realizada pela equipe da Fearn-USP trouxe inovações metodológicas ao campo da jurimetria – designação da análise de dados utilizada para processar informações do campo jurídico. Mais frequente em estudos em áreas como engenharia de produção, foi a técnica de mineração de processos que possibilitou a visualização de constantes, entre as dezenas de milhões de informações processadas. Ao reunir ferramentas estatísticas e utilizar algoritmos, a técnica detecta padrões, repetições, anomalias e conexões ocultas em grandes conjuntos de informações.

No Brasil, investigações empíricas, em uma área cujos estudos costumam priorizar o desenvolvimento de teorias, constituem esforço recente. “Iniciativas como a nossa reforçam a necessidade de o direito se aproximar mais da pesquisa científica”, diz Rodello. “A metodologia que usamos pode ser aplicada a qualquer área ou tema jurídico.” Com a utilização da mesma técnica

de mineração de processos seria possível, por exemplo, identificar em que pontos os processos costumam emperrar – o equivalente aos gargalos na engenharia de produção –, para fundamentar futuras soluções.

Antes do lançamento do edital do Conselho Nacional de Justiça, em 2017, a equipe de pesquisadores de Ribeirão Preto já trabalhava na análise e processamento de dados públicos da Justiça do estado de São Paulo. Atendendo orientação do edital, foram incluídos os estados do Ceará, Piauí, Rio de Janeiro e Paraná na amostra. O problema foi lidar com obstáculos estatísticos que impossibilitaram a comparação de todos os resultados dos cinco estados. No Ceará, por exemplo, os dados públicos se limitam àqueles referentes a processos homologados na Justiça. No Paraná a situação é mais complexa. As informações sobre processos não estão disponíveis – por essa razão, nesse estado só foi possível realizar a etapa qualitativa da pesquisa.

Embora frequente, um dos principais desafios da mineração de processos é “retirar” dos documentos oficiais, que constituem as fontes primárias da pesquisa, informações que não são relevantes para estruturar os dados comparáveis. “Os registros dos processos não costumam seguir a uniformização exigida pelo CNJ”, informa Ribeiro. Por isso mesmo, além da necessidade de se ampliar o acesso à conciliação, sugestão incluída ao fim do relatório de pesquisa indica também importância da padronização dos documentos do Judiciário. Apesar desse tipo de percalço, a base de dados já é suficiente para novas análises, como o aprofundamento dos resultados por município – o que já está sendo feito. ■

#### Relatório

VENTURA, C. A. A. et. al. “Mediação e conciliação avaliadas empiricamente: Jurimetria para proposição de ações eficientes”. *Série Justiça Pesquisa*, 3ª ed. 2019. Disponível em: <http://bit.ly/MediacaoConcilia>



# Um inédito de Nelson Pereira

Historiador encontra cópia de curta-metragem feito pelo cineasta sobre projeto pioneiro da Universidade Federal de Mato Grosso

Um rolo de filme de 16 milímetros, de cerca de 30 minutos, contendo um curta-metragem dirigido em 1973 por Nelson Pereira dos Santos (1928-2018), foi encontrado pelo historiador José Amílcar Bertholini de Castro durante pesquisa de doutorado desenvolvida na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em Cuiabá. Apesar de constar da filmografia do cineasta, o paradeiro da obra era desconhecido até então.

Rodado durante parceria entre a UFMT e a produtora Regina Filmes, que ainda hoje pertence à família do cineasta, o filme traz imagens e depoimentos sobre a Cidade Laboratório de Humboldt, um dos primeiros projetos de pesquisa da universidade, que foi criada em 1970. Construída no município de Aripuanã, a cerca de 900 km de Cuiabá, a Cidade Laboratório funcionou entre 1973 e 1978 com a finalidade de reunir cientistas brasileiros e estrangeiros, pequenos agricultores e povos indígenas na busca por soluções de desenvolvimento





Cópia do filme  
(no alto), vista aérea  
da Cidade Laboratório  
e pesquisadores em  
trabalho de campo  
(acima e à dir.)  
Cineasta em set  
de filmagem em 1971  
(página ao lado)

que não degradassem o meio ambiente da região amazônica. O projeto foi criado a partir de convênio estabelecido entre os ministérios do Planejamento, do Interior, da Educação e Cultura, além do governo de Mato Grosso.

Ofícios trocados à época entre o médico Gabriel Novis Neves, primeiro reitor da UFMT, fundada em 1970, e o Ministério da Educação indicam que a iniciativa pretendia fomentar “a participação da ciência e tecnologia no desenvolvimento de uma área potencialmente rica e ainda não integrada à economia nacional”. “A cidade foi montada por meio de suporte logístico dos aviões da Força Aérea Brasileira, que permitiu levar casas pré-fabricadas à região, onde chegaram a viver cerca de 150 pessoas”, conta o engenheiro e atual vice-reitor da UFMT, Evandro Soares. Documentos administrativos da

universidade indicam que dificuldades de acesso, desinteresse dos cientistas, disputas pelo território em que estava instalada a Cidade Laboratório, problemas gerenciais e escassez de verbas motivaram o encerramento da empreitada, cinco anos depois de seu início. Parte dos artefatos coletados pelos antropólogos e sociólogos que trabalharam no projeto, entre eles adereços e ferramentas de índios Cinta Larga, pertence hoje ao acervo do Museu Rondon de Etnologia e Arqueologia, que fica no *campus* de Cuiabá da UFMT.

#### CÓPIA ÚNICA

Bertholini de Castro, que descobriu o filme e é funcionário da UFMT, trabalhava na organização e no tratamento de arquivos institucionais da reitoria como parte de um processo de preparação do acervo para consultas públicas, quando se deparou com uma pasta com informações sobre o projeto da Cidade Laboratório. “Sou funcionário da instituição desde 1982 e nunca tinha ouvido falar dele. Resolvi investigar o assunto na pesquisa de doutorado que atualmente desenvolvo no Departamento de História da UFMT”,

conta. O esforço para levantar dados sobre a Cidade Laboratório envolveu consultas em documentos administrativos da universidade, além de informações obtidas em Cuiabá e no Rio de Janeiro. Foi em edições de jornais e revistas da década de 1970 – entre eles *O Estado de Mato Grosso*, *O Globo*, *Opinião* e *Veja* – que o pesquisador encontrou menções a respeito de um filme de Santos sobre o projeto. “Busquei a obra, sem sucesso, na Cinemateca do Rio e na própria Regina Filmes”, conta.

Algum tempo depois, durante entrevista com o ex-reitor Neves, o historiador ficou sabendo que o filme teria sido exibido apenas uma vez, para seis pessoas ligadas à UFMT, tão logo foi concluído, em 1973. Com o fim do projeto da Cidade Laboratório, o rolo original ficou sob a responsabilidade de um funcionário da universidade, que se encarregou de realizar cópias do trabalho, mas acabou por não fazê-lo. Com a ajuda de Neves, Bertholini de Castro conseguiu reaver o rolo original, que foi devolvido à reitoria da UFMT. “Agora precisamos de financiamento para a restauração. Essa provavelmente é a única cópia disponível do filme, daí a importância de resgatá-la, mesmo que parcialmente. O rolo está muito danificado”, explica o vice-reitor Soares.

Considerado um dos principais cineastas brasileiros, Nelson Pereira dos Santos foi um dos precursores do Cinema Novo, movimento de renovação da cinematografia nacional entre as décadas de 1960 e 1970. Questões sociais marcaram a trajetória do cineasta que, em 1955, realizou seu primeiro longa-metragem, *Rio, 40 graus*. Em 1963, dirigiu *Boca de ouro* e *Vidas secas* baseados, respectivamente, em livros de Nelson Rodrigues (1912-1980) e Graciliano Ramos (1892-1953). Em 1967, rodou *El justicero* e *Fome de amor* e, no ano seguinte, ajudou a criar o curso de cinema da Universidade Federal Fluminense (UFF), onde passou a dar aulas. O professor Mateus Araújo, da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo (ECA-USP), desconfia que Santos realizou o curta-metragem sob encomenda. “Certamente ele não se tornará uma peça-chave de sua filmografia, mas dada a importância de Santos na história do cinema brasileiro, sem dúvida alguma é necessário restaurá-lo”, finaliza. ■ **Christina Queiroz**



Nos últimos  
anos de vida,  
Pavan trabalhou  
no Instituto  
de Ciências  
Biomédicas da USP

1



2

# As moscas da genética

No centenário do nascimento de Crodowaldo Pavan, central na institucionalização da área no país, insetos continuam a instigar a pesquisa

Maria Guimarães

**E**m maio deste ano o geneticista José Mariano Amabis, professor aposentado pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), foi avisado de que havia na varanda vermes que matariam os porcos que os comessem. Não matam, assegurou o geneticista em seu sítio em São Bento do Sapucaí, na serra da Mantiqueira, estado de São Paulo. No chão, junto à churrasqueira, lá estava o emaranhado de larvas de cor creme, cada uma com 2 centímetros de comprimento, que se transformariam em moscas da espécie *Rhynchosciara papaveroi*.

Guardou em uma caixa, saiu procurando mais e encontrou. Além do achado em si, pertinente foi ter acontecido no ano que marca o centenário de Crodowaldo Pavan, um dos pioneiros da genética brasileira que fez sua maior descoberta em uma espécie aparentada: *R. angelae*, agora conhecida como *R. americana*. Quando morreu, há 10 anos, as contribuições do pesquisador – que, a partir do

DNA de moscas, passam pela institucionalização da pesquisa em genética no país e chegam à divulgação científica – foram tratadas por *Pesquisa FAPESP* em suplemento especial (ver *Pesquisa FAPESP n° 168*).

O achado de Pavan – então professor assistente do catedrático André Dreyfus (1897-1952) na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP – foi ainda mais fortuito do que o de Amabis. Ao chutar um tronco caído de bananeira em Praia Grande, litoral paulista, ele achou “um bolo de uns vermes vermelhos bonitos”, como relatou em uma entrevista gravada em 2002 por estudantes de uma disciplina ministrada pelo geneticista João Morgante, hoje professor aposentado do IB-USP dedicado à Comissão Memória do departamento. Voltou ao laboratório e deixou em um canto a sacola com os animais. Quando lembrou de olhar ao microscópio, já eram 23 horas. “Dissequei o verme e vi uma glândula salivar. Vi as células, o núcleo. Esmaguei e vi

o maior cromossomo que eu jamais tinha visto, um cromossomo politênico.” São pacotes de DNA cujo material genético é replicado até formar estruturas volumosas, que, tingidas, formam padrões característicos de listras, conhecidas como bandas.

Só depois, consultando o zoólogo Ernest Marcus (1893-1968), Pavan descobriu serem larvas de algum inseto – e não vermes, como tinha pensado. Em 1951 ele e colegas descreveram os grandes cromossomos das larvas de *Rhynchosciara*. Em 1955, Pavan e sua assistente Marta Breuer (1902-1977) chegaram a conclusões controversas a partir de regiões nesse cromossomo, conhecidas como pufes, com acúmulo de DNA. “Havia um dogma de que a quantidade de DNA não podia variar”, explica Amabis, que foi colega de Pavan. Vale lembrar que a estrutura do DNA foi descrita em 1953. No período anterior já havia a noção de que o material genético, contido nos cromossomos, teria relação



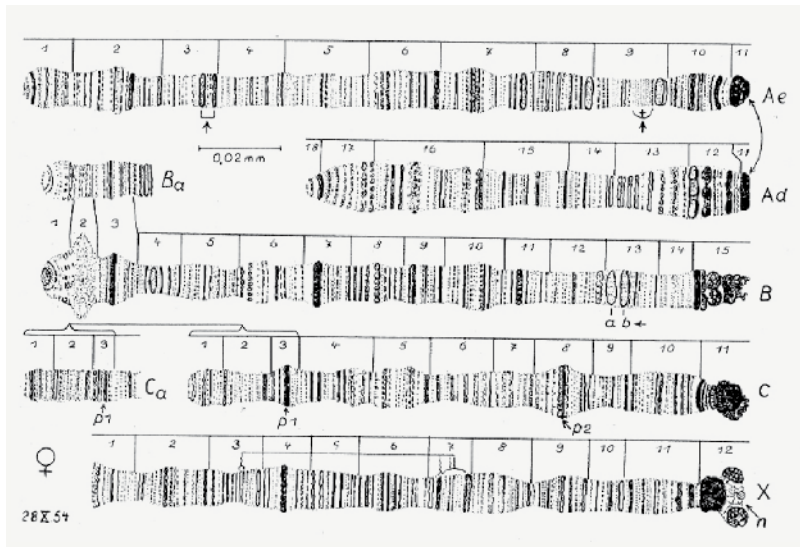
Pavan em bananal no litoral paulista, ambiente em que descobriu as larvas de *Rhynchosciara* (mosca da página ao lado)

com a hereditariedade. “Um grupo da Alemanha estava começando a estudar os cromossomos politênicos em glândulas salivares em mosquitos *Chironomus* e descreveu os pufes, mas ninguém sabia o que eram”, lembra Amabis. “Achavam que podia ter relação com o funcionamento dos genes.”

Olhando os cromossomos ao microscópio, Marta Breuer – alemã com formação em artes plásticas na Escola de Bauhaus – percebeu que o padrão de bandas se modificava ao longo do desenvolvimento, o que interpretou como aumento no DNA. Segundo Amabis, Pavan concluiu que o animal tinha necessidade de produzir mais proteínas de determinados tipos e aumentava a quantidade dos genes correspondentes – o que ficou conhecido como amplificação gênica. Fez frente aos críticos, aferrados à constância da quantidade de DNA, e derrubou o dogma.



O geneticista (à frente, no meio) com colegas na alameda Glette; Marta Breuer está atrás, à esquerda



A representação minuciosa dos cromossomos feita por Marta Breuer até hoje é referência

“Pavan provavelmente não teria enxergado a mudança no padrão ao longo do desenvolvimento se não fosse o olhar detalhista da Marta”, avalia Amabis. “Seu mérito foi confiar no dado, interpretá-lo e brigar por ele.” Em *Rhynchosciara*, os cromossomos politênicos também estão em células do intestino e dos túbulos de malpighi (órgãos excretores de insetos), além das glândulas salivares. Comparando os três tecidos, Breuer e Pavan mostraram que os cromossomos sempre têm os mesmos genes, mas que eles funcionam de maneira diferente em cada parte do corpo.

De lá para cá muito mudou na compreensão de como o DNA funciona, mas os pufes

de DNA ainda guardam mistérios. “Não se sabe qual sequência específica sinaliza para que o DNA amplifique nem como ele fica organizado”, diz o geneticista Eduardo Gorab, do IB-USP. Ele e Amabis pretendem continuar investigando essa questão nos pufes de *R. papaveri*. Gorab também está interessado na heterocromatina, parte condensada do DNA que ele estuda em drosófilas. “Há problemas interessantes nas lâminas de *papaveri*.”

As lâminas foram produzidas por Amabis, que chegou entusiasmado ao laboratório no IB-USP e pôs-se ao microscópio, dissecando as larvas e preparando o material para

análise de cromossomos – como Pavan fizera quase 70 anos antes. “Eu fiquei de Marta Breuer, ajudando”, brinca Gorab, que foi orientado por Amabis no mestrado, defendido em 1991 com a presença de Pavan na banca examinadora. “Deu para ver que a amplificação gênica e os pufes que a Marta e o Pavan descreveram em *R. americana* estão lá”, conta Amabis.

A empolgação com o achado de *R. papaveri* transcende os cromossomos. A espécie foi descrita em 1971 por Breuer a partir de poucos adultos, mas as larvas nunca foram mantidas em laboratório. Cada conjunto de ovos produz larvas de apenas um sexo, dificultando a reprodução em cativeiro. Agora, 50 anos depois, voltam ao laboratório.

No laboratório de Gorab, as larvas começaram a secretar a teia com que fazem seu característico casulo coletivo. Mas morreram antes de chegar à metamorfose, apesar do cardápio caprichado preparado por Amabis usando restos de camas para cultivo de cogumelos, cedidos por uma vizinha, misturados a ramas de batata. “Elas comeram bem por dois meses.” Na próxima oportunidade, ele pretende tentar o cultivo na serra.



Imagens de larvas de *R. papaveri* (à esq.) e de seus cromossomos (à dir.) nunca tinham sido publicadas

Outra espécie de *Rhynchosciara*, talvez ainda não descrita, apareceu recentemente no próprio IB-USP. “Elas comem as flores do chichá em estado de fermentação”, conta Gorab, referindo-se à grande árvore que cresce em frente ao prédio do departamento. Apesar de ter se desenvolvido no laboratório, a reprodução foi impossível porque nasceram apenas fêmeas. Assim, ainda não pôde ser estudada. O pesquisador está de olho na próxima florada, em busca das moscas.



#### DA GENÉTICA À DIFUSÃO

Pavan deixou sua marca na ciência por meio dos estudos com moscas, mas sua atuação foi muito além. Ele foi estudar história natural em 1939 por ter se encantado com um filme em que o ator Paul Muni (1895-1967) interpretava o químico francês Louis Pasteur (1822-1895). Ao assistir a uma palestra de André Dreyfus, foi perguntar como poderia fazer algo semelhante e foi aconselhado a desistir da Escola Politécnica, para a qual fazia o curso pré-universitário, e seguir o recém-criado curso de história natural, que à época funcionava no palacete da alameda Glette, no centro de São Paulo. Eram turmas pequenas em um espaço exíguo, o que propiciava fortes amizades entre colegas e com os professores, conta a bióloga Neuza Guerreiro de Carvalho, que se formou em licenciatura na Glette em 1951 com trabalho de especialização coordenado por Pavan. “Eu media asinhas de drosófila”, lembra. “O Pavan era muito

jovem, se identificava com os alunos”, lembra ela, que é autora do capítulo sobre história natural do livro *A Glette, o palacete e a Universidade de São Paulo* (ver Pesquisa FAPESP nº 235), publicado em 2014 pelo Centro de Memória do Instituto de Psicologia da USP. O livro também tem coordenação do geneticista Carlos Vilela, responsável pela Comissão Memória do Departamento de Genética do IB-USP e pela digitalização das fotos antigas dessas páginas.

Foi ainda lá que, por iniciativa da Fundação Rockefeller, como resultado de negociação com Dreyfus, o já renomado geneticista russo naturalizado norte-americano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) chegou em 1943 para ajudar a desenvolver a genética brasileira. Pavan trabalhou com ele no Brasil e passou um período em seu laboratório na Universidade Columbia, em Nova York, entre 1945 e 1946. Essa associação ajudou o brasileiro a desenvolver seus estudos e a manter o contato com a Fundação Rockefeller,

Com o zoólogo Paulo Vanzolini na última ocasião em que esteve no IB-USP, em 2008

que continuou a financiar a genética brasileira. “Por 20 anos tivemos apoio sem precisar discutir verbas”, contou Pavan na entrevista em vídeo. João Morgante lembra que Pavan foi o professor catedrático mais jovem da USP, efetivado em 1953 em consequência da morte prematura de Dreyfus.

O geneticista foi um dos fundadores da Academia de Ciências do Estado de São Paulo, presidente da Sociedade Brasileira de Genética (o primeiro da “nova” geração, o grupo que se seguiu aos pioneiros como Dreyfus), diretor-presidente da FAPESP entre 1981 e 1984, presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) entre 1986 e 1990, período em que entre outras coisas criou a Estação Ciência, museu interativo em São Paulo que já não existe. Em 1997 assumiu a coordenação do Núcleo José Reis de Divulgação Científica na Escola de Comunicação e Artes (ECA) da USP, iniciando um empenho na popularização da ciência que manteve até o final da vida. ■

**Pavan deixou sua marca na ciência por meio dos estudos com moscas, mas sua atuação foi muito além**

# Dialogando com Hannah Arendt

Adriano Correia



**Hannah Arendt:**  
**Pensamento,**  
**persuasão e poder**  
Celso Lafer  
Paz & Terra  
350 páginas  
R\$ 59,90

A história da recepção da obra de Hannah Arendt (1906-1975) no Brasil tem em Celso Lafer personagem central. Em 1965 ele foi aluno de Arendt em um curso na Universidade Cornell, nos Estados Unidos. A experiência marcou profundamente sua trajetória acadêmica e definiu seu entusiasmo com a difusão da obra da filósofa no país. Lafer não apenas tratou diretamente com Arendt da publicação de algumas de suas obras em português, desde a tradução inaugural de *Entre o passado e o futuro*, como também elaborou textos de apresentação a essas obras.

Em 1988, em oportuna simultaneidade com a promulgação da nossa Constituição Federal, Celso Lafer publicou a tese de seu concurso para professor titular na Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, intitulada *A reconstrução dos direitos humanos: Um diálogo com o pensamento de Hannah Arendt* (Companhia das Letras, 1988). Trata-se de reflexão incontornável e bastante atual tanto para os interessados na fundamentação dos direitos humanos quanto no aprofundamento da compreensão da obra da autora a partir da sua noção do “direito a ter direitos”, do direito de poder tornar o mundo uma casa, do direito de pertencer a uma comunidade e de ser julgado pelo que se diz e faz e não pelo que irrevogavelmente se é. Naquele livro temos ainda original e profunda reflexão sobre a importância do juízo para o pensamento político de Arendt que não perdeu sua atualidade.

*Hannah Arendt: Pensamento, persuasão e poder*, a obra pioneira de há 40 anos, uma das primeiras, no mundo, inteiramente dedicada ao pensamento da autora, foi reeditada, com a inclusão de textos produzidos nas últimas quatro décadas. Além de seu pioneirismo, a obra testemunha a trajetória de um longo diálogo de Lafer com o pensamento de Arendt.

Nesta terceira edição, o livro revela também generoso intercâmbio com pesquisadores da obra de Arendt, cujo número se avolumou consideravelmente a partir dos anos 2000. Por fim, é bastante inspirador o diálogo promovido por Lafer entre a obra de Arendt e a de pensadores como Norberto Bobbio (1909-2004), Octavio Paz (1914-1998) e Isaiah Berlin (1909-1997).

Concebido no ano 2000 para um dos primeiros colóquios sobre a filósofa alemã no Brasil, realizado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, o primeiro capítulo apresenta uma imagem que passaria a ser frequente na obra do autor: a de que a produção de Arendt é um clássico contemporâneo. Considerava, assim, a observação de Bobbio de que clássica é a obra cada vez mais reconhecida como interpretação autêntica de sua época e que oferece categorias de análise que transcendem seu próprio contexto e provocam leituras e releituras inspiradoras para a compreensão de nosso tempo. Se isso soava plausível na ocasião, é cada vez mais sonoro na atualidade, em que a dignidade da política é solapada pelo autoritarismo, pela violência, pela intolerância e pela mentira deliberada.

O texto que traduz mais profundamente o espírito desta obra é o capítulo 2, dedicado à celebração do centenário de nascimento de Arendt, em que o autor reflete sobre o curso por ela ministrado, intitulado “Experiências políticas do século XX”, com especial atenção ao impacto de eventos como a Primeira Guerra Mundial, a Guerra Civil Espanhola e a Alemanha nazista, sem recorrer primariamente a interpretações teóricas desses eventos, mas antes a obras literárias de autores como André Malraux (1901-1976), Jean-Paul Sartre (1905-1980), Joseph Conrad (1857-1924), Thomas Mann (1875-1955) e Albert Camus (1913-1960), que permitiam elaborar as experiências sem “o tom da teoria”. Por “exercícios de imaginação”, buscava desenvolver uma mentalidade alargada, experimentar um “pensar sem corrimão” que permitiria julgar eventos singulares sem recorrer a padrões preconcebidos.

Tratava-se de conceber “uma biografia imaginária de alguém que viveu as experiências políticas do século XX”. Esse modo de Hannah Arendt “ir às coisas mesmas” marca este livro de Lafer e é uma das razões especiais de sua renovada atualidade. É ela também o testemunho do quão inspiradoras e irradiadoras podem ser as experiências com o próprio pensamento. É o desdobramento de um longo diálogo, ele mesmo intensamente irradiador.

Adriano Correia é professor de ética e filosofia política da Universidade Federal de Goiás.



## Incertezas da inovação

Além de conhecimento aprofundado sobre a área escolhida, empreender requer preparo emocional para lidar com adversidades

**A** pesar da criação de startups ganhar cada vez mais força entre jovens pesquisadores, pouco se discute sobre as experiências de empreendedores que tiveram dificuldades em seus negócios. “Há grande valorização das histórias bem-sucedidas, mas é preciso lembrar que muitos dos gestores que tiveram êxito em seus trabalhos já passaram por situações de fracasso”, afirma Mario Sergio Salerno, do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) e coordenador do Observatório da Inovação e Competitividade do Instituto de Estudos Avançados, na mesma instituição.

Além da capacidade de traduzir conhecimento científico em oportunidade de negócio, o empreendedor precisa estar preparado para lidar com riscos e incertezas. “É fundamental ressaltar a diferença entre esses dois aspectos, muitas vezes confundidos pelos novos empreendedores, que acabam se preparando apenas para os riscos”, observa. Segundo Salerno, os riscos podem ser definidos como situações em que se consegue calcular a probabilidade de que alguma coisa indesejada aconteça. Já a incerteza é algo que não pode ser

previsto, ou seja, requer do empreendedor capacidade de lidar com situações emergenciais. Salerno, que recentemente iniciou projeto de pesquisa sobre gestão da incerteza em atividades de inovação, também é um dos autores do livro *Gestão da inovação mais radical* (Elsevier, 2018), sobre a criação de diferenciais competitivos a partir da formatação de novas plataformas de negócios.

O engenheiro de produção indica outra dificuldade frequente, envolvendo as concepções de descoberta, invenção e inovação. Define a descoberta como um conceito físico ou científico que precisa ser validado socialmente. Já a invenção é tida como uma construção física e intelectual, que, na maioria dos casos, resulta em projeto ou protótipo. Mas o que de fato requer atenção dos empreendedores diz respeito à inovação e está relacionado à viabilidade de colocar um produto no mercado. “A inovação é um conceito econômico, ou seja, não basta descobrir ou inventar algo novo, é preciso pensar se ele poderá ser produzido e comercializado de acordo com as regras econômicas vigentes”, explica. “É aí que muitos empreendedores acabam se perdendo na hora de formatar seus negócios.”



**A inovação é um conceito econômico. Não basta descobrir ou inventar algo novo, é preciso pensar se ele poderá ser produzido e comercializado, diz Salerno**

Em busca de sucesso, muitas vezes os envolvidos em um novo empreendimento não consideram algo importante: o aprendizado que o revés de um projeto pode proporcionar para a carreira. Além dos prejuízos econômicos, o fracasso de empresas com foco em inovação também costuma causar sofrimento psicológico a seus gestores. De acordo com pesquisa realizada em 2015 com 242 empreendedores do estado da Califórnia, nos Estados Unidos, 49% dos participantes relataram já ter enfrentado quadros de depressão e ansiedade. O estudo, realizado por pesquisadores das universidades Stanford e da Califórnia, mostra que a exposição ao estresse gerado pelas atividades de gestão pode levar a distúrbios de déficit de atenção, hiperatividade e bipolaridade em indivíduos que já tenham predisposição a esses transtornos.

Graduado pelo Insper, o economista Henrique Leal Teixeira, de 28 anos, sentiu na pele a pressão de trabalhar em um cenário de incertezas. Após atuar por alguns anos no mercado financeiro, em 2014 ele aceitou o convite de um amigo de faculdade para ingressar em startup do ramo de viagens e turismo. Chamada Easytown, a empresa apostou no segmento de planejamento personalizado de viagens e roteiros turísticos. Ao assumir o cargo de diretor financeiro, Teixeira logo percebeu que, apesar do grande aporte obtido a partir de 15 investidores, a empresa operava com grandes gastos e não tinha um produto definido. “No início, ainda não conhecíamos o ramo, se trabalharíamos com publicidade, com produção de conteúdo ou com o planejamento de viagens em si”, explica. Para ele, um dos problemas

enfrentados foi justamente a facilidade com que a empresa conseguiu levantar grande quantidade de capital. “Quando cheguei, a empresa já estava instalada em um grande espaço, com oito diretores, gastava-se muito com marketing, mas ainda sem retorno financeiro”, conta.

Com o passar do tempo, considerados os gastos excessivos do início do negócio e a dificuldade de conceber um produto, os investidores iniciais deixaram de injetar dinheiro. Com a diminuição do aporte, restou a Teixeira e seu sócio investir recursos do próprio bolso. “Foram cerca de R\$ 100 mil só de minha parte”, relata. Outra dificuldade destacada por Teixeira é que ninguém na empresa tinha conhecimento prévio sobre a área de turismo, ou seja, faltou entendimento sobre esse mercado, o que trouxe dificuldades na tomada de decisões. “É importante estar por dentro das particularidades de cada área, pois quem não conhece o ramo acaba não reconhecendo cenários de incerteza”, explica.

A experiência foi bastante traumática. “Entrei em uma depressão muito forte, não queria mais sair de casa nem ver meus amigos. Tive que procurar ajuda psicológica”, diz. Atualmente trabalhando com fundo de investimentos em startups de uma empresa de comércio eletrônico, Teixeira recorre ao difícil aprendizado para tomar decisões e orientar novos empreendedores. “Agora consigo perceber que o fracasso foi importante, pois me trouxe nova compreensão”, avalia, destacando que hoje prefere trabalhar com orçamento menor, mas com menos tensão. “Há muita pressão por parte dos investidores quando o aporte financeiro é grande.”

O administrador de empresas Andre Losada Pereira, 28 anos, também tirou lições do fracasso. Formado pelo Insper, decidiu investir em seu próprio negócio em 2013, quando ele e um sócio perceberam potencial de inovação



no ramo de distribuição de alimentos saudáveis e fundaram a Origem Alimentos.

“Começamos com a produção e distribuição de pães sem glúten e logo notamos que a logística de produtos desse tipo despertava o interesse de outras empresas”, relata. Pereira, então, passou a investir na venda e na distribuição de alimentos saudáveis fabricados por terceiros. Em 2018 a empresa tinha 60 funcionários e uma carteira de 2.700 clientes na cidade de São Paulo. Porém, em poucos meses, o empresário viu seu negócio entrar em queda. Com a greve dos caminhoneiros, em maio do ano passado, e a crise de abastecimento de alimentos e remédios em todo o país, muitos consumidores deixaram de gastar com produtos considerados supérfluos, o que levou ao fechamento da empresa.

“O meu erro foi investir todo o dinheiro na compra de estoque, o que me deixou despreparado para enfrentar uma crise dessa natureza”, explica. Desde então vem extraindo aprendizado de seus erros. Atualmente trabalhando com consultoria de reestruturação, usa a experiência como empreendedor para orientar as empresas que atende. “Foi um processo muito difícil e que me levou a questionar a minha competência, mas hoje sei que essa é uma situação enfrentada por muitos empreendedores.”

#### REDEFININDO ESTRATÉGIAS

Outro desafio comum enfrentado por jovens empreendedores surge quando há necessidade de reorganização e mudança de estratégia do negócio, a chamada “pivotagem”. “É como trocar os pneus de um carro que está em movimento”, compara Fernando Paes Lopes, 27 anos. Formado em engenharia mecatrônica pela Poli-USP, é um dos sócios da MVisia, startup criada em 2012 e

## Começando o próprio negócio

1

Procure conhecer a fundo o mercado em que pretende atuar

2

Mapeie o desempenho das principais empresas do setor

3

Saiba diferenciar riscos, ou seja, desafios que podem ser previstos, de incertezas, situações não previstas

4

Projete diferentes cenários de incerteza e reflita sobre como reagir, caso se concretizem

5

Observe o cenário futuro que é prospectado em seu ramo de negócios. Na maioria dos casos, as tendências são lançadas pelas grandes empresas



incubada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec-USP).

A empresa criou um sistema de classificação visual automatizado que passou por várias fases. Inicialmente dedicado à verificação de mudas de plantas ornamentais, o sistema foi readaptado para a seleção de mudas de eucalipto, passando depois para as de cana-de-açúcar e, por fim, de tomates do tipo grape. “Apesar da tecnologia ter sido bem-aceita, os custos de desenvolver um equipamento específico para cada cultura trouxeram dificuldades de comercialização em escala”, explica Lopes.

Com a mudança, a MVisia agora se dedica apenas à fabricação de câmeras inteligentes para supervisão de processos industriais, tais como controle de qualidade e contagem de itens produzidos. “São obstáculos típicos do empreendedorismo, mas que trazem grande aprendizado para lidar com outras incertezas que possam surgir no futuro”, completa. ■ Sidnei Santos de Oliveira

#### Projeto

Gestão da incerteza em projetos de inovação (nº 15/26662-5); Modalidade Projeto Temático; Pesquisador responsável Mario Sergio Salerno (Poli-USP); Investimento R\$ 859.020, 82.

## Conexões acadêmicas

Estudante brasileira em universidade norte-americana cria rede para aproximar alunos e empresas

Aos 16 anos, quando decidiu que queria fazer sua graduação no exterior, Laura Henares já tinha como certo seu objetivo: trabalhar com educação. “Só não sabia em qual área da educação eu poderia atuar”, conta. Depois de candidatar-se a mais de 20 universidades nos Estados Unidos, a paulistana hoje é aluna do segundo ano de economia e estudos de desenvolvimento internacional, na Universidade de Notre Dame, em South Bend, no estado de Indiana, com estágios de formação na Cidade do Cabo, África do Sul, e em Heidelberg, Alemanha.

O interesse de Henares, atualmente com 20 anos, pela área de educação começou a se consolidar quando, em 2017, fez um estágio de dois meses na organização não governamental brasileira Todos pela Educação, que desenvolve projetos e diagnósticos voltados ao ensino básico. “Conversando com pessoas de lá me encantei pela temática das políticas públicas de educação e descobri que isso está relacionado com o campo da economia”, observa.

Nos Estados Unidos, Henares teve de aprender a lidar com a dificuldade que alunos estrangeiros enfrentam para conseguir estágios em empresas no país. Isso porque o visto de estudante não inclui permissão para atividades profissionais. “Nesse caso, como as empresas sabem que, ao final da graduação, os alunos retornarão a seus países de origem, acabam não recrutando estagiários que sejam de fora”, revela.

Da constatação dessa barreira de inserção profissional veio a ideia, no ano passado, de criar uma espécie de clube estudantil intitulado Business in Brazil, cujo objetivo é conectar estudantes de diversas nacionalidades da Notre Dame a empresas brasileiras.

Promovidas a partir de encontros realizados na própria universidade, as atividades do clube acontecem por meio de videoconferências e incluem apresentações de representantes de empresas brasileiras, programas de orientação sobre oportunidades de estágio e trabalho no Brasil, além de workshops e discussões em grupo. “Ao mesmo tempo que aumentamos a visibilidade do

Brasil e apresentamos as boas oportunidades de trabalho existentes no país, reforçamos as conexões com empresas brasileiras, que também buscam o intercâmbio de estudantes”, explica. Em um ano, desde o início das atividades do grupo, 15 estudantes conseguiram estágios remunerados no Brasil, por intermédio do clube. “Além de brasileiros, tivemos a participação de estudantes chineses, bolivianos, venezuelanos e norte-americanos no programa.” Dentre as integrantes do projeto, estão instituições como Insper, BTG Pactual, JP Morgan, Gaveteiro, Nubank e Macquire Brasil. As oportunidades de estágio são ofertadas em parceria com o Notre Dame Club of Brazil, entidade que representa alunos e ex-alunos e orienta estudantes brasileiros interessados em ingressar na universidade.

Henares trabalha agora para transformar o Business in Brazil em uma plataforma digital que reforce a conexão entre estudantes e empresas, mas pretende não usar o modelo de rede social. “Já existem as redes profissionais que fazem bem esse papel. Nossa plataforma será voltada especificamente para as relações entre estudantes da Notre Dame e empresas brasileiras”, finaliza. ■ S.S.O.



Laura Henares: plataforma conecta estudantes da Universidade de Notre Dame, nos EUA, a empresas brasileiras



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



AS MARCAS DO PORTUGUÊS BRASILEIRO

Desde 2012, vídeos são produzidos com base em reportagens de **Pesquisa FAPESP**

Cerca de 190 vídeos disponíveis, com um novo a cada quinzena, sempre às segundas-feiras

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

Inscreva-se no canal e receba os avisos



SONS PERMITEM CARACTERIZAR ECOSISTEMAS



O FÍSICO QUE TROUXE O LASER PARA O BRASIL



POLUIÇÃO PLÁSTICA EM NÚMEROS E IMAGENS

**Compartilhe conhecimento. Acompanhe!**





**NAS BANCAS E LIVRARIAS**

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