

Pesquisa

FAPESP

MAIO DE 2019 | ANO 20, N. 279

A ORIGEM DOS DINOSSAUROS

Região gaúcha de Santa Maria tem, ao lado da Argentina, os fósseis mais antigos desses répteis

Crânios das espécies *Buriolestes schultzi* (no alto) e *Bagualosaurus agudoensis*, que viveram há cerca de 230 milhões de anos

Drauzio Varella defende o SUS, fala do trabalho de comunicador e da felicidade ao escrever

Fibra cashmere feita no país tem qualidade superior à do mercado internacional

UFPA identifica milhões de hectares no Pará que só existem no papel

Novas iniciativas incentivam mulheres a explorar as áreas de tecnologia e programação

Autonomia foi decisiva para melhorar as universidades, diz reitor da Unicamp



ciência aberta

O *Ciência Aberta* é um programa de TV mensal, produzido pela FAPESP, que reúne pesquisadores e público em debates importantes sobre temas científicos da atualidade

Os 10 programas já produzidos estão disponíveis no site

www.fapesp.br/ciencia-aberta

Uma parceria:



FOLHA DE S.PAULO



@AgenciaFAPESP

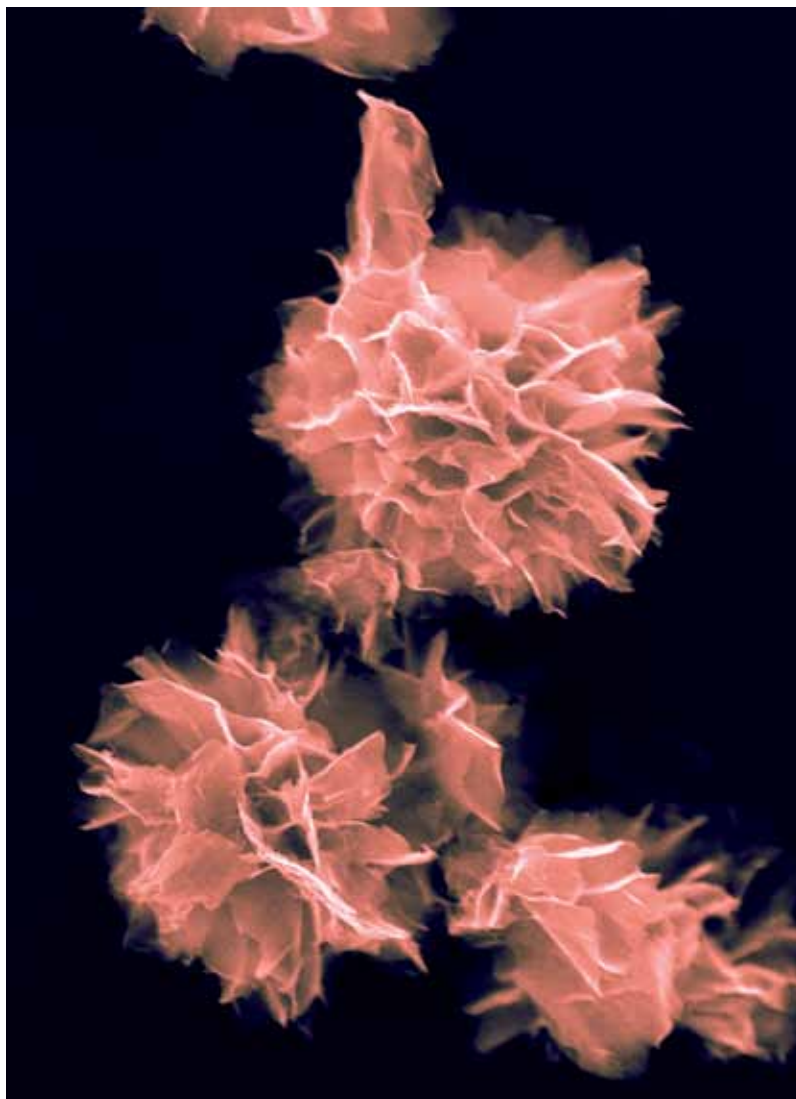


@agfapesp



Para participar das gravações, sugestões ou críticas escreva para cienciaaberta@fapesp.br

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



Nióbio em flor

"Flores" nascem dentro de um equipamento que funciona como uma panela de pressão, em um laboratório do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP).

"Inserimos oxalato amoniacal de nióbio e hidróxido de amônio", conta o químico Marcos Vinícius Petri, que sintetizou o composto em parceria com o colega Eduardo Carmine de Melo. "Nas proporções corretas, nessas condições de alta temperatura e pressão, formam-se estruturas cristalinas em folha que depois se organizam como flores." Para enxergar esses buquês, só usando microscópio eletrônico: são microfiores. A conformação permite a produção de catalisadores mais eficientes, por terem mais superfície de contato. O laboratório se dedica a entender como esses compostos funcionam.

Imagem enviada por Marcos Vinícius Petri, estudante de doutorado do IQ-USP



p. 18

CAPA

**Sul do Brasil
abriga, ao lado
da Argentina,
os mais antigos
fósseis de
dinossauros**

p. 18

Paleontólogo

**Max Langer fala
das discussões
sobre a origem
desses animais**

p. 24

Foto de capa
FLAVIO PRETTO



POLÍTICA C&T

34 Saúde pública

Governo dos Estados Unidos faz planos para acabar com a epidemia de Aids

39 Equipamentos multiusuários

USP e Unicamp montam portais para compartilhar infraestrutura de pesquisa

42 Fomento

Guia busca incentivar encomendas tecnológicas no país

46 Política universitária

Unicamp cria diretoria voltada para promoção dos direitos humanos

ENTREVISTA

Drauzio Varella

Oncologista utiliza todas as mídias disponíveis para esclarecer questões sobre saúde

p. 26



48 Entrevista

Marcelo Knobel, reitor da Unicamp, diz que autonomia ampliou a qualidade das universidades

CIÊNCIA

52 Cosmologia

Consórcio internacional obtém primeira imagem do entorno de um buraco negro

56 Física

Grupo de São Carlos desenvolve técnica mais simples de produzir moléculas ultrafrias

57 Patrimônio

Laudo aponta sobrecarga em ar-condicionado como causa do incêndio no Museu Nacional

58 Ecologia

Abelha nativa é menos resistente a inseticidas que *Apis*, de origem europeia

60 Oncologia

Estudo mapeia perfil genético de paciente brasileiro com doença rara que causa câncer de tireoide

62 Novos materiais

Nanopartículas de ouro revestidas de platina podem melhorar eficiência de células a combustível

TECNOLOGIA

64 Engenharia hídrica

Ceará deverá construir a maior usina de dessalinização do país

69 Engenharia têxtil

Fibra cashmere brasileira é superior à internacional

HUMANIDADES

76 Gestão fundiária

Milhões de hectares de áreas particulares e públicas só existem no papel

82 Arquitetura

Revisão bibliográfica mostra baixo impacto de estudos sobre programa de moradia social



p. 58



p. 64

86 Artes plásticas

Coleção revela que gravura funcionou como plataforma de circulação de arte norte-americana no Brasil

SEÇÕES

3 Fotolab

6 Comentários

7 Carta da editora

8 Boas práticas

Universidade Duke paga indenização milionária em caso de falsificação de dados

11 Dados

Universidades paulistas: 30 anos de autonomia

12 Notas

72 Pesquisa empresarial

Dona de amplo portfólio, a WEG fabricou os eletroímãs do Projeto Sirius

89 Resenhas

Antonio Candido 100 anos, de Maria Augusta Fonseca e Roberto Schwarz (orgs.). Por Luís Bueno

A cadeia secreta – Diderot e o romance filosófico, de Franklin de Mattos. Por Marcelo Jacques de Moraes

91 Memória

Ibama completa 30 anos de proteção ao meio ambiente

94 Carreiras

Iniciativas estimulam meninas a explorar áreas de tecnologia



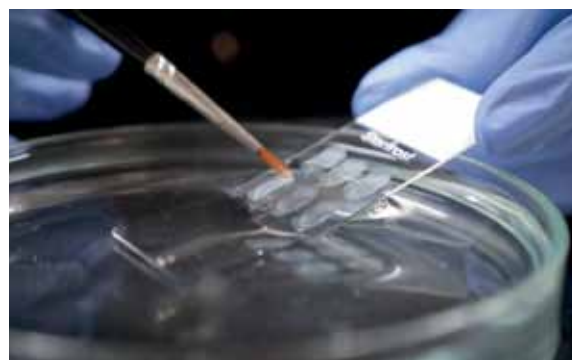
Leia no site todos os textos da revista em português, inglês e espanhol, além de conteúdo exclusivo

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



▶ Como Portinari fazia suas obras

Análises podem ajudar a confirmar a autoria de pintura bit.ly/igPortinariV



▶ Jejum faz hormônio estimular fome

Grupo descobre mecanismo que dificulta perda de peso bit.ly/vjejum

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

Entrevista:

Luciano Queiroz e Altay de Souza

Responsáveis pelos podcasts Dragões de Garagem e Naruhodo! debatem estratégias para divulgação científica bit.ly/PBrPod



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 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
Por telefone: (11) 3087-4212

Edições anteriores


Preço atual de capa acrescido do custo de postagem.
Peça pelo e-mail: clair@fapesp.br

Licenciamento de conteúdo

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


COMENTÁRIOS cartas@fapesp.br

Jairton Dupont

 A entrevista com o químico Jairton Dupont (“O químico radical”, edição 278) foi maravilhosa. A química, ainda vista com certo preconceito, é uma das responsáveis por termos melhor qualidade de vida hoje do que no início do século passado.


Antonio Alex

Francisco Costa

 Excelente a entrevista com Francisco de Assis Costa (“As múltiplas faces da Amazônia”, edição 277). Deu muito orgulho do trabalho feito aqui na Amazônia, onde estou como professor visitante sênior na Universidade Federal do Oeste do Pará. Felizmente existe *Pesquisa FAPESP* para veicular estudos de pesquisadores como ele ou nós pouco saberíamos do seu trabalho sobre a bioeconomia da Amazônia.


Lauro E. S. Barata

Direito

 Trabalho fundamental e providencial para o campo jurídico do Brasil (“Magistratura em transformação”, edição 278).

Cris Keiko


Universidades

 A respeito da reportagem “Modelos recriados” (edição 277), o mais interessante é que não me parece que as universidades, inclusive as públicas, tenham o desejo de promover um novo modelo de educação su-


perior que subverta de forma disruptiva o instituído em 1968.

Alberto Almeida

Ingresso via medalhas


 Excelente a novidade da reportagem “Medalha que vale vaga na universidade” (edição 277). Desmitifica as provinhas. Parabéns aos ingressantes e à Unicamp. É por aí que a educação deve caminhar.

Paulo Penalva


 Que iniciativa boa. Porque o aluno já demonstrou competências antes do vestibular.

Christiane Carreira Nunes

Vídeo

 Orgulho de ver o Brasil investindo o nosso dinheiro em ciência e tecnologia (“Sirius, o maior e mais complexo laboratório brasileiro”). O Sirius é uma vitória para o Brasil, além de ser o único desse porte no hemisfério Sul.

Ueslei Rebouças

 Temos uma enorme dívida com as populações que habitavam o Brasil (“Pela sobrevivência das línguas indígenas”). Parabéns para as iniciativas de resgate da cultura que rapidamente está desaparecendo.

Adroaldo José Tanella

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

A mais lida do mês no Facebook

AÇÕES AFIRMATIVAS

Medalha que vale vaga na universidade

bit.ly/fb277Medalhistas

-  71.162 pessoas alcançadas
-  1.788 reações
-  100 comentários
-  451 compartilhamentos



MARCO ANTONIO ZAGO
PRESIDENTEEDUARDO 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, MARCO ANTONIO ZAGO, MARILZA VIEIRA CUNHA RUDGE, PEDRO LUIZ BARREIROS PASSOS, PEDRO WONGTSCHOWSKI, RONALDO ALOISE PILLI E VANDERLAN DA SILVA BOLZANI

CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVOCARLOS AMÉRICO PACHECO
DIRETOR-PRESIDENTECARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ
DIRETOR CIENTÍFICOFERNANDO MENEZES DE ALMEIDA
DIRETOR ADMINISTRATIVO**Pesquisa**
FAPESP

ISSN 1519-8774

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, Maurício Tufani 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), Clenda Mezarobba (Humanidades), Marcos Pivetta (Ciência), Carlos Fioravanti e Ricardo Zorzetto (Editores especiais), Maria Guimarães (Site), Bruno de Piero e 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 Matsusaki, Bernardo França, Domingos Zapparoli, Fabio Otubo, Luis Bueno, Luisa Destri, Marcelo Jacques de Moraes, Rafael Garcia, Renato Pedrosa, Suzel Tunes, Zansky,**REVISÃO TÉCNICA** Adriana Valio, Célio Haddad, Gabriela Celani, José Roberto de França Arruda, Lucio Anghes, Luiz Nunes de Oliveira, Nathan Berkovits, Osvaldo Novais de Oliveira, Roger Chammas, Sérgio Queiroz, Walter Colli**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO****TIRAGEM** 28.530 exemplares
IMPRESSÃO Plural Indústria Gráfica
DISTRIBUIÇÃO DINAP**GESTÃO ADMINISTRATIVA** FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO A 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-SPSECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DA EDITORA

Paleontologia brasileira em alta**Alexandra Ozorio de Almeida** | DIRETORA DE REDAÇÃO

A Argentina e o Brasil são os dois países com os fósseis mais antigos classificados como sendo de dinossauros. País com longa tradição em paleontologia, o vizinho do Sul explorou bem a presença, nas províncias de San Juan e La Rioja, de uma camada geológica que remete ao primeiro estágio do Triássico Superior (período entre 237 milhões e 227 milhões de anos atrás), quando esses animais começavam a habitar a Terra. Seis dos 12 dinossauros retirados de rochas daquela época foram escavados e descritos pela comunidade científica local, com pesquisadores do exterior.

O primeiro dinossauro daquele período encontrado em território brasileiro, *Staurikosaurus pricei*, foi descrito na literatura científica nos anos 1970; *Saturnalia tupiniquim* foi escavado no final dos anos 1990. Nesta década, foram quatro, sendo o último, anunciado em janeiro deste ano, *Nhandumirim waldsangae*, um pequeno carnívoro bípede com 1,5 metro de comprimento que viveu no que hoje é a região central do Rio Grande do Sul.

O número de descobertas recentes no Brasil, apresentadas na reportagem de capa (página 18), sugere que o país se estabelece não apenas como “berçário” de fósseis dos primeiros dinossauros – os seis “brasileiros” foram encontrados na formação Santa Maria, perto da cidade homônima –, mas também como detentor de uma massa crítica de paleontólogos capazes de achar fósseis, descrever espécies e, com colegas da comunidade científica internacional, confirmar (ou não) a hipótese sobre o surgimento desses animais. A região gaúcha é objeto de estudos sistemáticos por pesquisadores de instituições locais e de outros estados.

positivo aplica o artigo 207 da Constituição Federal, que determina que “as universidades gozam de autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial”. O decreto do então governador Orestes Quécia dispõe sobre a autonomia da USP, Unicamp e Unesp e garante um orçamento próprio para as três universidades. O impacto positivo dessa medida pode ser visto nos seus indicadores de produtividade (página 11). Para Marcelo Knobel, da Unicamp, que assumiu a presidência do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas (Cruesp), a autonomia permitiu que as três crescessem e chegassem ao patamar das melhores instituições da América Latina (página 48). Nas próximas edições, *Pesquisa FAPESP* continuará tratando do tema.

**

O oncologista paulistano Drauzio Varella é o médico mais conhecido do país. Começou no rádio nos anos 1980, depois foi para a televisão, onde é visto por milhões de pessoas nas noites de domingo, descobriu-se escritor de livros, mantém há anos colunas semanais na imprensa, um website e um canal de vídeos no YouTube. Fala principalmente de questões relacionadas à saúde – sem se furtar de temas polêmicos –, e também de vários outros assuntos. Nessa multiplicidade de formas de comunicação e de conteúdos, há um princípio condutor: o respeito pelo conhecimento científico. Seus argumentos são baseados em dados resultantes de pesquisa e complementados pelo conhecimento decorrente de sua ampla experiência como médico – no consultório, em hospitais públicos e privados de São Paulo e no sistema carcerário paulista, onde atua voluntariamente há mais de 25 anos (página 26).

**

Em fevereiro, completaram-se 30 anos do Decreto Estadual nº 29.598. O dis-

BOAS PRÁTICAS



Dados fraudulentos geram indenização milionária

Universidade Duke fecha acordo para pagar US\$ 112,5 milhões e encerrar processo em que pesquisadora foi acusada de falsificações sistemáticas

A Universidade Duke, nos Estados Unidos, fechou um acordo com a Justiça e aceitou pagar US\$ 112,5 milhões, o equivalente a R\$ 440 milhões, para encerrar um processo no qual uma pesquisadora da instituição era acusada de falsificar dados em artigos científicos e em relatórios apresentados a órgãos federais de fomento à pesquisa, como os Institutos Nacionais de Saúde (NIH) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA).

Erin Potts-Kant, coordenadora de pesquisa clínica da divisão pulmonar na Duke Health, complexo de hospitais e escolas de medicina e enfermagem da universidade, tinha como função certificar a validade de resultados de trabalhos da unidade, mas, em vez disso, modificava dados desfavoráveis para facilitar a obtenção ou manutenção de financiamento. Projetos sobre a função pulmonar de ratos, que se basearam em dados manipulados, somaram US\$ 200 milhões em verbas federais para

pesquisa entre 2006 e 2018. Doze artigos científicos foram retratados também por utilizarem informações manipuladas. O trabalho da pesquisadora tornou-a coautora de dezenas de artigos científicos, que estão sendo investigados. “Potts-Kant se engajou em fraudes sistemáticas”, acusou o ex-analista de laboratório da universidade Joseph Thomas, que denunciou o caso e iniciou a ação contra Duke em parceria com o Departamento de Justiça dos Estados Unidos. Segundo ele, a pesquisadora chegou a inventar conjuntos inteiros de dados.

O escândalo chamou a atenção não apenas pelas cifras, mas também por recorrer a uma legislação raramente utilizada em casos de integridade científica: a Lei de Alegações Falsas, que pune quem comete fraudes usando recursos federais com o pagamento de indenizações vultosas, equivalentes a até três vezes o dinheiro desviado

ou obtido irregularmente. A maior parte dos US\$ 112,5 milhões irá para as agências de fomento que financiaram projetos com dados falsificados. A lei também permite que denunciante recebam até 30% da indenização estabelecida. No caso de Duke, o autor da ação, Joseph Thomas, vai receber US\$ 33,75 milhões. “O acordo envia uma forte mensagem de que a fraude e a desonestidade não serão toleradas no processo de financiamento de pesquisa”, afirmou, em nota oficial, o Departamento de Justiça.

Potts-Kant perdeu o emprego em 2013, quando o caso veio à tona e ela também enfrentou acusações de desviar dinheiro da instituição. Mas isso não foi o suficiente para reverter o estrago na reputação da Universidade Duke, envolvida em outros escândalos. Uma das mais prestigiosas universidades norte-americanas, berço de 13 ganhadores do prêmio Nobel e responsável por um orçamento anual de pesquisa na casa de US\$ 1 bilhão, a instituição já enfrentava outras acusações de práticas negligentes. Em meados dos anos 2000, dois pesquisadores de Duke, Anil Potti e Joseph Nevins, selecionaram pacientes para realizar ensaios clínicos de métodos capazes de prever a evolução de certos tipos de câncer e apontar o tratamento mais adequado. O recrutamento foi realizado embora já se soubesse que tinham sido detectados erros nos trabalhos científicos que embasavam as técnicas. Na contramão das evidências de que os métodos eram problemáticos, a universidade liberou os ensaios em fevereiro de 2010, fiando-se

Devemos aceitar a responsabilidade e reconhecer que nossos processos não funcionaram, disse o reitor Vincent E. Price

em explicações de Potti que mais tarde se revelaram inconsistentes (ver Pesquisa FAPESP nº 189). Os dois pesquisadores foram demitidos.

O descaso da instituição no episódio de Potti e Nevins foi citado como mau exemplo em um amplo relatório apresentado em abril de 2017 pelas Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos, com recomendações para aperfeiçoar práticas e políticas relacionadas à integridade científica nos Estados Unidos (ver Pesquisa FAPESP nº 255). “Não sei se Duke mudou suas práticas, mas não ficaria surpreso se o problema se repetisse”, criticou, na apresentação do documento, o bioengenheiro Robert Nerem, presidente do comitê que produziu o relatório.

No caso de Potts-Kant, a universidade foi acusada de acompanhar de modo frouxo o trabalho de seus pesquisadores e de demorar a tomar atitudes incisivas

quando o caso eclodiu. Por conta disso, desde abril de 2018 os NIH passaram a impor restrições adicionais a pesquisadores da Duke. Projetos com financiamento a partir de US\$ 250 mil são obrigados a fornecer orçamentos mais detalhados do que o exigido de outras instituições.

A universidade se defendeu, em uma declaração oficial, dizendo que só descobriu a possível fraude em 2013 depois que Potts-Kant foi demitida. E argumentou que, inicialmente, não compreendeu a gravidade e a extensão do crime. O reitor da universidade, o cientista político Vincent E. Price, informou que a instituição está revendo seus processos para promover a integridade científica. “Esperamos que os pesquisadores da Duke sempre sigam os mais altos padrões de integridade e praticamente todos fazem isso com muita dedicação”, disse. “Quando indivíduos não cumprem esses padrões e quem está ciente de possíveis erros não os relata, como aconteceu nesse caso, devemos aceitar a responsabilidade, reconhecer que nossos processos para identificar e prevenir desvios de conduta não funcionaram e tomar medidas para melhorar.”

No ano passado, a universidade nomeou a ginecologista Geeta Swamy para o recém-criado cargo de vice-reitora de integridade científica. Também abriu um Escritório de Integridade Científica e começou a exigir planos detalhados e prestação de contas para todas as unidades da Duke Health. Price anunciou, ainda, a criação de um Painel de Excelência e Integridade em Pesquisa, que vai propor novas políticas para a universidade até 30 de junho, e de um comitê de supervisão executiva, liderado por A. Eugene Washington, chanceler para assuntos de saúde. “Continuamos a ter confiança na alta qualidade do corpo docente da Duke e em suas pesquisas”, afirmou Price. “O acordo judicial, que resulta de má conduta intencional que ocorreu em um laboratório, mas que afetou o trabalho de muitos pesquisadores, não deve diminuir o trabalho de salvar vidas que acontece todos os dias na Universidade Duke.” ■ Fabrício Marques



Punição por práticas comerciais enganosas

A Omics International, editora de revistas acadêmicas sediada em Hyderabad, na Índia, foi condenada em uma ação movida pela Comissão Federal de Comércio (FTC) dos Estados Unidos, sob acusação de adotar políticas comerciais enganosas, que violam a legislação do país. Um juiz do estado de Nevada, onde a empresa indiana mantém um endereço postal, ordenou que a Omics pague US\$ 50 milhões à FTC e abandone práticas consideradas predatórias. A principal delas é promover em território norte-americano congressos e conferências talhados para arrecadar dinheiro de pesquisadores.

Quando os eventos são anunciados, a editora convida pesquisadores da área para submeter trabalhos ou fazer palestras. Mas se eles aceitam e enviam seus manuscritos, são surpreendidos com a publicação instantânea em revistas de anais de conferências, sem que se faça uma revisão por pares autêntica. A conta, sobre a qual ninguém havia falado, finalmente aparece: os autores são cobrados a pagar taxas que alcançam milhares de dólares. E não adianta reclamar do valor e pedir a retirada dos artigos. Os pedidos são ignorados e as cobranças reiteradas. Segundo a FTC, a Omics tem o costume de listar nomes de editores que não têm nenhum vínculo com suas revistas nem sabem que estão sendo mencionados.

A editora foi criada em 2007 e publica mais de 700 periódicos de acesso aberto. Quem comemorou a condenação foi o bibliotecário Jeffrey Beall, conhecido por criar uma lista na internet com periódicos predatórios, revistas de baixa importância e reputação que publicam artigos sem qualidade em troca de dinheiro – a chamada

“Lista de Beall” acabou sendo removida pelo autor para evitar ações judiciais. “Existem centenas de editores predatórios, mas a Omics é o império do mal”, disse o bibliotecário ao jornal *The New York Times*. O advogado da editora, Kishore Vattikoti, anunciou que vai recorrer da condenação e solicitar que o caso seja avaliado por um júri. Ele argumenta que o juiz de Nevada não poderia ter tomado a decisão sozinho. O desafio para a FTC agora é identificar bens e contas bancárias que a empresa tenha nos Estados Unidos para receber os US\$ 50 milhões. Caso a Omics insista em políticas predatórias, a comissão vai pedir que suas revistas sejam removidas da internet e promete contatar hotéis e centros de convenção onde a empresa faz suas conferências para alertar sobre suas práticas.



ILUSTRAÇÃO ZANSKY

Plágio causa retratação de artigo de padre

O artigo “A estrada para Emaús e a estrada para Gaza”, publicado em 1994 pelo padre canadense Thomas Rosica, de 60 anos, foi retratado pela revista *Worship*, um periódico acadêmico revisado por pares especializado em estudos sobre liturgia. Isso porque o religioso copiou trechos de seis diferentes teólogos no artigo, sem mencionar a fonte. Não foi um caso isolado. O professor de filosofia da Universidade Dominicana de Ohio Michael Dougherty analisou 30 anos de produção literária de Rosica e o acusou de plagiar trabalhos de teólogos, jornalistas e até cardeais em dezenas de palestras que proferiu e colunas publicadas na imprensa. “Nosso escrutínio mostrou que o plágio era um hábito duradouro e consistente”, escreveu

Dougherty no jornal canadense *National Post*. O padre trabalhava no serviço em língua inglesa do Escritório de Imprensa do Vaticano e comandava uma emissora católica de televisão no Canadá. Ele admitiu as falhas éticas, interrompeu sua produção de textos de divulgação e renunciou ao posto de conselheiro de uma instituição de ensino superior confessional ligada à Universidade de Toronto, o University of St. Michael’s College. “Não quero que meus erros turvem a governança da universidade e ofereçam um mau exemplo para estudantes, educadores e funcionários”, explicou o religioso em uma nota. “Todos sabemos que plagiar é errado. Minhas ações nunca foram deliberadas, mas estavam erradas.”

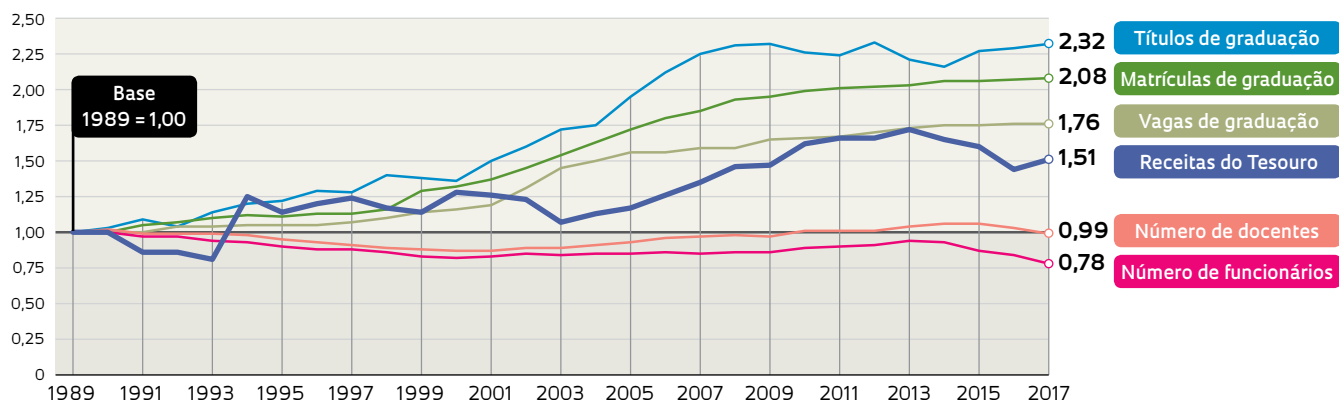
▶ Desde 1989, quando as três universidades paulistas, USP, Unicamp e Unesp, passaram a gozar de autonomia financeira plena, seus indicadores de produtividade apresentaram ganhos significativos, sendo que o número de docentes e funcionários caiu no período de 1989 a 2017

INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

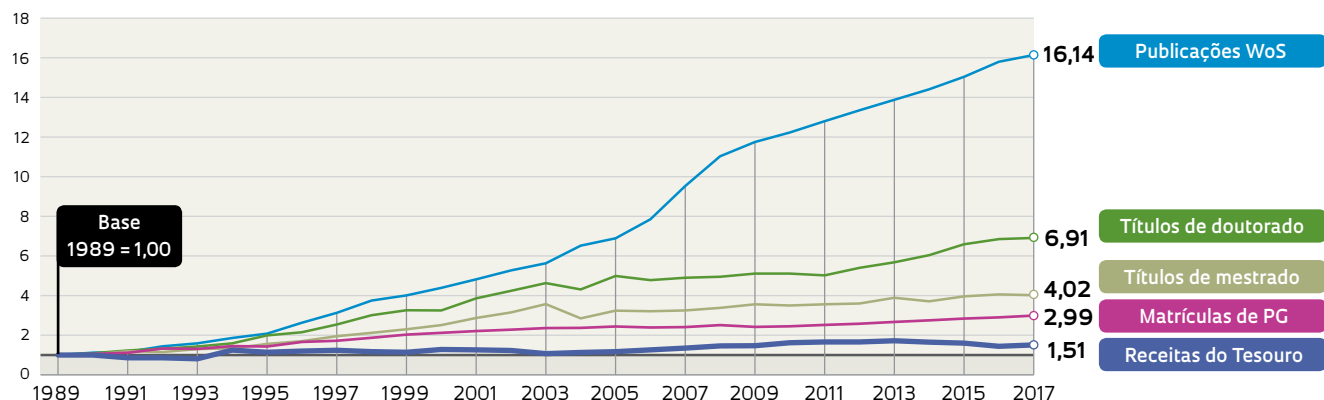
	1989	2017	Varição
Funcionários	35.167	27.593	-22%
Docentes	11.065	10.914	-1,4%
Receitas do Tesouro (R\$ milhões 2017)*	6.052	9.116	+51%
Vagas na graduação	12.584	22.169	+76%
Alunos matriculados	80.325	188.453	+135%
Graduação	57.055	118.920	+108%
Pós-graduação	23.270	69.533	+199%
Títulos concedidos	9.238	27.589	+199%
Graduação	6.900	15.976	+132%
Pós-graduação	2.338	11.613	+397%
Mestrado	1.571	6.311	+302%
Doutorado	767	5.302	+591%
Publicações científicas	1.064	17.175	+1.514%

* Valores médios de 2017, corrigidos pelo IGP-DI

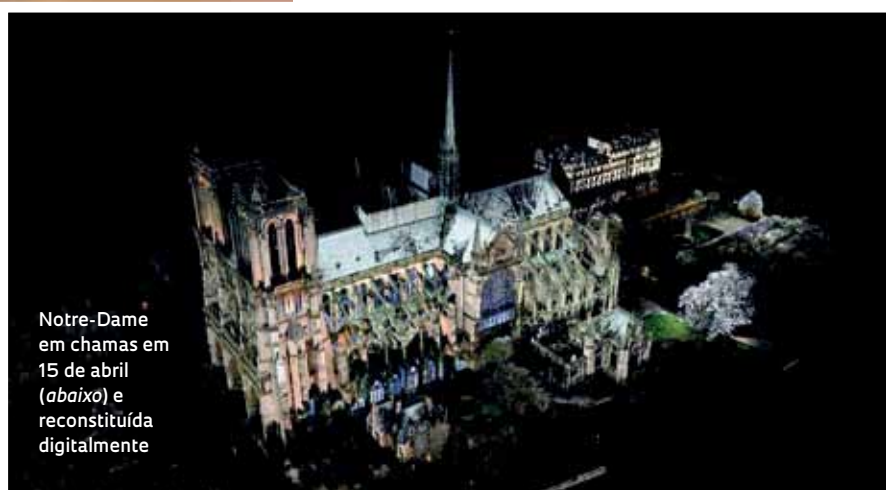
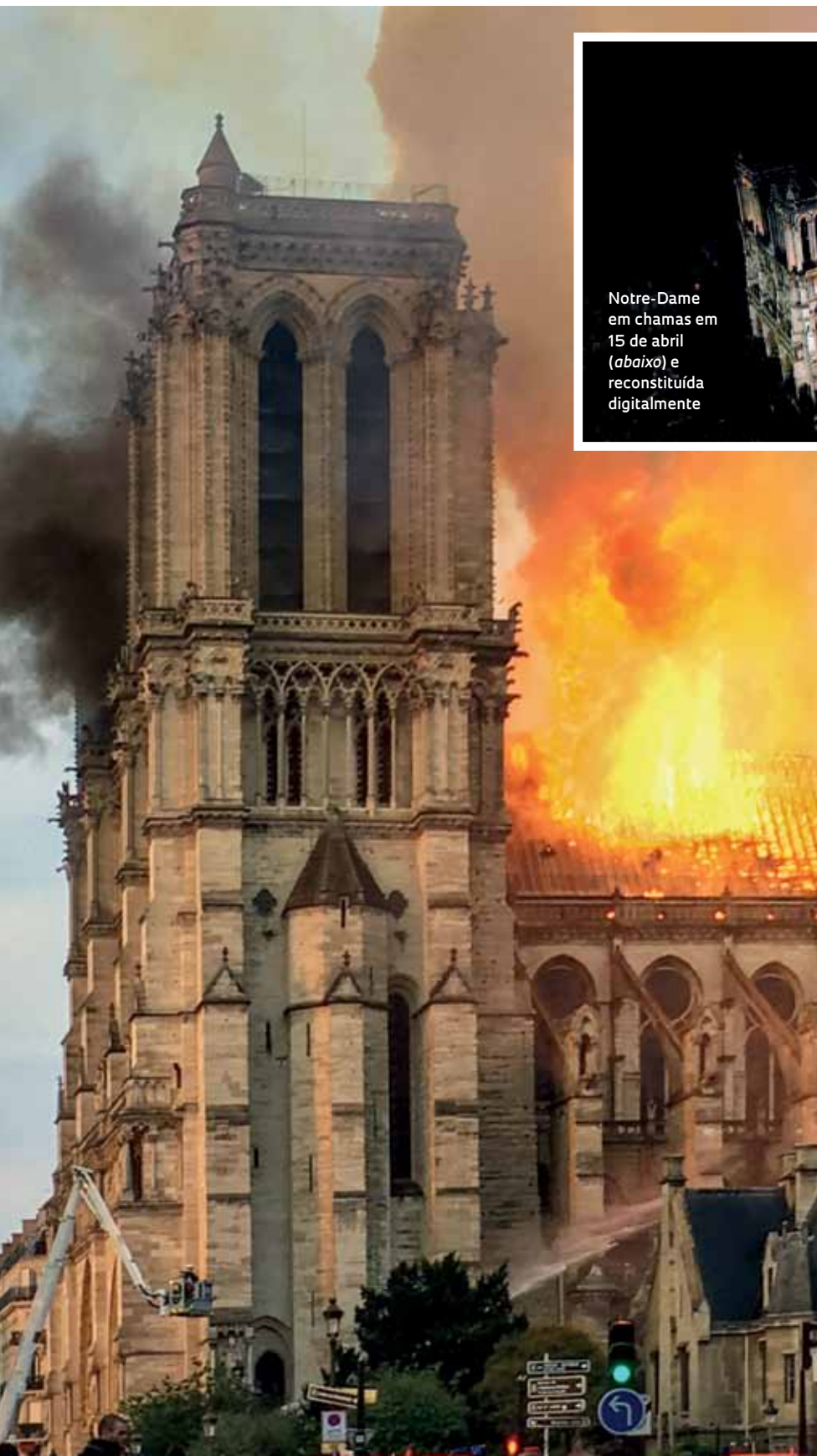
VAGAS, MATRÍCULAS, TÍTULOS DE GRADUAÇÃO, RECEITA, NÚMERO DE DOCENTES E DE FUNCIONÁRIOS



MATRÍCULAS, TÍTULOS DE PÓS-GRADUAÇÃO, RECEITAS DO TESOURO E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS



NOTAS



Notre-Dame em chamas em 15 de abril (abaixo) e reconstituída digitalmente

2

Catedral Notre-Dame em 3D

O trabalho realizado há quase uma década pelo historiador da arte Andrew Tallon (1969-2018) pode auxiliar na reconstrução da catedral Notre-Dame de Paris. Em 15 de abril deste ano, a catedral ardeu em chamas em um incêndio de origem ainda indefinida – suspeita-se de um curto-circuito no sistema elétrico dos sinos ou de uma ponta de cigarro deixada por operários que restauravam o telhado. Ícone do estilo gótico, Notre-Dame começou a ser construída em 1163 e ficou pronta em 1345. Com o incêndio, boa parte do telhado ruiu, assim como sua torre pontiaguda, a agulha. A reconstrução, para a qual haviam sido prometidos € 850 milhões em doações dias após o incêndio, pode se beneficiar do trabalho feito em 2010 por Tallon, que era professor do Vassar College, em Nova York. Nascido na Bélgica, Tallon se interessava por história da arte, em especial pelo período gótico. Em dezembro de 2010, ele fez um mapeamento digital da catedral usando um scanner a laser de alta resolução. Posicionou o equipamento em cerca de 50 pontos dentro e fora da igreja, fazendo medições com precisão de milímetros, relatou no texto *La technologie 3D au service de Notre-Dame*, publicado no livro *La grâce d'une cathédrale – Notre-Dame de Paris* (2012). Tallon tirou fotos panorâmicas a partir de cada ponto de digitalização e aplicou essas imagens sobre o modelo digital para criar uma reconstituição exata do edifício.

O dia em que os dinossauros morreram

Um cemitério de galhos e troncos de árvores carbonizados, misturados com fósseis de mamíferos, insetos, répteis marinhos e peixes de água doce e salgada, foi encontrado em um sítio arqueológico no estado de Dakota do Norte, nos Estados Unidos. O material está ajudando os pesquisadores a compreender os eventos que se seguiram à queda no planeta, há 65 milhões de anos, do meteorito que teria contribuído para uma das extinções em massa de plantas e animais, incluindo os dinossauros. Trabalhando sob a coordenação de uma equipe da Universidade do Kansas, os pesquisadores encontraram o conjunto de fósseis após seis anos de escavações no sítio arqueológico de Tanis, na Formação Hell Creek. Segundo o grupo, o sítio oferece um registro

detalhado da devastação que ocorreu horas após um meteorito de grandes dimensões ter se chocado com a Terra onde hoje é a península de Yucatán, no México. Alterações climáticas decorrentes do impacto são a provável causa da mortandade em larga escala, que marcou o fim do período geológico Cretáceo. O choque teria aberto uma cratera de 180 quilômetros de diâmetro (Chicxulub) e lançado aos céus bilhões de toneladas de rocha derretida. Teria também desencadeado terremotos de grande magnitude, além de tsunamis e chuva de partículas de vidro. Esses fenômenos deixaram um rastro de destruição que se estendeu por um raio de 3 mil quilômetros (PNAS, 1º de abril). Os fósseis estudados guardavam evidências do cataclismo, como detritos de vidro incrustados nas brânquias dos peixes e na resina das árvores, datados em 65,8 milhões de anos.



Titus, o macho-alfa de um bando que vivia no Parque Nacional dos Vulcões, em Ruanda

Gorilas também entram em luto

Como os seres humanos e alguns outros primatas, os gorilas também exibem comportamentos característicos do luto. A conclusão é de um grupo de pesquisadores do Fundo Internacional Dian Fossey para o Estudo de Gorilas, do Instituto Congolês para a Conservação da Natureza, e das universidades de Uppsala, na Suécia, e da Califórnia, nos Estados Unidos. Por meio de fotos e vídeos, os primatólogos monitoraram a interação de gorilas-do-orientes (*Gorilla beringei beringei*) com adultos mortos do bando no Parque Nacional dos Vulcões, em Ruanda. Titus, um macho de 38 anos de idade, e Tuck, uma fêmea de 35 anos, pertenciam ao mesmo grupo e morreram por complicações relacionadas à idade avançada. Os pesquisadores observaram que os membros do grupo permaneceram reunidos em volta dos corpos durante dias. Alguns apenas olhavam. Outros cheiravam, tocavam ou lambiam os mortos (PeerJ, 2 de abril). Duas situações chamaram a atenção. Um jovem gorila ficou perto de Titus por dois dias. Outro, filho de Tuck, cuidou do corpo da mãe e chegou a tentar mamar em seu peito. As expressões de tristeza não parecem ser restritas aos membros do bando ou da mesma subespécie. Gorilas-do-orientes manifestaram comportamento semelhante ao encontrar o corpo de um gorila-de-grauer (*Gorilla beringei graueri*), no Parque Nacional de Kahuzi-Biega, na República Democrática do Congo: circularam ao redor do corpo e arrumaram seus restos mortais. Os achados ampliam a discussão sobre como os animais percebem e processam a morte.



Peixes fossilizados em consequência da queda do meteorito que abriu a cratera de Chicxulub



Sensores sem fios para bebês em UTI

Ha Uk Chung, da Universidade Northwestern, em Chicago, e outros pesquisadores dos Estados Unidos, da China e da Coreia do Sul desenvolveram um sensor sem fios e sem baterias para monitorar bebês em Unidades de Terapia Intensiva. Os sensores aderem à pele e registram a frequência cardíaca, a taxa de respiração e a oxigenação do sangue (*Science*, 1º de março). Testado em bebês com até 28 semanas, o sensor incorpora recursos de transferência de dados por radiofrequência e comunicação de alta velocidade, por meio de uma minúscula antena magnética. Os criadores do dispositivo argumentaram que a eliminação de fios facilita o contato entre os recém-nascidos e seus pais, o que ajuda a estabilizar sinais vitais e a reduzir a mortalidade. Em um comentário na mesma edição da *Science*, Ruth Guinsburg, professora da Universidade Federal de São Paulo, reconhece que o sensor poderia facilitar a mobilidade e reduzir os danos à pele causados pelos dispositivos atualmente em uso. Ela observa, no entanto, que a mortalidade de recém-nascidos prematuros em países pobres não se deve tanto à saúde das crianças após o parto, mas, sim, à saúde precária e à pobreza de suas mães.

Dispositivo flexível para o monitoramento da oxigenação sanguínea em centros de terapia intensiva

Os engenheiros David North (à esq.) e Bill Fredericks transportam protótipo de VTOL da Nasa para teste



Sustentáveis apenas em longas viagens

Os chamados veículos aéreos de decolagem e pouso verticais (VTOLs) talvez possam em alguns anos ajudar a reduzir os congestionamentos e a melhorar a qualidade do ar nos grandes centros urbanos do mundo. A conclusão consta de um estudo coordenado por pesquisadores do Centro de Sistemas Sustentáveis da Universidade de Michigan e da fabricante de automóveis Ford, ambos nos Estados Unidos. Eles analisaram a demanda energética e os níveis de emissão de gases de efeito estufa relacionados às cinco fases de voo (da decolagem à aterrissagem) desses veículos, apelidados de carros voadores. Os resultados foram comparados com os de carros elétricos e os de carros movidos a

combustíveis fósseis (*Nature Communications*, 9 de abril). As análises, baseadas em dados de protótipos de VTOLs, indicam que essas aeronaves consomem muita energia na decolagem, na ascensão, na descida e na aterrissagem. São relativamente eficientes apenas na fase de cruzeiro, quando viajam a velocidades que vão de 240 a 320 quilômetros por hora. Com base nessas informações, os pesquisadores argumentam que, por ora, esses VTOLs só seriam sustentáveis caso voassem lotados (com um piloto e três passageiros), em viagens com distância superior a 100 quilômetros (km). Nesse caso, emitem 52% menos poluentes do que veículos movidos a gasolina e 6% menos do que os carros elétricos. Em viagens de menos de 35 km, os carros convencionais ainda são mais eficientes.



Quanto os americanos sabem de ciência

Um estudo do Pew Research Center, instituto especializado em pesquisas de opinião pública dos Estados Unidos, apresentou um panorama atualizado da capacidade dos americanos de compreender conceitos e práticas científicas. Embora a maioria dos entrevistados tenha familiaridade com questões das ciências da vida, como medicina e biologia, poucos são capazes de distinguir hipóteses ou reconhecer grupos de substâncias químicas em medicamentos. O instituto entrevistou 4.464 adultos, selecionados aleatoriamente na internet. Deles, 79% entendem que o uso excessivo de antibióticos aumenta a resistência das bactérias às medicações existentes. Quando questionados sobre os principais componentes dos antiácidos, porém, apenas 39% responderam corretamente que são as bases. A proporção dos entrevistados que acertou ao menos nove das 11 perguntas foi baixa: quatro em cada 10 participantes. Americanos com pós-graduação acertaram, em média, quatro questões a mais do que aqueles apenas com ensino fundamental ou médio. Os homens acertaram, em média, 7,4 questões, enquanto as mulheres, 6, e os entrevistados autodeclarados brancos pontuaram mais do que os negros ou os de origem hispânica. Segundo o Pew Research, as diferenças de raça e etnia podem estar ligadas a diversos fatores, como o acesso a uma educação de qualidade e a informações científicas. O estudo completo está disponível em bit.ly/CenterPew.

A lenta degradação dos grandes lagos

Pesca intensiva, despejo de esgoto e fertilizantes agrícolas, expansão de algas, invasão de espécies exóticas, turismo excessivo, entre outros problemas, estão alterando os grandes lagos de água doce do mundo, como o mar Cáspio, o maior de todos, com cerca de 3,6 milhões de quilômetros quadrados (km²), que ocupa parte de cinco países da Ásia. As conclusões resultam de uma análise de 29 lagos – a maioria com uma superfície superior a 500 km² e formada há pelo menos 10 mil anos – coordenada por Stephanie Hampton, da Universidade do Estado de Washington, Estados Unidos (*Limnology and Oceanography*, abril). No lago Baikal, na Rússia, um dos problemas é a redução da população

da nerpa (*Pusa sibirica*), única foca exclusivamente de água doce, intensamente caçada até 2007. O lago Titicaca, com 8.562 km², nos Andes do Peru e da Bolívia, recebe esgotos das cidades próximas, o que favorece a multiplicação de algas e bactérias, além de fertilizantes agrícolas. A introdução da truta-arco-íris (*Salmo gairdneri*) para expandir a pesca comercial no lago e a infiltração do peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*), nativo da Argentina, prejudicaram as populações de peixes endêmicos e podem ter favorecido a extinção do peixe *Orestias cuvieri* no lago Titicaca. Os pesquisadores notaram elevada concentração urbana próximo aos lagos, com 43 grandes centros urbanos às margens do mar Cáspio, seis do mar de Aral, ambos na Ásia, e cinco do lago de Maracaibo, na Venezuela.

Lago Baikal, na Rússia, onde diminuiu a população de nerpa, uma foca de água doce

ALGUNS PONTOS AVALIADOS NO LEVANTAMENTO

Porcentagem de pessoas que responderam corretamente às afirmações

Ciências da vida

O uso excessivo de antibióticos leva à resistência contra esses medicamentos

79

Inserir um gene em uma planta é um exemplo de engenharia genética

56

Ciências físicas e da Terra

Petróleo, gás natural e carvão são combustíveis fósseis

68

O desmatamento faz aumentar a erosão do solo

60

Os principais componentes dos antiácidos são as bases

39

Interpretação de números gráficos

Um carro viajando à velocidade de 40 milhas por hora percorre 30 milhas em 45 minutos

57

Processos científicos

Capaz de identificar a necessidade de usar um grupo de controle para avaliar a eficácia de um novo medicamento

60

FONTE: PEW RESEARCH CENTER

O mutável veneno das raias

O veneno das raias sofre alteração à medida que esses peixes com o corpo em forma de disco amadurecem. As toxinas encontradas no veneno das raias jovens causam muita dor e inflamação, enquanto as da peçonha dos indivíduos adultos costumam provocar necrose nos tecidos, verificou o grupo das farmacologistas Carla Lima e Mônica Lopes Ferreira, do Instituto Butantan. As pesquisadoras administraram o veneno de exemplares jovens e adultos da raia *Potamotrygon rex*, comum no rio Tocantins, sobre a pele de camundongos anestesiados. As toxinas dos indivíduos jovens acionaram os mecanismos de dor. Já o veneno das raias adultas levou à morte das células e liberação de seu conteúdo (*Toxicon*, maio). Estudos anteriores haviam comparado a diferença entre o veneno de raias de água doce e o das raias marinhas, mas não a alteração da peçonha durante o desenvolvimento de um indivíduo da mesma espécie. "Nossos dados indicam que a composição do veneno de *Potamotrygon rex* é influenciada pelo estágio de maturação do animal", afirmou Lopes Ferreira à *Agência FAPESP*. As pesquisadoras atribuem a mudança na composição da peçonha à fase da vida. Raias jovens vivem em cardumes, enterradas na areia. Sua ferroada serviria para afugentar predadores. Após os 2 anos de idade, esses peixes migram para a coluna d'água e possivelmente usam o veneno para caçar. Acidentes com raias são frequentes em rios brasileiros.



Nova espécie de humanos primitivos

Ossos e dentes encontrados em uma caverna na ilha de Luzon, norte das Filipinas, foram atribuídos a uma nova espécie de seres humanos primitivos: *Homo luzonensis*, que pode ter vivido na região há mais de 50 mil anos. Escavados entre 2011 e 2015 pelo grupo dos paleoantropólogos Florent Détroit, do Museu Nacional de História Natural de Paris, e Armand Salvador Mijares, da Universidade das Filipinas, o material está fossilizado. São dois ossos das mãos, dois dos pés e um da coxa, além de sete dentes. Teriam pertencido a dois adultos e a uma criança. Um fóssil foi datado em 50 mil anos, mas é possível que os indivíduos dessa espécie, que talvez não medissem mais de 1,5 metro de

altura, já vivessem ali havia mais tempo. Em 2007, o grupo havia achado na caverna um osso do pé direito, datado em 67 mil anos. A forma e o tamanho de ossos e dentes encontrados agora levaram os pesquisadores a concluir que todos são de uma espécie até então desconhecida (*Nature*, 10 de abril). Os dentes guardam semelhanças com os de espécies antigas do gênero *Homo* e também modernas. A proporção entre o tamanho dos molares e pré-molares, porém, é distinta daquelas de espécies conhecidas. Os ossos das mãos e dos pés são curvos, talvez adaptados a subir em árvores. A nova espécie é a segunda identificada neste século no sudeste da Ásia. Em 2004, foi descrita a de *Homo floresiensis*, que alcançava 1 metro de altura e viveu mais ao sul, na Indonésia.

Caverna Callao, na ilha de Luzon, onde foram encontrados fósseis de *Homo luzonensis*, como os dentes de um indivíduo (acima)



Exemplar de *Potamotrygon rex*, comum no rio Tocantins

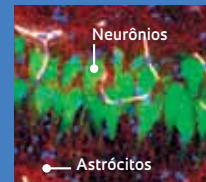
Diretrizes para os cursos de engenharia

O Ministério da Educação aprovou diretrizes que buscam atualizar a base curricular dos cursos de graduação em engenharia. As novas regras preveem a criação de disciplinas ligadas ao empreendedorismo e ao desenvolvimento de competências, e não apenas ao domínio de conteúdos. Também incentivam a adoção de metodologias de ensino voltadas à inovação. Uma recomendação é engajar os estudantes, logo nos primeiros anos de curso, em atividades práticas para a solução de problemas concretos. As medidas foram elaboradas pela Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), fórum vinculado à Confederação Nacional da Indústria (CNI), e pela Associação Brasileira de Engenharia (Abenge), que enviaram as propostas ao Conselho Nacional de Educação em março de 2018 (ver Pesquisa FAPESP nº 267). Na avaliação da CNI, as diretrizes devem modernizar o ensino de engenharia, preparando os alunos para trabalhar com tecnologias avançadas, como inteligência artificial e internet das coisas. "Precisamos formar engenheiros com habilidades e capacidades mais convergentes com as transformações digitais", disse a economista Gianna Sagazio, diretora de Inovação da CNI.

Cérebros parcialmente reavivados

Em um experimento que lembra o romance *Frankenstein*, da escritora inglesa Mary Shelley (1797–1851), pesquisadores da Universidade Yale, nos Estados Unidos, reavivaram parcialmente o cérebro de porcos quatro horas depois de os animais terem sido abatidos para o consumo humano. A equipe do neurocientista Nenad Sestan restaurou a circulação no cérebro e recuperou algumas funções de suas células ao bombear, em ritmo semelhante ao do coração e à temperatura corporal, um líquido rico em oxigênio, nutrientes e compostos protetores de células para o interior das artérias cerebrais. Nas seis horas em que permaneceram conectados à máquina, os cérebros voltaram a consumir oxigênio e energia (glicose). Também foi restaurada a troca de informação entre células em nível local e a arquitetura celular foi preservada. Houve menos inchaço e morte celular do que nos cérebros tratados com solução inerte (*Nature*, 17 de abril). Segundo os pesquisadores, o cérebro do primeiro grupo de animais se comportou como se, em nível celular e molecular, estivesse quase vivo. Em nenhum momento, porém, os pesquisadores observaram atividade elétrica global organizada, necessária para funções complexas como atenção, percepção e consciência e característica do funcionamento pleno do cérebro. O estudo pode ter criado um modelo tridimensional e sofisticado para estudar doenças neurológicas e testar tratamentos. Também abriu discussões éticas sobre os limites da vida e da morte.

CÉREBRO TRATADO COM NUTRIENTES E OXIGÊNIO



CÉREBRO TRATADO COM SOLUÇÃO INERTE



Cérebros que receberam nutrientes e oxigênio (*no alto*) preservaram mais células do que os tratados com solução inerte (*acima*)



A primeira terra dos dinossauros

Centro do Rio Grande do Sul abriga, ao lado da Argentina, os mais antigos fósseis desses répteis, que surgiram há 230 milhões de anos

Marcos Pivetta



Crânio de *Buriolestes schultzi*, uma das seis espécies de dinossauros antigos achados na região de Santa Maria

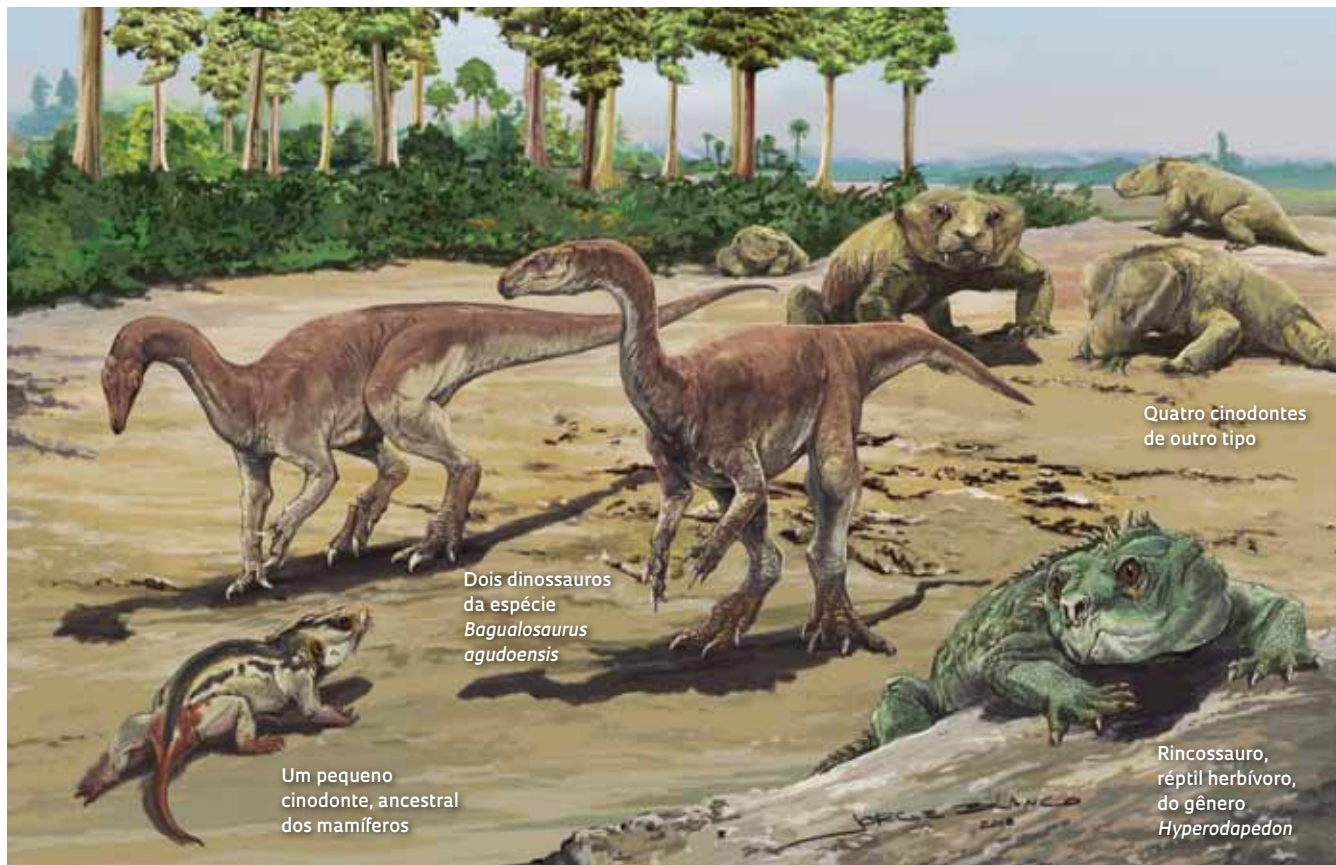
No início do ano, a paleontologia brasileira forneceu mais uma pista concreta de que os dinossauros podem ter surgido na América do Sul, de longe a hipótese mais plausível diante do conjunto de fósseis atualmente disponível, e igualou uma disputa informal que era dominada há mais de meio século, quase sempre com folga, por argentinos: agora cada país contabiliza seis espécies de dinossauros extremamente antigos, que estiveram entre os primeiros a deixar suas marcas sobre a Terra. Em fevereiro de 2019, uma equipe coordenada pelo paleontólogo Max Langer, da Universidade de São Paulo (USP), campus de Ribeirão Preto, descreveu um pequeno carnívoro bípede, com no máximo 1,5 metro (m) de comprimento, que viveu há 233 milhões de anos na área onde atualmente se encontra o município de Santa Maria, no centro do Rio Grande do Sul, a uma distância de cerca de 300 quilômetros (km) de Porto Alegre.

Com *Nhandumirim waldsangae*, nome científico dado à espécie apresentada ao público em artigo no *Journal of Vertebrate Paleontology*, o Brasil passou a contar com meia dúzia de dinossauros retirados de rochas de idade Carniana, o primeiro estágio da época denominada Triássico Superior, que compreende um período entre 237 e 227 milhões de anos atrás. “Encontramos o fóssil quando, durante um trabalho de coleta em fevereiro de 2012, um colega pisou em um osso do dedo do animal que estava exposto nas rochas de um conhecido sítio paleontológico da região”, recorda-se o paleontólogo Júlio Marsola, primeiro autor do artigo científico, que estudou a nova espécie em seu doutorado, defendido no ano passado na USP. Além de Brasil e Argentina, nenhum outro país tem fósseis tão antigos que sejam consensualmente considerados como de dinossauros.

Ao lado do recém-descoberto *Nhandumirim*, fazem parte desse sexteto primordial *Staurikosaurus pricei*, primeiro dinossauro encontrado no Brasil e descrito na literatura científica em 1970, *Saturnalia tupiniquim*, achado por Langer no final dos anos 1990, e outras três espécies identificadas nesta década: *Pampadromaeus barberenai*, *Buriolestes schultzi* e *Bagualosaurus agudoensis*. A maioria era carnívora ou onívora (podia comer de tudo). Apenas *Bagualosaurus* e, em menor escala, *Pampadromaeus* apresentavam uma dentição que parecia mais adaptada a um regime predominantemente herbívoro.

Comparados com seus primos da Argentina, os dinossauros da idade Carniana da região de Santa Maria ainda são pouco conhecidos mesmo entre os paleontólogos. “Boa parte deles foi encontrada e descrita nos últimos anos. Para mim, entre as novas descobertas, eles são certamente a mais importante para nos ajudar a entender a origem e a evolução inicial dos dinossauros”, opina o paleontólogo norte-americano Steve Brusatte, da Universidade de Edimburgo, na Escócia. Além de fazer pesquisa sobre as primeiras formas de dinossauros que surgiram no planeta, Brusatte se dedica a divulgar para o grande público a saga desses répteis. Foi o principal consultor científico do filme *Caminhando com os dinossauros*, produção de 2013 da rede britânica BBC, e lançou seis livros para leigos sobre o tema. A tradução para o português do mais recente deles, *Ascensão e queda dos dinossauros: Uma nova história de um mundo perdido* (Record), foi lançada neste mês no Brasil.

Não é possível datar diretamente fósseis de milhões de anos como os de dinossauros e de outras formas de vida do passado remoto, cujos tecidos biológicos literalmente viraram pedra ao longo do tempo. É uma situação diferente da que ocorre com vestígios humanos ou de animais que vive-



Quatro cinodontes de outro tipo

Dois dinossauros da espécie *Bagualosaurus agudoensis*

Um pequeno cinodonte, ancestral dos mamíferos

Rincossauro, réptil herbívoro, do gênero *Hyperodapedon*

ram a no máximo algumas dezenas de milhares de anos atrás. Nessa escala de tempo bem menor, é possível que ainda se encontre nos fósseis algum colágeno, proteína que pode ser utilizada para datação pelo conhecido método do carbono 14. A única alternativa, diante de achados paleontológicos tão antigos como os dinossauros, é tentar estabelecer uma cronologia da camada rochosa em que eles foram encontrados e, assim, inferir sua provável antiguidade.

Os fósseis das seis espécies encontradas no Rio Grande do Sul saíram da formação Santa Maria, nome da unidade geológica que se situa na região da cidade homônima e abriga rochas carnianas. Todos eram de animais de pequeno porte. O maior deles, *Staurikosaurus*, seria o único estritamente carnívoro e atingia 2,5 m de comprimento, mas sua altura chegava apenas à cintura de uma pessoa adulta (ver quadro comparativo na página 21).

As seis espécies de dinossauros mais antigos da Argentina, que historicamente têm uma paleontologia mais ativa e com mais depósitos fossilíferos do que o Brasil, também viveram por volta de 230 milhões de anos atrás. Todas são oriundas das rochas carnianas da formação Ischigualasto, nas províncias de San Juan e La Rioja, a mais de mil quilômetros a noroeste de Buenos Aires. As mais conhecidas são *Herrerasaurus ischigualastensis* e *Eoraptor lunensis*. O primeiro era um bípede carnívoro descrito em 1963 que tinha mais ou

menos o dobro das dimensões de *Staurikosaurus*, com quem partilha alguns traços anatômicos. O segundo era outro bípede carnívoro, só que com no máximo 1 m de comprimento, que foi amplamente divulgado em 1993 pelo paleontólogo norte-americano Paul Sereno, da Universidade de Chicago, um de seus descobridores.

DATAÇÃO POR ZIRCÃO

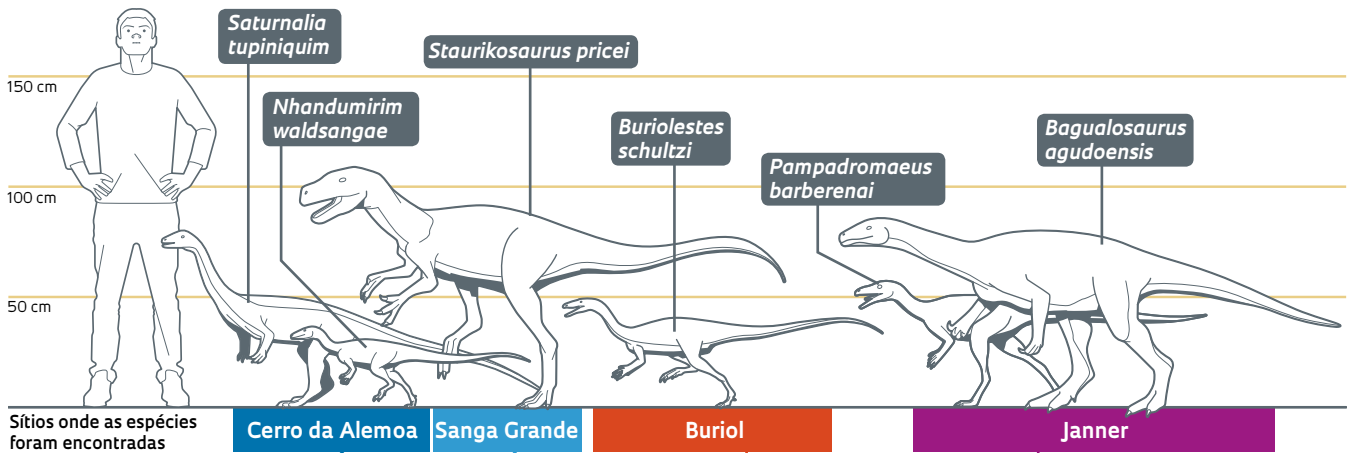
“É impossível dizer qual desses dinossauros brasileiros e argentinos é o mais velho”, comenta Langer, coautor dos trabalhos científicos que descreveram cinco dos seis dinossauros brasileiros oriundos de rochas carnianas (ver entrevista do paleontólogo na página 24). No ano passado, Langer publicou um artigo científico com a datação por cristais de zircão de rochas carnianas da formação Santa Maria, para as quais encontrou uma idade máxima de 233 milhões de anos. Esse é o método mais preciso para estabelecer a geocronologia de rochas tão antigas como as do Triássico Superior. “As rochas carnianas da formação Santa Maria são 1,5 milhão de anos mais velhas do que as de Ischigualasto, segundo as datações de que dispomos. Mas, na prática, diria que há um empate técnico entre a idade dos dois lugares”, explica o paleontólogo da USP.

No mesmo trabalho, também foi determinada a idade máxima das rochas da formação Caturrita, que usualmente recobre Santa Maria e às vezes

Ilustração da fauna do Rio Grande do Sul no Triássico Superior, época em que viveram os primeiros dinossauros

O sexteto de Santa Maria

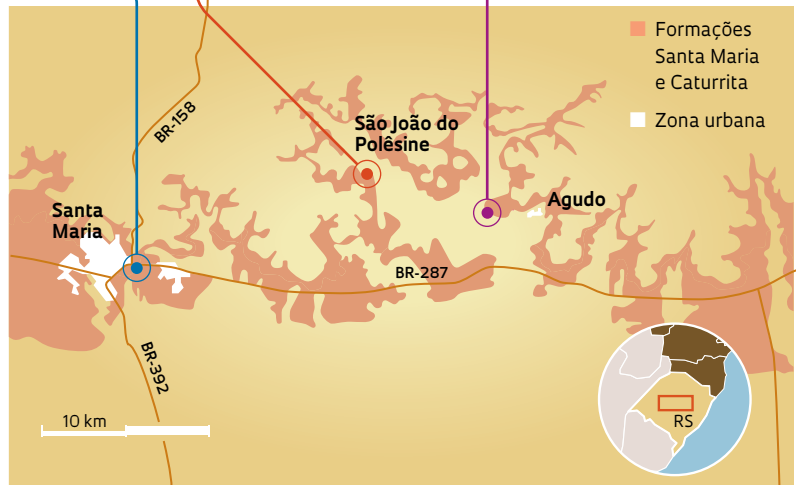
Os dinossauros que viveram há 230 milhões de anos em área hoje dentro do Rio Grande do Sul eram pequenos, com, no máximo, 1 metro de altura



se confunde com ela. A datação indicou que o nível mais velho da Caturrita tem 225 milhões de anos, 8 milhões a menos do que os estratos mais antigos da Santa Maria. Fósseis interessantes também têm sido encontrados na Caturrita, como os três exemplares de um novo gênero e espécie de dinossauro herbívoro encontrado em um mesmo bloco de rochas, *Macrocollum itaquii*. Descrito no ano passado na literatura científica como o registro mais antigo de um dinossauro de pescoço longo, o comprimento total do réptil era de cerca de 3,5 m, dos quais o pescoço respondia por aproximadamente 1 m.

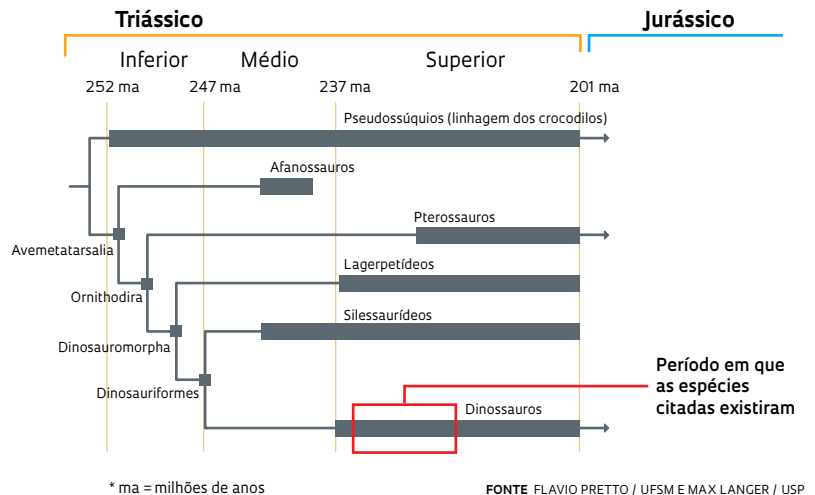
Há registros de fósseis controversos mais antigos ou contemporâneos aos dinossauros de idade Carniana encontrados no Brasil e na Argentina. O réptil *Nyasasaurus parringtoni*, cujos fósseis extremamente fragmentados foram achados na Tanzânia, viveu há 243 milhões de anos, como indicam as rochas de idade Anisiana, um estágio do Triássico Médio, em que seus vestígios foram encontrados. Alguns autores chegaram a considerá-lo um verdadeiro dinossauro, mas atualmente a espécie aparece com afinidades incertas em quase todas as classificações.

Existem muitas incertezas na classificação dos primeiros dinossauros. Até recentemente, o pequeno herbívoro argentino *Pisanosaurus mertii*, que viveu 228 milhões de anos atrás, era considerado o mais antigo representante dos ornitíscios, uma das duas linhagens principais em que se dividem os dinossauros. Os ornitíscios têm a estrutura da pélvis parecida com a das aves (a outra linhagem primordial é a dos sauríscios, cujo quadril se assemelha mais ao dos lagartos). Atualmente,



UMA ORIGEM PARTILHADA

Ao lado de outras formas de répteis, como os pterossauros e os silessaurídeos, os dinossauros pertencem a um grande grupo animal denominado Avemetatarsalia



* ma = milhões de anos

FONTE FLAVIO PRETTO / UFSM E MAX LANGER / USP



Pedaços de ossos dos dedos de *Nhandumirim waldsangae* e reconstrução artística da espécie



alguns autores consideram *Pisanosaurus* como um sillessaurídeo, grupo próximo aos dinossauros. Para outros especialistas, os sillessaurídeos seriam dinossauros ornitísquios. *Sacisaurus agudoensis*, outro pequeno herbívoro gaúcho, só que encontrado na formação Caturrita, é considerado um sillessaurídeo. No hemisfério Norte, também existem registros antigos de animais de difícil classificação filogenética, que seriam antecessores próximos dos primeiros dinossauros. Um deles é *Saltopus elginensis*, bípede carnívoro de 60 centímetros que viveu há aproximadamente 230 milhões de anos onde hoje é a Escócia.

Em seus primórdios, os dinossauros eram um grupo discreto e não muito abundante de répteis de pequeno porte que ocupavam uma posição muito distinta do *status* de senhores da Terra ou da imagem de pináculo da grandiosidade e da ferocidade popularizada por filmes de ficção. Eles surgiram como coadjuvantes em um mundo cujas formas de vida passavam por um grande processo de reacomodação. Os paleontólogos concordam que os dinossauros surgiram alguns milhões de anos (quantos exatamente ninguém sabe) depois da maior extinção em massa registrada na Terra, ocorrida na passagem do período Permiano para o Triássico, há 252 milhões de anos. Causado provavelmente por um aquecimento anormal da atmosfera e acidificação excessiva dos oceanos, esse cataclismo extinguiu cerca de 95% das espécies marinhas e 70% das terrestres do planeta. Na época em que surgiram os primeiros dinossauros, todos os continentes estavam

unidos em um único supercontinente, Pangea, pontuados por desertos e clima árido. A metade norte era denominada Laurásia e a sul Gondwana. A América do Sul estava ligada à África e ocupava o centro-sul de Gondwana, onde a umidade seria um pouco maior.

FÓSSEIS RAROS

Durante todo o período Triássico, entre 251 e 201 milhões de anos atrás, a forma dominante de vertebrados terrestres foi a dos arcossauros, um vasto grupo de répteis do qual se originaram os dinossauros, os crocodilianos e os pterossauros. “Apenas 5% dos fósseis que encontramos na formação Santa Maria são de dinossauros”, explica o paleontólogo Flávio Pretto, do Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da Quarta Colônia (Cappa), unidade da UFSM inaugurada em 2013 e localizada em São João do Polêsine, bem no meio da faixa de 250 quilômetros que compreende a formação Santa Maria (e também a Caturrita). No acervo do Cappa, há cerca de 200 fósseis de répteis e pré-mamíferos antigos já catalogados, mas ainda não estudados. “Devemos ter outros 200 à espera ainda de catalogação”, diz Pretto.

A proeminência da paleontologia nacional na busca pelos dinossauros mais antigos do planeta se deve a investimentos feitos nos últimos 20 anos na montagem de equipes de pesquisadores, sobretudo no Rio Grande do Sul, mas também em outros estados da federação, e ao aumento de incursões no campo para estudar afloramentos do Triássico com potencial de abrigar fósseis. Para o geólogo e paleontólogo Átila Da-Rosa, do *campus* central da UFSM, em Santa Maria, a implantação no início dos anos 1990 do projeto Pró-Guaíba, patrocinado pelo governo gaúcho

Afloramento no sítio paleontológico Janner, em Agudo, no Rio Grande do Sul, onde foram encontrados fósseis de dois dinossauros, *Pampadromaeus barberenai* e *Bagualosaurus agudoensis*



com dinheiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para estudar o ambiente da bacia hidrológica do rio Guaíba, permitiu o início da exploração de áreas importantes que abrigavam sítios da pré-história remota. “Tudo começou mais ou menos nessa época, sobretudo em razão da atuação de paleontólogos da Fundação Museu de Zoobotânica (FZB) do Rio Grande do Sul”, comenta Da-Rosa.

Além dos pesquisadores da FZB, que hoje corre risco de ser extinta pelo governo gaúcho, paleontólogos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), da Pontifícia Universidade Católica (PUC-RS), da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) e também de instituições de outros estados, como a USP e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), passaram a realizar viagens regulares nas duas últimas décadas para estudar e coletar fósseis em afloramentos das formações Santa Maria e Caturrita. A proximidade do *campus* central da UFSM e do Cappa, que se situa a menos de 50 quilômetros da cidade de Santa Maria, possibilita atualmente um acesso rápido e fácil aos principais afloramentos com fósseis da região.

O Cappa conta com três paleontólogos (Leonardo Kerber, Rodrigo Temp Müller e Flávio Pretto), um funcionário administrativo e um carro à disposição. Eles são encarregados de monitorar os sítios pré-históricos nos nove municípios a leste de Santa Maria que fazem parte da área denominada Quarta Colônia. “Estamos a meia hora de carro da maior parte dos sítios e podemos visitá-los toda semana”, explica Pretto. O centro também dispõe de um alojamento para 10 pessoas que pode acolher pesquisadores de

fora que participam de algum trabalho de campo na região. No Departamento de Geociências situado no *campus* central da UFSM, em Santa Maria, os paleontólogos Átila Da-Rosa e Sérgio Dias-da-Silva se encarregam de estudar os sítios que estão em Santa Maria e em localidades vizinhas a oeste da cidade.

Um dos planos dos pesquisadores da UFSM e do Cappa é construir um museu para abrigar os principais achados paleontológicos da região e aumentar o trabalho de educação e divulgação científica. Por ora, essa meta ainda não foi alcançada. “Nossa sociedade não valoriza como deveria o fato de termos os dinossauros mais velhos do mundo”, diz o paleontólogo Luiz Eduardo Anelli, do Instituto de Geociências da USP, que publicou 16 livros de divulgação científica sobre esse grupo de répteis e outros animais da pré-história brasileira. “Se esses fósseis tivessem sido encontrados na Europa ou nos Estados Unidos, eles já teriam criado algo como o ‘parque dos primeiros dinossauros’, que seria visitado pelos nossos turistas.” ■

Projeto

A origem e irradiação dos dinossauros no Gondwana (Neotriássico – Eojurássico) (nº 14/03825-3); **Pesquisador responsável** Max Langer (USP); **Modalidade** Projeto Temático; **Investimento** R\$ 2.411.452,01.

Artigos científicos

MARSOLA, J. C. A. *et al.* A new dinosaur with theropod affinities from the Late Triassic Santa Maria Formation, South Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. 14 fev. 2019.

PRETTO, F. A., LANGER, M. C. e SCHULTZ C. L. A new dinosaur (Saurischia: Sauropodomorpha) from the Late Triassic of Brazil provides insights on the evolution of sauropodomorph body plan. **Zoological Journal of the Linnean Society**. 25 mai. 2018.

Como classificar a vida pré-histórica

Paleontólogo explica o que faz de um réptil um dinossauro e fala das discussões sobre a origem desses animais

O paleontólogo Max Langer, da Universidade de São Paulo (USP), *campus* de Ribeirão Preto, acaba de voltar de uma viagem de 10 dias à província de La Rioja, no noroeste da Argentina. Ao lado de pesquisadores locais e de colegas brasileiros, participou de coletas em sítios importantes da formação Ischigualasto, de onde, ao lado da formação Santa Maria, no Rio Grande do Sul, tem saído os dinossauros mais antigos do mundo.

Langer, de 45 anos, conhece ainda mais profundamente os fósseis gaúchos. Fez mestrado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996), doutorado na Universidade de Bristol (2001), no Reino Unido, e já perdeu a conta de quantas vezes realizou trabalhos de campo na parte central do território gaúcho. Ele participou da descoberta de dois fósseis de dinossauros encontrados em rochas da idade Carniana (por volta de 230 milhões de anos atrás) da formação Santa Maria. É também coautor de cinco dos seis trabalhos científicos que descreveram essas espécies. Nesta entrevista, ele fala sobre as evidências que favorecem a

hipótese de que os dinossauros podem ter surgido na América do Sul.

O que torna um réptil um dinossauro e o diferencia de outros répteis contemporâneos?

Não é simples responder essa pergunta. Há diferentes formas de fazer essa distinção. Atualmente, a definição do que é um dinossauro tem mais a ver com a sua árvore genealógica, a história evolutiva de seus membros, do que com algumas características anatômicas que seriam típicas desse grupo, como ter o quadril perfurado para o encaixe do fêmur ou as patas posicionadas diretamente abaixo do corpo. As classificações modernas se baseiam no conceito de clados, grupos de organismos que têm uma história evolutiva comum. Os dinossauros são definidos com base na posição filogenética de três gêneros classicamente vistos como representantes de suas principais linhagens: o terópode (bípede carnívoro) *Megalosaurus*, o ornitímico *Iguanodon* e o saurópode (quadrúpede herbívoro) *Cetiosaurus*. Partimos desses três animais e percorremos sua árvore genealógica até chegar em

um ancestral comum. Por essa definição, todos os descendentes desse ancestral comum são considerados dinossauros. É dessa forma, por exemplo, que as aves são classificadas como dinossauros. Elas descendem desse ancestral comum.

Que importância os paleontólogos atribuem à discussão sobre o local em que os dinossauros devem ter surgido?

Esse debate tem um pouco a ver com certo orgulho em dizer que os dinossauros teriam surgido em seu país ou, na pior das hipóteses, em seu continente ou hemisfério. Mas a questão não se resume a isso. Como paleontólogos, estudamos os padrões de diversidade e distribuição geográfica das espécies ao longo da história geológica. Trata-se de ciência básica. É importante entender como se deu a irradiação das diferentes linhagens de dinossauros, que são animais muito populares e despertam a atenção. Os fósseis são frágeis e seu registro é incompleto. Sabemos que uma nova descoberta pode mudar tudo, mas, com base nas evidências que temos hoje, o mais provável é que os dinossauros tenham surgido no



Pesquisador da USP em afloramento da região de Santa Maria

Gondwana, a metade sul do supercontinente Pangea que existia há cerca de 230 milhões de anos. Para ser mais preciso, o mais provável é que tenham surgido no oeste do Gondwana, onde hoje fica o sul da América do Sul e da África. Incluo aqui a África, que estava unida à América do Sul no Gondwana, pois estamos trabalhando na descrição de um dinossauro africano mais ou menos da mesma idade dos nossos.

Os dinossauros mais antigos das formações Santa Maria e Ischigualasto podem ter mantido algum tipo de contato?

É provável que sim. Alguns dinossauros, como *Chromogisaurus novasi*, da Argentina, e *Saturnalia tupiniquim*, são muito parecidos. Há até quem sugira que eles seriam uma única espécie. Também há outros animais que ocorriam tanto lá como aqui. Os rincossauros [um tipo de réptil herbívoro] do gênero *Hyperodapedon*

apresentam duas espécies, *H. mariensis* e *H. sanjuanensis*, cujos fósseis são igualmente achados nas duas formações.

A paleontologia nos Estados Unidos e na Europa é mais desenvolvida do que aqui. Por que eles não encontraram até agora dinossauros mais antigos do que os da América do Sul?

Não basta ter dinheiro. Quase todas as rochas do Triássico Superior dos Estados Unidos com registro fóssil de tetrápodes, grupo que inclui os atuais anfíbios, répteis, aves e mamíferos, foram datadas. Algumas são mais antigas que as de Santa Maria e de Ischigualasto, mas não têm dinossauros. Claro que é possível que tenha havido dinossauros tão antigos quanto os nossos ali, mas, possivelmente por não terem sido tão abundantes nessas regiões, eles não foram preservados. Essa é uma das hipóteses. Ou eles podem mesmo não ter existido na América do Norte. Na Europa, há duas localidades, uma na Polônia e outra na Escócia, que parecem ter rochas da mesma idade que as de Santa Maria e

de Ischigualasto. Mas nelas também não foram achados dinossauros. Por isso, digo que, por ora, as evidências indicam que os dinossauros devem ter surgido na América do Sul.

Mas o fato de se ter encontrado na África o fóssil de um réptil de 245 milhões de anos não enfraquece a hipótese a favor da América do Sul?

Sim, enfraquece um pouco, mas nem de longe derruba essa hipótese. O fóssil desse possível dinossauro achado na Tanzânia, *Nyasasaurus parringtoni*, é muito mal preservado. Foram encontrados apenas algumas vértebras e um úmero parcial. Não dá para saber se é realmente um dinossauro. Até pode ser. Mas, a partir apenas dele, não dá para dizer que os dinossauros surgiram em outro lugar e não na América do Sul. Seria necessário um conjunto mais completo de fósseis de dinossauros de outras partes do mundo em rochas da mesma idade ou mais velhas que as de Santa Maria e Ischigualasto para se refutar a ideia da origem sul-americana desses animais. ■ Marcos Pivetta

Palavra de MÉDICO

Oncologista que tratou os primeiros casos de Aids no país utiliza todas as mídias para esclarecer questões que considera relevantes sobre saúde pública

Alexandra Ozorio de Almeida e Neldson Marcolin

RETRATO Léo Ramos Chaves

Foi em 1983, durante um estágio no Sloan Kettering Memorial Hospital, em Nova York, que Drauzio Varella percebeu que a Aids chegaria ao Brasil com força. Apesar de já ter mais de 10 anos de experiência em oncologia, acostumado a ver doentes em estado grave, os pacientes soropositivos que viu nos Estados Unidos o impressionaram. Todos jovens, muitos eram artistas e intelectuais. “Fiquei muito tocado com essa experiência”, lembra. “Tive a sensação exata de que ia acontecer uma tragédia.” Começou a estudar o assunto. Quando voltou ao Brasil, era o único oncologista com experiência em sarcoma de Kaposi disseminado – um tipo raro de câncer, comum em pacientes com Aids. Como os infectologistas tinham pouca experiência com a nova enfermidade, o próprio Drauzio começou a tratar dos casos de Aids no Hospital do Câncer, em São Paulo, vindos de todo o Brasil.

Dois anos mais tarde, durante um congresso médico em Estocolmo, na Suécia, ao sair de uma grande discussão sobre a epidemia de Aids, o oncologista se viu pensando sobre outro aspecto da doença, o preconceito, e sobre como enfrentá-lo.

IDADE 76 anos

ESPECIALIDADE

Oncologia

INSTITUIÇÃO

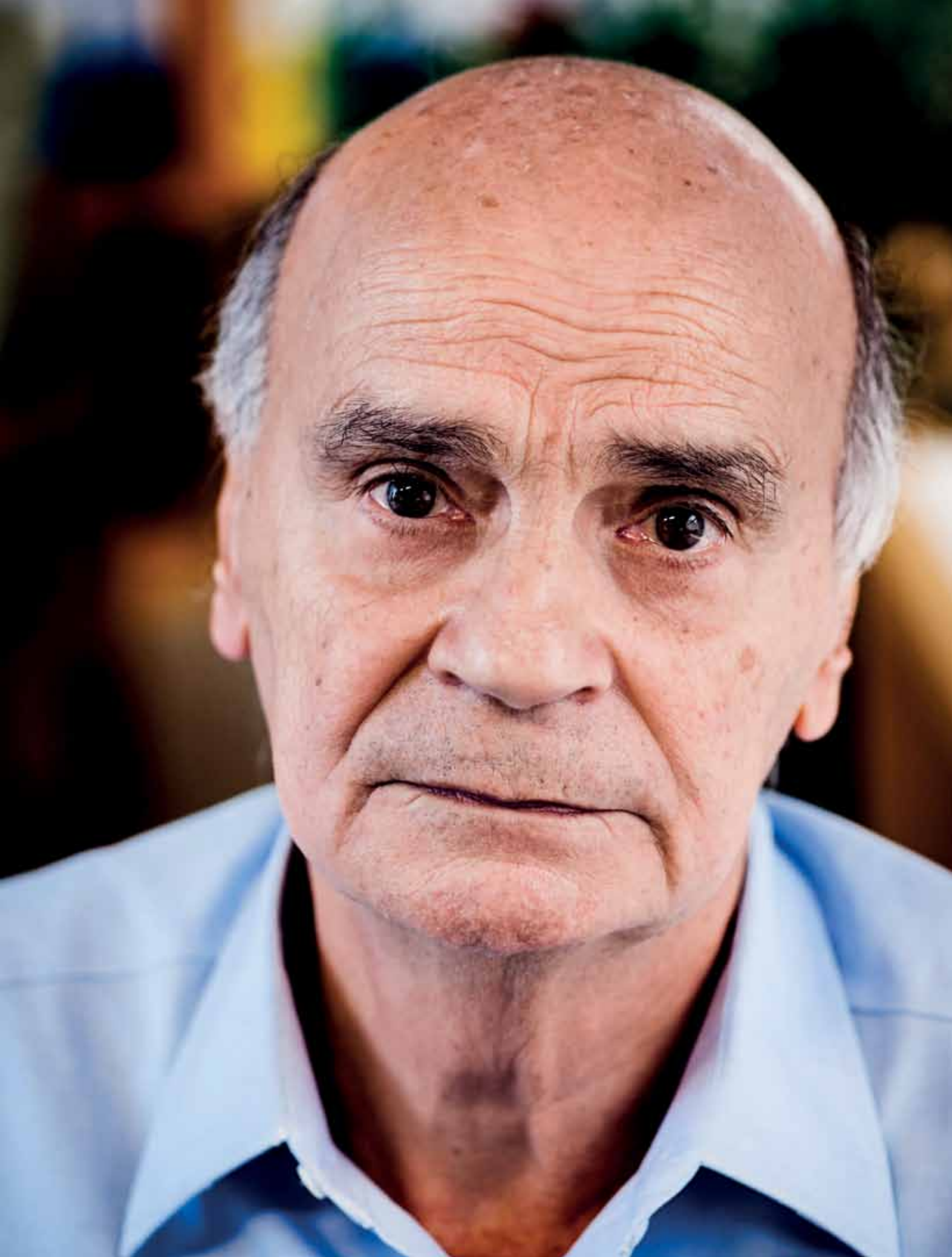
Membro do corpo clínico do Hospital Sírio-Libanês

FORMAÇÃO

Graduação em medicina pela Universidade de São Paulo (1967)

PRODUÇÃO

16 artigos científicos e 16 livros, entre os quais *Estação Carandiru*



“Naquela época, a ignorância era brutal. Isso está acontecendo no Brasil e ninguém vai falar nada?” Nasceu ali uma atividade que o tornaria o médico mais conhecido do país, primeiro por intermédio do rádio, depois da televisão, dos jornais impressos, dos livros e da internet.

Classificada por ele como atividade educativa por meio de veículos de comunicação de massa, o seu trabalho de comunicação abrange uma infinidade de temas e assuntos, que às vezes extrapolam a saúde. A controvérsia não o assusta – aos 76 anos, com a consciência de que a vida é finita, se dá o direito de dizer o que pensa. Em seus textos e manifestações públicas, Drauzio defende o direito ao aborto, a descriminalização das drogas e a ineficácia da política de encarceramento em massa como forma de combate à violência.

Casado com a atriz Regina Braga desde 1981, pai de duas filhas de seu primeiro casamento e avô de duas netas, o oncologista paulistano divide seu tempo entre os pacientes, a comunicação e a escrita, para ele uma fonte de felicidade. Nesta entrevista, conta sobre suas atividades de pesquisa, reclama da pouca importância dada ao Sistema Único de Saúde (SUS) pela população, fala de seu trabalho de comunicação e da forte relação com o mundo carcerário, onde aprendeu a apreciar a cachaça.

Entre todas as suas atividades, certamente a menos conhecida é a relacionada à pesquisa científica. Como foi a realizada com plantas da Amazônia?

No final de semana do massacre do Carandiru, em outubro de 1992, organizamos um curso sobre biotecnologia em Aids e câncer em um hotel em São Paulo. A biotecnologia estava começando, era a área mais quente na biologia. No Brasil não tinha quase nada e queríamos trazer gente do primeiro time para chamar a atenção sobre esse campo. Conversei com um amigo na Cleveland Clinic, Ron Bukowski, sobre como organizar um curso. Ele me disse: “O Brasil está fora do trajeto internacional. Se quer levar gente para aí, precisa oferecer um passeio, um fim de semana na praia...”. Como a Unip [Universidade Paulista] tinha um barco na Amazônia, o Escola da Natureza, uma gaiola amazônica típica, pensei: “E se levasse esse pessoal para lá?”. E ele respondeu: “Daria para levar quem você



Na pesquisa feita com plantas da Amazônia, chegamos a cinco extratos com atividade antineoplásica intensa, que estão sendo estudados

quiser, até o Robert Gallo”. O Gallo, na época, estava merecidamente no topo da pesquisa sobre Aids. Fizemos esse curso, com mais de 20 convidados, inclusive o Gallo, que foi transmitido para 20 auditórios de várias cidades pela Embratel, patrocinado pela Unip, com a qual eu tinha uma ligação informal.

E da viagem nasceu um projeto?

Do barco não se vê uma planta igual a outra na margem. Observando essa biodiversidade, Gallo perguntou: “Do ponto de vista biológico, vocês têm algum estudo de *screening* sendo feito aqui?”. Ele queria saber se extratos de planta eram sistematicamente analisados e testados para doenças. Fiquei com aquilo na cabeça. Como tínhamos a infraestrutura necessária, poderíamos montar um projeto. Fui falar com o [João Carlos] Di Genio, dono do Objetivo e da Unip. Eu tinha contato apenas ocasional, mas ele tem uma característica, percebe as coisas que são interessantes, nem precisa explicar muito. “Como é que você quer

fazer?”, perguntou. Primeiro, precisamos aprender, expliquei. Contatei o Gordon Cragg, chefe do setor de produtos naturais do National Cancer Institute [NCI], que tem o maior projeto de *screening* do mundo para câncer. Fui para lá e ele disse que haviam perdido o interesse pelo Brasil em razão das acusações de biopirataria. Mas ofereceu suporte técnico, podíamos mandar gente que eles preparariam. Teríamos de aprender a fazer a extração e, depois, seria preciso um trabalho de taxonomia rigoroso porque se errar a classificação da planta está tudo perdido. O pesquisador mais respeitado na área de taxonomia de plantas amazônicas, Douglas Daly, trabalhava no New York Botanical Garden. Saí do NCI e fui para Nova York conhecê-lo. Encontrei um norte-americano falando português com sotaque de caboclo amazônico: “Rapaaaaiiz...”. Apaixonado pelo Brasil, mantinha um projeto com a Universidade Federal do Acre. Montamos um herbário, mandamos uma jovem recém-saída da Universidade de São Paulo [USP], Ivana Sufredini, que aprendeu toda a parte técnica da extração. Ela voltou para cá e montou o laboratório, depois retornou ao NCI para testar os extratos em linhagens tumorais que eles cederam para nós.

E como foi essa experiência?

Foi uma epopeia. Para coletar as plantas, precisava de licença do Ibama. Naquela época, era uma tragédia. Entregávamos o projeto, que caía em um buraco negro. Foram anos assim. Coletamos tudo que dava. A Unip tem hoje a maior extratorca da floresta amazônica, são 2.200 extratos. Chegamos a cinco extratos com atividade antineoplásica mais intensa, que estão sendo estudados. É um projeto de pesquisa muito interessante, que contou também com financiamento da FAPESP. Temos produzido e publicado bastante.

Como você escolheu a oncologia?

Eu me formei na USP em 1967. Comecei a residência em saúde pública, mas desanimei, era muito teórico. Queria pôr a mão na massa, trabalhar em posto de saúde. Fui aluno do Luis Rey na parasitologia, uma das maiores autoridades brasileiras em malária. Ele foi posto para fora da universidade em 1964, junto com o Erney Plessmann de Camargo



Barco Escola da Natureza, da Unip, utilizado na coleta de plantas na Amazônia

e o Luiz Hildebrando Pereira da Silva. Eu tinha muita admiração pelos três. Fiz um movimento e escolhemos o Luiz Hildebrando como paraninfo. Como a diretoria da faculdade se negou a participar da formatura, ela foi extraoficial. O Rey voltou para o Brasil em 1969 e foi contratado pela Faculdade de Saúde Pública, só que ele tinha que ter o curso de saúde pública, então era meu colega. Pensei: “Um cara reconhecido mundialmente está aqui sentado fazendo esse curso. Não quero esse futuro para mim”. A Secretaria de Saúde tinha organizado a carreira de sanitarista, mas o salário era o valor do meu aluguel – eu já era casado. Era época da ditadura, dava aula no cursinho à noite, saía e encontrava o pessoal do *Jornal da Tarde* e ficava conversando até de madrugada. Um dia encontrei o Vicente Amato Neto, infectologista homenageado pela minha turma. Contei que estava perdido e ele sugeriu que eu fizesse MI [moléstias infecciosas] por ter ligação com saúde pública. Me convidou para fazer um estágio no Hospital do Servidor Público. Comecei a me interessar, por sugestão dele, pelos aspectos imunológicos das doenças infecciosas. A imunologia moderna estava tendo grandes avanços no início dos anos 1970. O Alois Bianchi, o maior pediatra que já tivemos, me convidou para dar uma aula de imunologia no Hospital do Câncer. Fui e acabei ficando.

Com o que começou a trabalhar lá?

Naquela época começou uma experiência com o uso do BCG [a vacina de tuberculose] no tratamento do melanoma maligno. Quando dei essa aula, o pessoal da clínica médica veio pedir ajuda. Era uma coisa nova, ninguém sabia nada sobre imunologia do câncer. Como já vinha lendo sobre isso, disse que se tivesse caso de melanoma eu gostaria de ver. Comecei a ir uma manhã por semana, recebia uns casos de melanoma. Um desses, era o de um senhor que tinha tido melanoma no braço e começou a ter nódulos que se espalharam. Propus tentar tratar com BCG oral e ver o que acontecia. As lesões começaram a ficar avermelhadas. Fotografei e tirei uma delas. Passado mais um tempo, começaram a ficar muito vermelhas e a regredir. Alguns meses depois, desapareceram completamente e deixaram um halo branco no local, que caracteriza a rejeição do melanoma. Fiquei fascinado. Depois tivemos outros casos e publicamos na revista *Cancer* em 1981, foi o primeiro trabalho brasileiro na revista. Apresentei duas vezes esses resultados no Memorial Sloan Kettering Cancer Center, de Nova York, que era a meca da oncologia mundial. Foi uma das primeiras demonstrações científicas, de casos bem estudados, com imagens, de que era possível fazer um estímulo imunológico e provocar rejeição tumoral a distância. Foi assim que me tornei oncologista.

Como foi da oncologia para a Aids?

No final de 1981, esteve no Brasil o Joe Burchenal, chefe da oncologia do Memorial. Em um almoço, ele comentou que haviam aparecido em Nova York uns casos de pneumonia por *Pneumocystis carinii* em jovens, aparentemente não imunodeprimidos. Ao mesmo tempo, surgiram em São Francisco casos de sarcoma de Kaposi em jovens, por coincidência, homossexuais, como os de Nova York. Fui atrás do Morbidity and Mortality Report dos CDCs [Centers for Disease Control and Prevention, nos Estados Unidos], li a descrição dos casos e fiquei muito interessado. Tínhamos uma doença causada por um agente infeccioso, provavelmente vírus, que provocava deficiência imunológica, doenças infecciosas oportunistas, câncer – sarcoma de Kaposi disseminado – em jovens homossexuais. Fui para o Memorial em 1983 e fiquei três meses. Havia uma pesquisadora lá, Susan Krown, que trabalhava com interferon em Kaposi. Fiquei chocado porque os pacientes eram todos jovens, a maioria intelectualizada, escritores, jornalistas, pintores. Comecei a estudar feito um louco. Quando voltei para o Brasil, era o único oncologista que tinha experiência com Kaposi disseminado. Comecei a tratar os primeiros casos. Os infectologistas tinham pouca experiência. Tratei gente de todo o Brasil, no Hospital do Câncer. Fui envolvido pela epidemia da Aids.

Foi nessa época que começou seu trabalho de comunicação sobre saúde?

Naquela época, a ignorância era brutal. Chamavam de peste gay, o que queria dizer que mulher não corria risco nenhum nem homem heterossexual, ou quem injetava droga na veia. Em Nova York percebi que ia acontecer uma tragédia no Brasil.

O que fez?

Eu era muito amigo do Fernando Vieira de Mello [1929-2001], diretor da rádio Jovem Pan, um jornalista maravilhoso. Ele disse: “Você tem que dar uma entrevista na rádio, não adianta falar para mim”. Resisti bastante. Naquela época, médico que falava em meio de comunicação de massa ficava malvisto. Dei a entrevista, longa, e ele dividiu em pedaços e foi inserindo na programação. Reclamei: “Você não pode fazer uma coisa



Drauzio entrevista moradoras do Acre sobre malária para o programa *Fantástico*, em 2018

“Primeiro, temos que demonstrar o que acontece aqui, quantas pessoas estão infectadas aqui dentro”. A partir desse número, definir o que vai ser feito.

Como começou?

Propus fazer uma pesquisa com o pessoal que recebia visitas íntimas. Era uma amostra significativa, 1.500 pessoas inscritas no programa. Consegui uma doação dos kits para os testes e o trabalho de coleta podia ser feito pelos presos usuários, os “baqueiros”, que sabem pegar veia melhor que qualquer um. Conversei com o diretor e ele me trouxe uns cinco presos. Perguntei e eles tinham experiência. “A gente pega veia com agulha torta, com esse material do senhor é até covardia”, um deles respondeu. Colhemos sangue de 1.492 pessoas. Testamos, e 17,3% estavam infectadas. Das travestis presas na Casa havia mais de seis anos, 100% estavam infectadas. Comecei a usar esses dados para falar com as autoridades. O mínimo que tínhamos de fazer era distribuir camisinha para as visitas íntimas e orientar as mulheres, encaminhar para os postos de saúde. Ninguém queria saber.

Mas você insistiu...

A cadeia é o lugar certo para divulgar esse tipo de informação. Onde se reúnem 7 mil bandidos? Passam um tempo na cadeia, voltam para a rua, se espalham pela cidade inteira e depois voltam de novo para a cadeia. A informação transmitida lá pode ser disseminada pela cidade para um grupo inatingível fora da cadeia. Propus ao diretor fazermos palestras sobre Aids. A Unip dava o telão e o microfone. Fiz duas ou três e percebi que não ia dar certo. Eu queria fazer um trabalho sistemático, a cadeia inteira. Aí apareceu o carcereiro Valdemar Gonçalves e organizou: cada sessão seria assistida por um andar de um pavilhão. Às 8h, abriam primeiro essas celas, os presos desciam e iam todos assistir. Isso antes de abrir outros andares, senão misturava. Fizemos uma reunião com os presos que eram os chefes de faxina dos pavilhões. Na época não tinha PCC [Primeiro Comando da Capital], os chefes da faxina eram quem comandavam a cadeia. Eles estavam vendendo as pessoas a morrer; a epidemia para eles não era uma teoria. Explicamos que queríamos passar informações, mas não poderia acontecer nenhum incidente. Se

dessas, vou ficar muito mal com meus colegas, sou um médico pretensamente sério”. Ele respondeu: “Você quer estar bem com seus colegas ou transmitir informação para a população?”. Fiquei balançado. Voltei lá depois de alguns dias e perguntei o que tinha que fazer. Ele explicou que as mensagens transmitidas pelo rádio têm que ser curtas, não devem passar de 2 minutos. Tem que se apresentar. E dirigir a mensagem para o grupo com quem vai falar, não adianta falar para todo mundo. “Aqui é o doutor Drauzio Varella falando com você que é jovem e homossexual; para você que injeta droga na veia.” Para cada um é uma linguagem diferente.

E os colegas?

Ninguém nunca me falou nada. Tive certeza de que esse tipo de comunicação era importante. Eu via na rua as pessoas comentando, falando comigo, gente simples. Pensei: “É isso que quero fazer”. Se alguém achar que estou querendo aparecer, é problema dele, não meu. Até hoje ouço pessoas dizendo que nasci para esse trabalho – não é verdade. É treinamento. Dei aula em cursinho quase 20 anos. Comecei no primeiro ano da faculdade. Meu pai tinha quatro filhos, dois empregos, eu não conseguiria fazer a faculdade sem trabalhar. O Objetivo, que ajudei a fundar e dei o nome, chegou a ter 25 turmas de 400 alunos. Dávamos a mesma

aula 25 vezes por semana. Adolescente não para quieto nem no cinema, tem que manter a atenção. Foi um longo processo. Não é talento, é treino.

A partir da Aids, como foi parar no Carandiru?

Por causa do rádio, me procuraram para fazer um vídeo sobre Aids. Fizemos com uma produtora profissional, que filmou na avenida Indianópolis, em São Paulo, ponto de travestis, na zona do metrô e na prisão. No Brasil temos as visitas íntimas, e não se tomava nenhuma precaução para ajudar aquelas mulheres, informá-las. Gravamos na penitenciária do estado e passei o dia lá. Na enfermaria tinha gente morrendo, com caquexia, uma tragédia. Fiquei muito impressionado com a experiência. Desde criança gosto de filme de cadeia. Tem gente atraída por esse ambiente, conheci outras pessoas assim. Passei os dias seguintes pensando na cadeia, minha mulher disse que nunca tinha me visto tão quieto. Depois de algumas semanas, procurei o chefe do departamento médico do sistema penitenciário de São Paulo, Manoel Schechtman, oferecendo um trabalho voluntário. Ele disse que o problema maior estava na Casa de Detenção de São Paulo, o Carandiru, com mais de 7 mil pessoas, ninguém queria trabalhar lá. Fui conversar com o diretor, Ismael Pedrosa [1935-2005]. Pensei o seguinte:

um morresse, acabaria o nosso trabalho. Eles disseram: “Pode ficar sossegado, não vai acontecer nada”. Outro problema era tirar os presos da cama às 7h50. Vagabundo não acorda cedo de jeito nenhum. E aí veio a ideia do Valdemar, de passar um filme pornográfico. Terminada a palestra, a gente saía da sala, “para não perder o respeito”, e passavam o filme. Era um pacote: entrou, fecha a porta, e fica até o fim. Funcionou maravilhosamente bem. Foram uns 10 anos fazendo essas palestras.

E daí passou para o trabalho de atendimento médico?

Quando terminava a palestra, o pessoal me parava no corredor. “Ô, doutor, olha como eu estou...” Formavam fila, parecia um pátio dos milagres. Passei a atender um dia por semana. Durou até 2002, quando a cadeia foi inativada.

Sua relação com o presídio ainda é forte?

A Detenção era uma cadeia inesquecível. Não sou só eu: os carcereiros, com os quais me reúno até hoje, concordam. Eu tinha um gosto particular de andar por ela sozinho, entrar nas celas. De ser respeitado naquele ambiente pelo exercício da minha profissão. Não era por valor pessoal. O convívio era permanente, direto. Os carcereiros ficavam por ali, subiam, entravam nas celas. Sempre existiram facções e a função deles era não deixar que se unissem. Um carcereiro me disse, certa vez: “O negócio deles é tomar o poder na cadeia; o nosso é o de jogar areia”. Começava a juntar muito, tiravam um, transferiam outro, e com isso eles conseguiam administrar. O Pavilhão 8 tinha 1.200 reincidentes. E cinco ou seis funcionários cuidando. Eles têm um conhecimento da natureza humana que é muito impressionante. Depois do massacre, em 1992, mudou a relação. Quando acontece algo assim, estava na cara que não iria acontecer de novo. Ninguém iria mandar, dali a uma semana, a PM invadir outra vez. Os presos começaram a crescer, a tomar conta. O estado foi obrigado a recuar, a afrouxar, e o poder não ficou vazio. Imediatamente, foi ocupado, as facções passaram a controlar. Foi o início do PCC.

Ainda sobre a Aids, qual o papel dos meios de comunicação, hoje?

Teria de se dirigir especificamente às



O Sistema Único de Saúde, o SUS, foi a maior revolução da história da saúde brasileira. Não há nada comparável

populações de risco. Não pode ter, a essa altura, preconceito contra homossexuais, transgêneros... Há uma repressão embutida na discussão, de não falar claramente, de ofender as famílias. Morrem 11 mil pessoas por ano no Brasil em consequência da Aids e vamos ficar preocupados com preconceito?

É algo parecido com a do aborto.

É a mesma coisa. Certa vez participei de um encontro com o professor Mario Sérgio Cortella e com um rabino jovem do Rio, o Nilton Bonder. Na vez do rabino, perguntaram: “Como o senhor vê a questão do aborto?”. Ele disse: “No judaísmo a vida começa quando a criança nasce”. Pronto. Há quem ache que a vida começa quando o espermatozoide entra no óvulo. Pode-se pensar também que a vida humana é caracterizada pelo funcionamento do sistema nervoso central. O que não se pode fazer é impor um mesmo modo de pensar. Mulheres perdem a vida por não fazer aborto seguro.

O que é mais difícil resolver na saúde pública brasileira?

A organização. Temos as unidades básicas de saúde [UBS] e um programa de saúde pública citado como um dos 10 melhores do mundo, que é o Estratégia Saúde da Família. Há o agente comunitário de saúde, que mora na localidade, ganha um salário e é responsável pelas famílias sob sua jurisdição. Há também uma auxiliar de enfermagem, uma enfermeira e um médico. Hoje cobre um pouco mais de 60% da população brasileira, mas deveria cobrir 100%. Quando o morador da região tem um problema, a equipe resolve na maioria das vezes. É um pouco como minha experiência em cadeias. Lá não tem laboratório nem máquina de raios X. Mesmo assim, resolvo cerca de 90% dos casos sozinho.

Tudo isso?

Sim, com a cesta básica de medicamentos disponível. Normalmente, os problemas são simples. Quantas vezes ficamos gravemente doentes? Uma ou duas vezes na vida, em pessoas relativamente normais. A grande maioria das vezes resolve-se na atenção primária. Sabemos hoje que um hospital com menos de 100 leitos é inviável, do ponto de vista técnico e econômico. Mas os hospitais de 50 leitos são a maioria no Brasil. Construir é fácil. Depois tem de equipar e contratar os médicos. Esse hospital vai custar muito caro para uma capacidade de atendimento pequena. É inviável.

Qual a solução?

Transformar os hospitais pequenos em centros ambulatoriais. Se há 12 cidades mais ou menos próximas, a maior delas é a que deve ter um hospital com 100 leitos ou mais, com o qual todas as prefeituras devem colaborar, juntamente com o estado. Os que precisam mesmo do hospital iriam para lá. Em linhas gerais, temos uma estrutura de saúde no Brasil já armada. O que é preciso? Além de organização, mais dinheiro, porque o total investido é pequeno diante do que é necessário.

Como organizar a saúde?

O Brasil não tem política pública de saúde. Nos últimos 10 anos, tivemos 12 ministros da Saúde. Isso ocorre porque o cargo é moeda de troca com os partidos. Nos governos estaduais e municipais é a

mesma coisa. Como organizar e estabelecer uma política de saúde nessas condições? No ministério e nas secretarias estaduais e municipais há gente muito competente. Quando cai o ministro da Saúde na Alemanha, ele leva consigo sete ou oito auxiliares, que subiram e caíram com ele. O papel do ministro é estabelecer políticas para direcionar a saúde pública. No Brasil, o ministro leva um bando de gente para cargos de confiança, troca todos os diretores de autarquia e dos hospitais. Aqui, não conseguimos nem mesmo mostrar para a sociedade qual a importância e a relevância do SUS.

E qual é?

Não há nenhum outro país no mundo com mais de 100 milhões de habitantes que tenha ousado oferecer saúde pública gratuita para todos. Nenhum. Somos o único. As pessoas não sabem disso. Quando se fala do SUS, costuma-se dizer: “É uma vergonha, macas no corredor, crianças sendo atendidas em cadeiras na recepção”. Isso acontece porque a assistência primária não funciona. É só ver uma fila de pronto-socorro. Se um médico examinar todas as pessoas, dará alta para 80% ou 90%. Elas vão para lá porque não conseguem atendimento na UBS. No PS do hospital, o doente sabe que será atendido, de um jeito ou de outro.

A maioria dessas pessoas é atendida pelo SUS.

O SUS foi a maior revolução da história da saúde brasileira. Não há nada comparável. Fui residente no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP. Na época havia o INPS [Instituto Nacional da Previdência Social]. Trabalhador com carteira assinada tinha direito ao INPS. Quem não tinha esse direito era classificado como indigente. Não era algo teórico: vinha escrito no prontuário. Os trabalhadores por conta própria, todo o pessoal do campo, ficavam na dependência da caridade da sociedade, como a Santa Casa de Misericórdia. Em 1988, colocaram na Constituição: “A saúde é direito de todos e dever do Estado”. Embora eu não goste muito desse slogan.

Por quê?

Primeiro, não diz de onde vem o dinheiro. Segundo, infantiliza a pessoa. Cuidar da própria saúde é um dever do



Gosto muito de fazer trabalhos pela internet, com textos e vídeos, porque atingem um público inatingível de outro modo

cidadão, em primeiro lugar. É preciso atribuir essa responsabilidade. Quando adoce e não tem condições de se tratar, o paciente pode ser atendido pelo Estado. No Brasil, todos têm esse direito. O sistema é híbrido porque temos também uma saúde suplementar, paga. Esse sistema atende mais ou menos 47 milhões de pessoas. O resto, cerca de 160 milhões de pessoas, depende do SUS. O investimento do sistema privado e do público é quase da mesma ordem. A diferença é que um atende 47 milhões e outro 160 milhões. Mesmo tendo plano de saúde privado posso ser atendido pelo sistema público. No Chile, por exemplo, opta-se por um ou por outro. O SUS é o maior programa de distribuição de renda da história do Brasil. O bolsa família é um projeto tímido se comparado ao SUS. O cidadão pode estar embaixo da ponte e, se precisar de um transplante de fígado, vai fazer no HC gratuitamente. Quanto ele gastaria em um hospital privado? É um sistema de redução de desigualdade social. Ninguém vê esse outro lado do SUS.

Como funciona seu trabalho de escrita? Como se prepara?

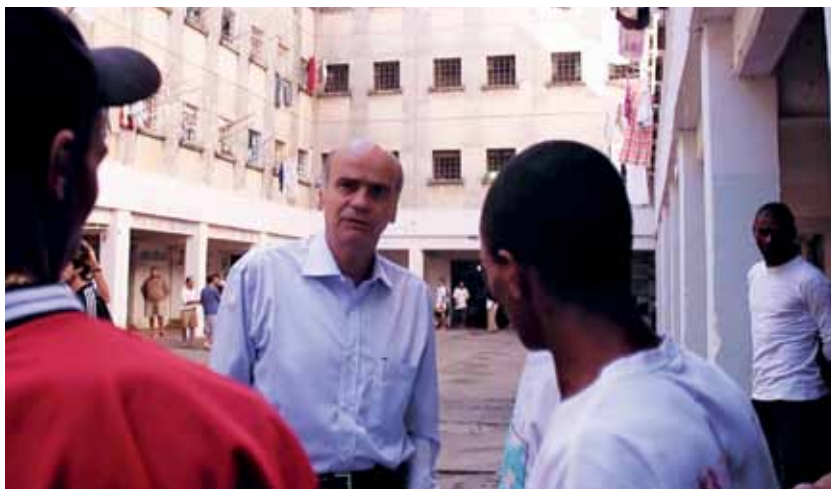
Leio o tempo todo. Hoje ficou muito mais fácil, recebemos informação por todos os lados. Fui me envolvendo com a escrita. Escrevi *Estação Carandiru*, publicado em 1999. O livro, quando saiu, ficou quatro anos em primeiro lugar na lista dos mais vendidos e vendeu até hoje mais de 500 mil exemplares. Acho que teve o mérito de trazer pela primeira vez a realidade de um presídio emblemático, como era a Detenção, para fora da cadeia por uma pessoa que não estava envolvida naquele universo. Descobri aí a paixão de escrever. O jornalismo também é um exercício muito interessante. Tem que escrever naquele espaço, com prazo de entrega, não pode ter frescura. E com começo, meio e fim. Diferente de um livro, onde se divaga, muitas vezes se perde na escrita. Jornalismo te dá um objetivo, e eu comecei a gostar de fazer isso.

A escrita tem efeito terapêutico para você?

Pense o seguinte: sento de frente para uma parede, com um computador, e fico escrevendo. Tenho uma ideia, fico ali pondo as palavras, de repente – em alguns momentos acontece isso – eu acho uma ligação, que deixa o texto bom e fico feliz. Eu obtive essa felicidade sozinho, olhando para uma parede branca. Não existe essa felicidade no mundo que nos cerca. Com um computadorzinho na mão, dá para chegar nesse estágio. Depois que se experimenta esse grau de felicidade, não para mais de escrever.

Então escrever não é um processo sofrido?

Para mim nunca foi. Em um sábado de manhã, vou ao hospital, vejo os doentes, corro para a casa e fico escrevendo. É um prazer enorme. Antes do almoço tomo uma cachaça para “potencializar” o trabalho... Isso eu aprendi com o pessoal da Detenção. Antes da cachaça eu tomava cerveja. Até que um deles falou: “Doutor, o senhor tem de beber cachaça porque, se ficar bêbado, vão dizer que é cachaceiro. Se gastar dinheiro tomando champanhe, vão dizer que é cachaceiro. Cerveja, quando está calor, toma uma garrafa, toma outra, quando vê, bebeu demais. Cachaça você sabe com quem está lidando”. É verdade, é mais fácil de controlar.



No Carandiru, em 2001, com o grupo de rap Comunidade Carcerária (*no alto*) e durante encontro com amigos carcereiros em 2018 (*acima*)

Com cachaça ou sem virou escritor...

Fiz essa carreira. Tenho essas duas colunas, na *Folha de S.Paulo* e na *Carta-Capital*. Para a internet, uso o texto que escrevo para a *Folha* e resumo em dois minutos no YouTube, onde tenho um canal. Às vezes, até em menos tempo. Quando vejo, 350 mil pessoas já assistiram. Tenho vídeo com quase 2 milhões de visualizações. É outra realidade.

E surgem muitos comentários...

Tem de tudo. Há assuntos tabus, como falar de aborto. É uma questão de saúde

pública e não religiosa. Quando falo, as reações são terríveis. Tenho 76 anos, começo a enxergar com o horizonte mais curto. Não posso ficar preocupado com quem xinga. Temos de expor ideias que têm relevância social. Todas as vezes em que os ignorantes tomam o poder, nas ditaduras, por exemplo, o que eles fazem? O subtexto é, sempre, “abaixo a cultura”. Nessas horas, o importante é manter o diálogo aberto, a multiplicidade de ideias. Não se pode estabelecer autocensura.

Isso vale também para os temas tabus?

Sou ateu. Os religiosos pensam e agem como se tivessem o monopólio da generosidade humana. Sabemos que há generosidade em chimpanzés e gorilas – que não rezam. Qual o princípio básico de toda religião? A crença, tem de crer. E qual o princípio básico da ciência? Não se pode crer em nada que não tenha experimentos e resultados que possam ser

reproduzidos. Só a partir daí podemos tirar conclusões. A ciência não é a única forma de ver o mundo. Há outras formas. Mas não vejo como conciliar essas cosmovisões porque são antagônicas.

Você tem uma equipe que escreve para o site e grava vídeos?

Há um grupo que começou comigo fazendo gravações e criou uma agência própria, a Uzumaki, que agora presta serviços ao site. Essas linguagens mudam muito rapidamente, temos de tentar acompanhar. Gosto muito de fazer esses trabalhos pela internet porque atingem um público inatingível de outro modo. Outro dia estava com minha mulher em um cinema e havia umas crianças por ali. De repente, uma menina colocou o celular na minha cara com uma fotografia: “Você é esse aqui?”. Sou, respondi. “A gente pode tirar uma fotografia com você?” São crianças, entre 12 e 13 anos, com quem eu consigo falar pela internet, mas não pela televisão.

Você está trabalhando em algum livro?

Estou, mas ainda muito no começo. É basicamente sobre memórias, mas o formato não está bem definido. Resisti por bastante tempo. Ocorre o seguinte: vamos fazendo as coisas pela vida e têm algumas que dão certo e as que não dão. Muitas dependeram de mim mesmo, do meu trabalho, de decisões acertadas que tomei. Outras não, dependeram de oportunidades.

Seu medo é tornar o acaso um mérito seu...

Exato. E, quando você aparece na televisão, fica famoso. A televisão é cheia de gente tola porque o cara fica achando que aquele reconhecimento todo é mérito pessoal dele. Não percebe que se fosse outro ali ocorreria a mesma coisa. É muito medíocre chegar na maturidade plena e ficar se olhando no espelho. Há outras coisas mais interessantes.

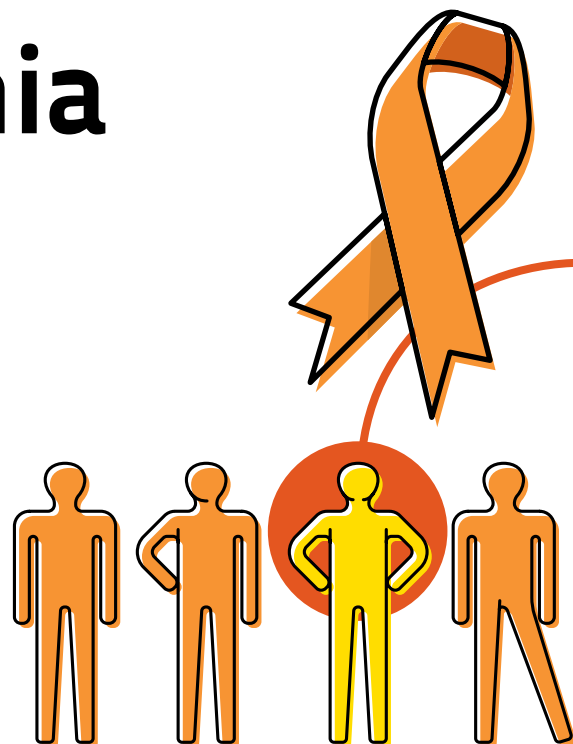
Tem algo que gostaria de ter feito e não fez ainda?

Quando peguei febre amarela eu tinha 61 anos. Houve um momento, tecnicamente, ao ver os exames, que achei que iria morrer. Pensei: “O que faltou fazer?”. Bem, havia muitas coisas para fazer. Agora, nesta fase da vida, fiz tudo o que precisava e o queria, mas é claro que posso fazer mais. ■

O fim da epidemia de Aids?

Governo dos Estados Unidos quer reduzir em 90% os novos casos da doença até 2030, mas enfrenta o desafio de alcançar grupos vulneráveis

Fabrcio Marques



O presidente norte-americano, Donald Trump, anunciou em fevereiro um plano para acabar, até 2030, com a epidemia provocada pelo HIV nos Estados Unidos. “Temos uma oportunidade inédita nesta geração de eliminar novas infecções na América”, afirmou, no discurso anual sobre o Estado da União. A meta é reduzir em 75% o número de infecções em cinco anos, e em 90% em 10 anos, evitando o contágio de 250 mil pessoas no período e transformando a síndrome da imunodeficiência adquirida em uma doença de incidência restrita e eventual. Para tentar alcançar esse objetivo, haverá ações em várias frentes simultaneamente.

A principal, que já vinha sendo adotada, consiste em multiplicar a oferta de testes de diagnóstico e de medicamentos antirretrovirais. O objetivo é garantir que o 1,1 milhão de pessoas que vivem com HIV naquele país não apenas evitem as manifestações da doença que destrói as defesas imunológicas, como também suprimam a carga de vírus na circulação sanguínea a ponto de parar de transmiti-lo, mantendo-se em tratamento para o resto da vida – ou até que se descubra a cura. Outro foco é evitar que cerca de 1 milhão de pessoas em situação de risco adquiram a moléstia, utilizando a chamada profila-

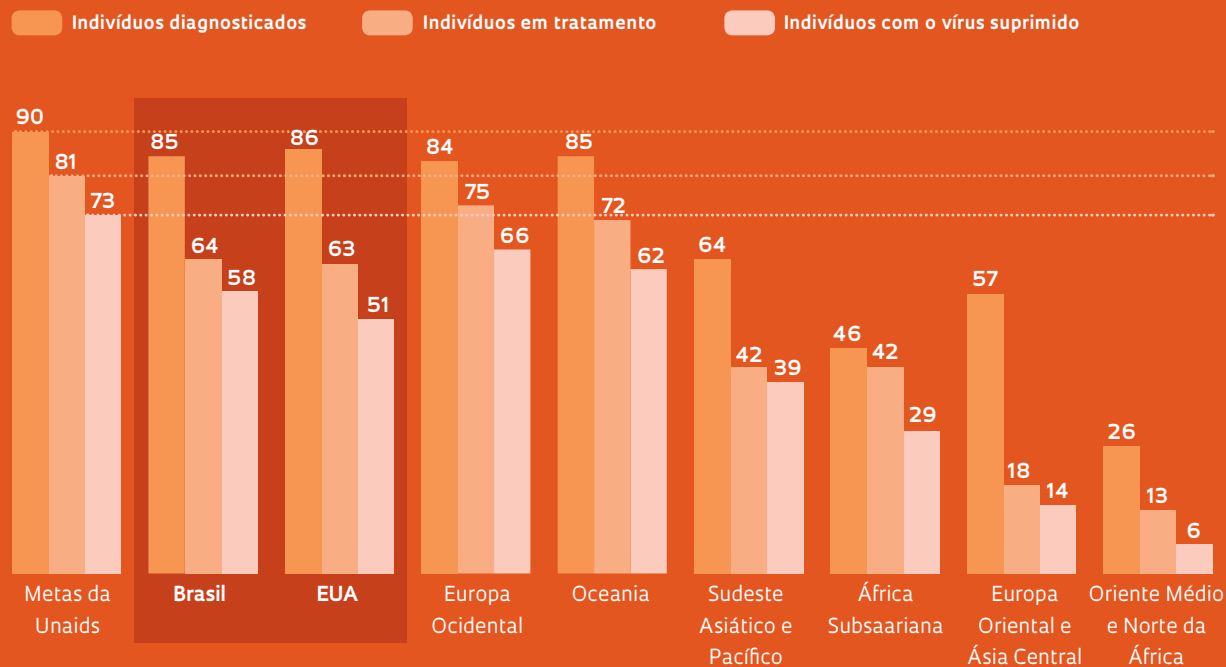
xia pré-exposição (PrEP), um comprimido capaz de reduzir o risco de contágio em 97% dos usuários. A grande novidade é a intenção de concentrar esforços em 48 condados onde, constatou-se, ocorrem mais da metade dos casos de Aids do país, intensificando as estratégias de prevenção, diagnóstico, tratamento e monitoramento. Boa parte desses *hotspots* fica em áreas urbanas e regiões pobres, com destaque para estados como Flórida, Califórnia, Texas e Geórgia.

A julgar pelos progressos obtidos nos últimos anos, a meta proposta por Trump parece possível de ser alcançada. As estatísticas gerais mostram que a epidemia de Aids perdeu ímpeto. De acordo com dados da Kaiser Family Foundation, organização norte-americana dedicada a estudos sobre saúde pública, 940 mil pessoas morreram no mundo em 2017 de causas relacionadas à Aids. Esse contingente equivale à metade do 1,9 milhão de mortos em 2004. Nos Estados Unidos, a Aids tem uma prevalência baixa na população geral, com concentração de casos em grupos como homens que fazem sexo com homens, travestis e profissionais do sexo. A doença atinge 0,3% da população do país, índice semelhante ao registrado no Brasil, de 0,4%.

Uma limitação que o plano vai enfrentar se relaciona à heterogeneidade nos serviços de saúde nos Estados Unidos. “Ao contrário do modelo brasileiro,

Um modelo para vencer a síndrome

Em 2012, a UnaidS propôs uma estratégia em forma de cascata para vencer a epidemia: diagnosticar pelo menos 90% dos portadores do HIV, tratar 90% dos diagnosticados e suprimir a carga viral de 90% de pacientes tratados. Abaixo, o desempenho de algumas regiões segundo os dados mais recentes



FONTES: JACOB LEVI, IMPERIAL COLLEGE LONDON MEDICAL SCHOOL/ UNAIDS/ MINISTÉRIO DA SAÚDE

não existe lá um sistema universalizado e os cuidados acabam variando de um lugar para outro”, explica a médica Maria Ines Battistella Nemes, professora da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP). “No estado de Nova York, por exemplo, os serviços ambulatoriais produzem, a partir de prontuários e registros eletrônicos, relatórios diários que mostram quem ainda não está com a carga viral zerada. E investigam prontamente quando o paciente não aparece nos atendimentos programados. Mas essa é a realidade do Estado de Nova York, onde o tratamento é largamente subsidiado. Muitos outros estados do país têm contextos bem diferentes, com dificuldades até para o acesso aos medicamentos”, afirma.

Em 2018, Nemes passou uma temporada de seis meses no Departamento de Saúde do Estado de Nova York estudando os cuidados a pacientes para subsidiar seu trabalho à frente do projeto QualiAids, uma ferramenta de avaliação dos serviços ambulatoriais do Sistema Único de Saúde (SUS) que trata pessoas com HIV no Brasil. O QualiAids teve quatro edições e fornece 84 indicadores sobre os serviços. “Os ambulatórios respondem a uma série de perguntas sobre tempo de atendimento, recursos tecnológicos e financeiros disponíveis, oferta de

cuidados e de medicamentos. Cada questão dá origem a um indicador”, diz. O inquérito classifica os serviços em quatro diferentes níveis e ajuda equipes e secretarias da Saúde a aperfeiçoar seu trabalho.

Se o plano norte-americano tem clareza sobre métodos e objetivos, há dúvidas acerca de sua capacidade de transformar comportamentos. Embora em queda na população geral, a Aids nos Estados Unidos voltou a crescer entre homens jovens. E mesmo localidades onde houve redução de casos têm dificuldades de eliminar a doença. São Francisco, na Califórnia, que contabilizava 2 mil casos por ano na década de 1990, hoje registra 200 casos anuais. “Chegamos a um piso. Todos os jovens gays brancos estão tomando PrEP, mas há indivíduos que não conseguimos alcançar”, disse ao jornal *The New York Times* Jeff Sheehy, ativista da mobilização contra o HIV na cidade. “A Aids tem associação com grupos pobres e vulneráveis e é difícil isolar a doença dos outros problemas que essas pessoas enfrentam.”

O Brasil tem o mesmo problema. “O fato de haver tecnologia para acabar com a epidemia não significa que conseguiremos chegar lá”, diz Maria Amélia Veras, professora da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, que estuda e acompanha grupos especialmente atingidos, como travestis,

mulheres transexuais e homens que fazem sexo com homens. Segundo ela, em especial o grupo de travestis e mulheres transexuais vive em condições de alta vulnerabilidade. “Quem enfrenta dificuldades de moradia, inserção profissional ou baixa escolaridade nem sempre é acessado ou consegue dar prioridade à prevenção ou ao tratamento”, diz.

Veras foi responsável por um estudo que identificou uma prevalência de 15,4% de contaminação pelo HIV entre homossexuais e travestis que frequentam bares e boates no centro de São Paulo (ver Pesquisa FAPESP nº 230). Atualmente, investiga como melhorar a situação de saúde de travestis e mulheres transexuais vivendo com HIV. O projeto é uma parceria com duas pesquisadoras da Universidade da Califórnia, em São Francisco, e recebe financiamento dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH), dos Estados Unidos. Com previsão para terminar em 2020, o trabalho monitora grupos com e sem o HIV para, entre outros aspectos, compreender as barreiras que podem comprometer a adesão ao tratamento. Na sua avaliação, é fundamental criar novas formas de acolher os grupos vulneráveis, a fim de engajá-los em esquemas de prevenção e tratamento. “Infelizmente, vemos hoje um crescimento do preconceito contra homossexuais, transexuais e travestis”, afirma.

Os canais tradicionais para atingir as populações de risco são insuficientes. “Nos comunicamos mal”, diz Veras, lembrando que a vida sexual, principalmente dos jovens, passou a ser mediada por expedientes como aplicativos de busca de parceiros, e eles não são alcançados por campanhas de prevenção no formato mais tradicional, como as veiculadas pela televisão. Entre exemplos bem-sucedidos, ela destaca a atuação da clínica pública de saúde sexual Dean Street, em Londres, que, em um ambiente alegre e descolado, oferece a quem a procura testes gratuitos e tratamento imediato para HIV e outras infecções sexualmente transmissíveis. “Eles conseguem atrair os jovens, que preenchem um questionário, são classificados em relação ao risco, fazem o teste e, mesmo se o resultado for negativo, ganham um cartão eletrônico para serem acompanhados a partir dali”, afirma.

A epidemia surgiu no início dos anos 1980 e, em seus primeiros tempos, tornou-se um flagelo para grupos como homossexuais masculinos, usuários de drogas injetáveis e hemofílicos infectados por transfusão de sangue (ver entrevista na página 26). Quem viveu aquela época via a síndrome como uma sentença de morte, pois não havia tratamento eficiente. Nos anos 1990, surgiram medicamentos capazes de reduzir a presença do vírus e a Aids, embora incurável, transformou-se em algo como uma moléstia crônica, com sobrevida crescente. As políticas de combate à síndrome atingiram um ponto de inflexão por volta de 2010, diante das evidências de que os portadores do HIV tratados com o arsenal terapêutico disponí-

As metas dos Estados Unidos contra a Aids

Resultados almejados e obtidos em alguns indicadores-chave para deter a epidemia (o ano se refere à medição do desempenho)



✓ No grupo dos homens jovens que fazem sexo com homens, reduzir % dos que assumem comportamento de risco (2017)



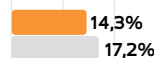
✓ Reduzir % de pessoas com HIV que fazem sexo de risco (2017)



✓ Aumentar o número de pessoas que tomam profilaxia pré-exposição (PrEP) (2016)



✓ Reduzir taxas de morte (2015)



! Reduzir nº de novas infecções do HIV (2016)



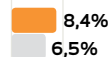
! Ampliar % de portadores diagnosticados (2016)



! Ampliar a taxa de retenção de pacientes em tratamento (2015)



✗ Reduzir % de pacientes que não têm onde morar (2016)



✗ Reduzir % de pacientes que sofrem com o estigma do HIV (2016)



✗ Reduzir % de usuários de drogas sem HIV que utilizam seringas não esterilizadas (2015)



FONTES: HIV PREVENTION PROGRESS REPORT, 2019/ CDC

vel conseguiram manter uma carga viral indetectável e deixavam de transmitir a doença. “A constatação de que quem tinha o vírus indetectável parava de transmitir transformou a forma de enfrentar a doença”, diz Nemes, da FM-USP. Até então, a abordagem concentrava-se em tratar indivíduos com sintomas e disseminar métodos de prevenção. O modelo adotado no governo George W. Bush (2001-2009) era conhecido como ABC, A de abstinência, B de fidelidade (*Be faithful*) e, em último caso, C de preservativo (*condom*).

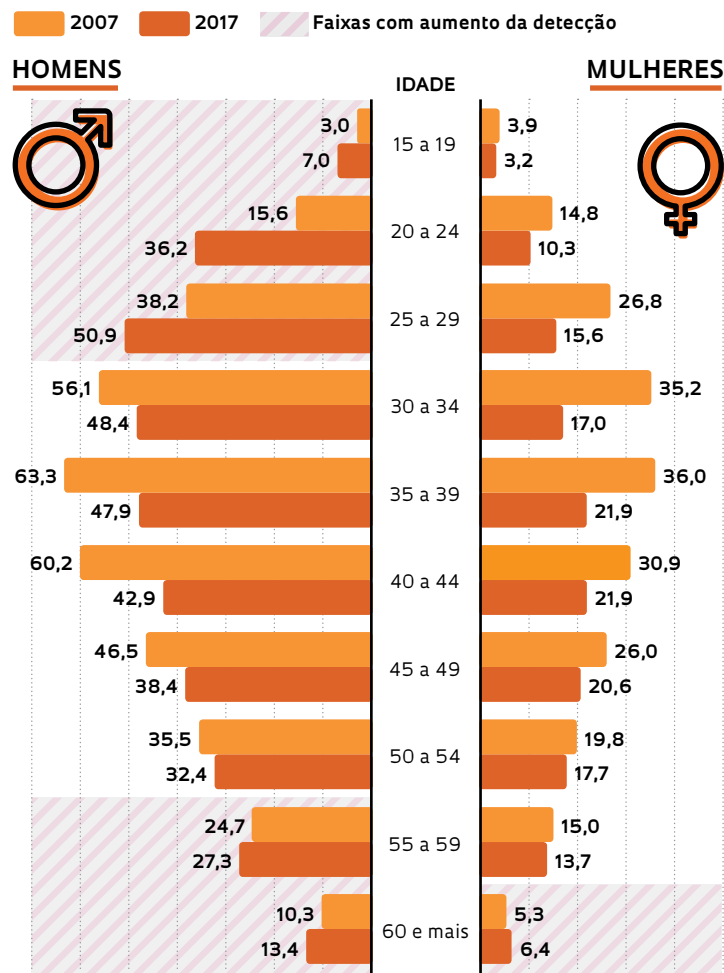
A nova realidade deu origem a uma abordagem múltipla, baseada na detecção do maior número possível de casos e na oferta massiva de remédios para os diagnosticados. “O tratamento passou a ser parte da prevenção”, afirma Maria Ines Nemes. Em 2012, a Unaid, braço das Nações Unidas para o combate à síndrome, lançou o plano 90-90-90: diagnosticar pelo menos 90% dos infectados, tratar 90% dos diagnosticados e suprimir a carga viral de 90% das pessoas em tratamento – a meta seria capaz de reduzir em até 75% o número de novos casos. Nos últimos anos, muitos países avançaram nesse sentido, mas poucos, a exemplo da Suíça e da Itália, alcançaram 90% dos diagnósticos. O Ministério da Saúde brasileiro estima a existência de 860 mil pessoas vivendo com o vírus HIV no país. Desse total, 85%, ou 731 mil, sabem que têm a doença, 548 mil recebem tratamento e 503 mil têm a carga viral indetectável.

A mudança no combate à Aids estimulou a adoção de táticas para acelerar o diagnóstico. Em Santo André, no ABC paulista, pesquisadores do Instituto Adolfo Lutz e da Secretaria Municipal da Saúde avaliam o impacto de ferramentas para descobrir precocemente indivíduos infectados. A equipe realizou um projeto piloto para testar uma estratégia inovadora de triagem, baseada no uso de um algoritmo para identificar pessoas que podem ter pego a doença recentemente. Ao menos a metade dos portadores do vírus exibe sintomas transitórios assim que o HIV se instala, comuns a outras viroses, como febre alta, dor de garganta, diarreia ou surgimento de nódulos linfáticos. O algoritmo considera informações prestadas pelo paciente, como a existência dos sintomas e relações sexuais desprotegidas nas seis semanas anteriores, para sugerir a investigação de uma possível infecção. Se o algoritmo recomendar, realizam-se exames mais sensíveis como o de carga viral e o teste rápido de quarta geração, que consegue diagnosticar casos considerados negativos em exames de rotina do SUS.

Em 2015, um estudo publicado pela equipe mostrou que quatro pacientes que procuraram os serviços de saúde da cidade com suspeita de dengue, não confirmada em exames, eram casos de infecção aguda pelo HIV. Eles estavam em um período conhecido como janela imunológica, em que já podem infectar outras pessoas, mas ainda não são diagnosticados facilmente. Testes rápidos utilizados em ambulatórios

A evolução da síndrome no Brasil em 10 anos

Taxas de detecção de Aids por grupo de 100 mil habitantes, entre homens e mulheres e por faixa etária, em 2007 e 2017



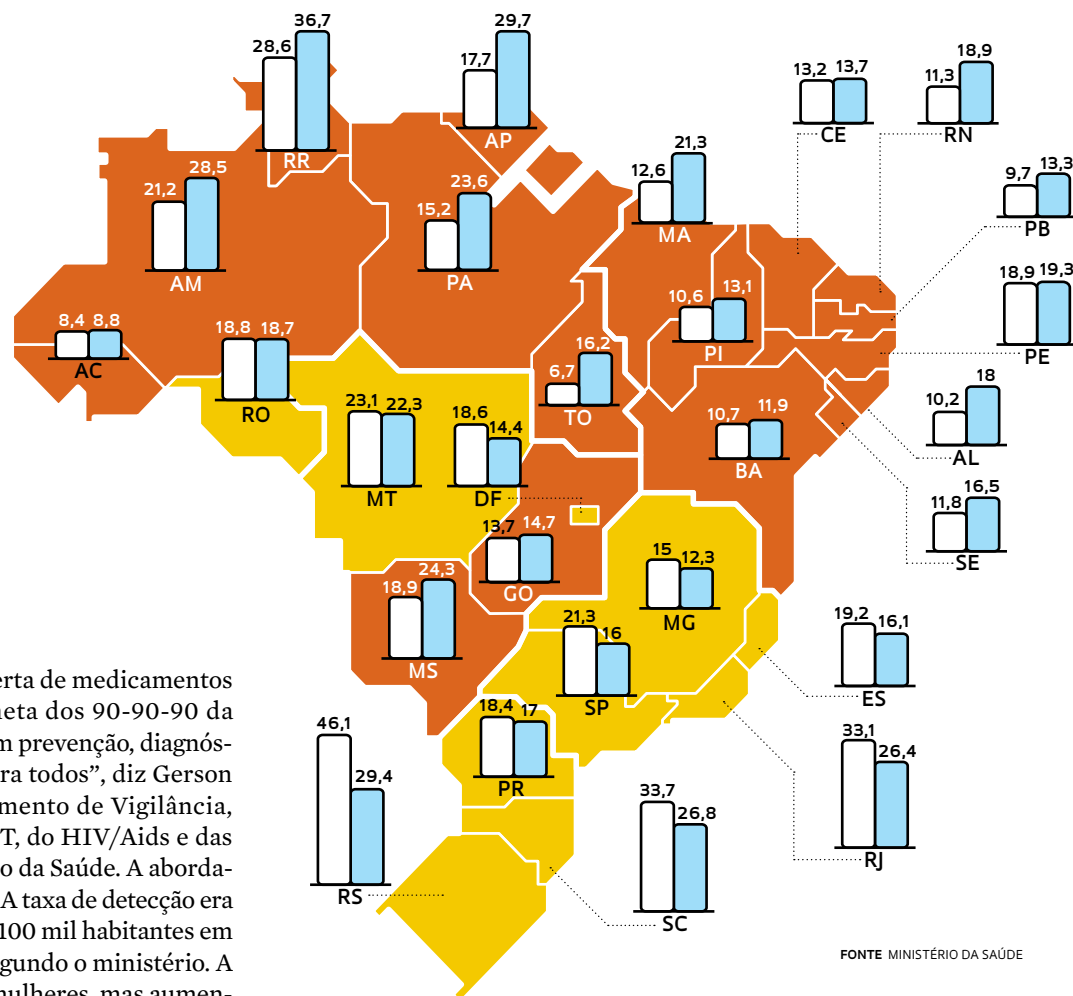
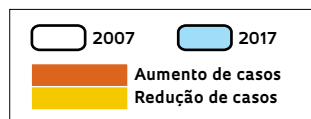
FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

públicos só conseguem detectar anticorpos um mês após a infecção, mas técnicas como a contagem da carga viral flagram o vírus no sangue cerca de uma semana após o contágio.

A experiência, realizada em um ambulatório de referência em Santo André, mostrou que a capacitação da equipe no reconhecimento de possíveis casos de infecção reduziu de 82 para 28 dias o intervalo de tempo entre a admissão do paciente e o início do tratamento com antirretrovirais. “O investimento vale a pena, pois permite que se inicie o tratamento logo depois do diagnóstico e que se retire o indivíduo da cadeia de transmissão mais rapidamente”, diz a infectologista Elaine Monteiro Matsuda, da Secretaria de Saúde de Santo André. “O projeto tem impacto também por semear a prática de pesquisa em serviços assistenciais e em centros regionais que atuavam apenas como laboratórios”, diz a bióloga Ivana Campos, coordenadora da iniciativa.

Onde a Aids avançou e recuou

Taxas de detecção do HIV por grupo de 100 mil habitantes nas unidades da federação, em 2007 e 2017



FONTE: MINISTÉRIO DA SAÚDE

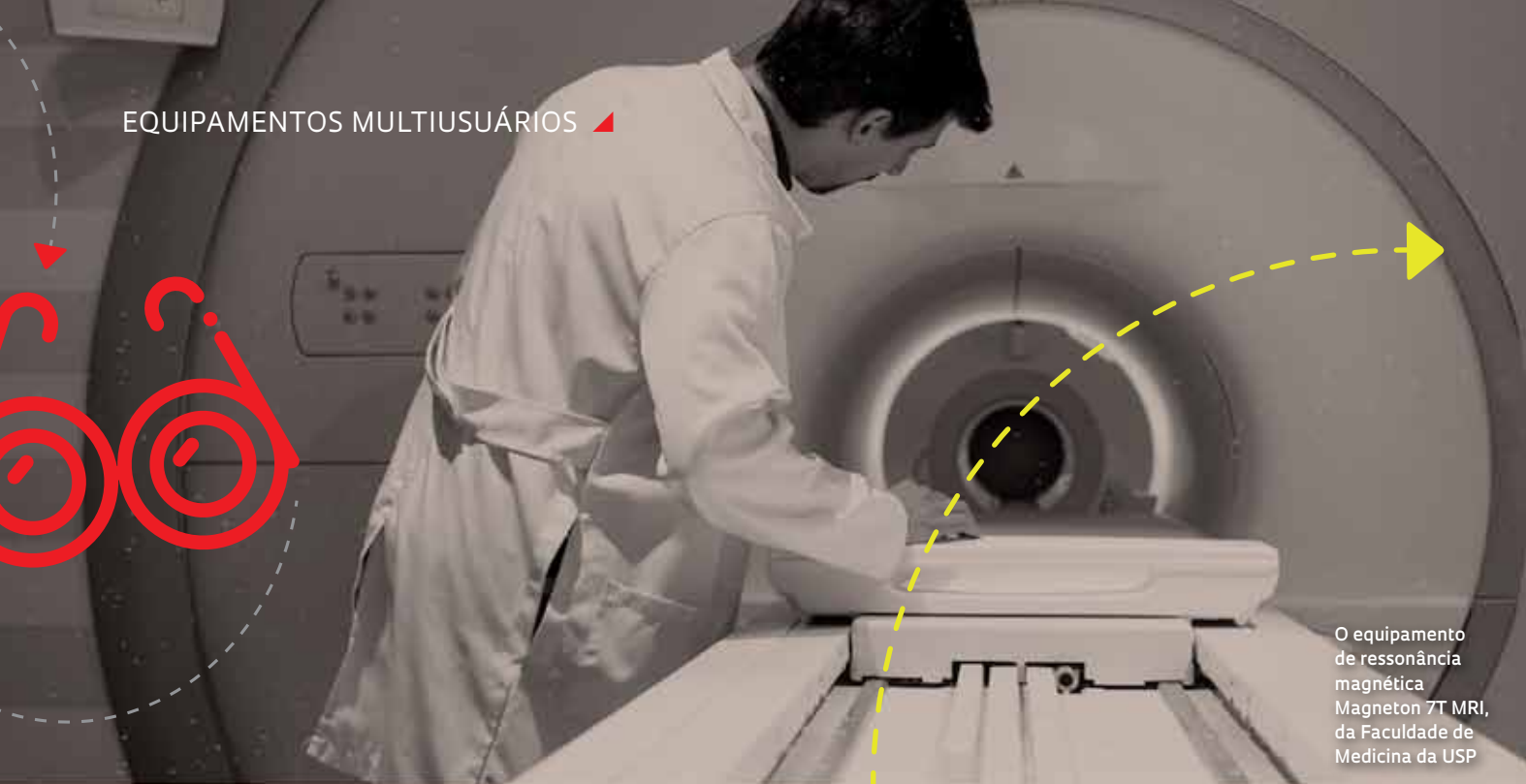
O Brasil foi pioneiro na oferta de medicamentos e mantém no horizonte a meta dos 90-90-90 da UnAids. “A intenção é atuar em prevenção, diagnóstico precoce e tratamento para todos”, diz Gerson Pereira, diretor do Departamento de Vigilância, Prevenção e Controle das IST, do HIV/Aids e das Hepatites Virais do Ministério da Saúde. A abordagem teve resultados positivos. A taxa de detecção era de 21,5 casos a cada grupo de 100 mil habitantes em 2013 e hoje é de 18,5 casos, segundo o ministério. A doença perdeu fôlego entre mulheres, mas aumentou sua concentração entre homens jovens – na faixa entre 20 e 24 anos, a taxa de detecção mais do que dobrou entre 2007 e 2017 (ver quadro na página 37).

Para cada mulher com Aids, hoje há 2,2 homens na mesma situação. Entre profissionais do sexo, alcança mais de 5%, entre os homens que fazem sexo com homens, por volta de 18%, e entre travestis, até 30%, de acordo com diferentes levantamentos. Se há medicamentos antirretrovirais disponíveis para todas as pessoas vivendo com HIV, outras estratégias estão aquém de seu potencial. A profilaxia pré-exposição é utilizada por cerca de 8 mil brasileiros, um contingente ainda tímido para representar uma barreira ao avanço da doença. “O uso da PrEP está muito concentrado em homens que fazem sexo com homens de perfil socioeconômico mais elevado. O desafio é ampliá-lo para grupos que têm taxas mais altas de infecção, como os homens jovens, de baixo estrato social, além de profissionais do sexo, transsexuais e travestis”, afirma o sociólogo Alexandre Grangeiro, pesquisador da FM-USP, que coordenou um dos primeiros estudos sobre a implantação do PrEP em cinco cidades brasileiras. Ele ressalta que, para receber o tratamento, os indivíduos têm de seguir um protocolo complexo, como visitas trimestrais a serviços de saúde, além de consultas e exames para monitorar a segurança do medicamento ou a ocorrência de infecções sexualmente transmissíveis.

Para Maria Amélia Veras, é necessário avançar em outras frentes. “Quando alguém tem um acidente ou uma relação desprotegida, pode recorrer a uma profilaxia até 72 horas depois da ocorrência. O medicamento ajuda a evitar que a infecção se instale e é oferecido em vários serviços, mas precisaria estar disponível em todos os prontos-socorros para ter impacto.” Gerson Pereira, do Ministério da Saúde, acha precipitado prever o fim da epidemia, mas afirma que a redução da incidência nos grupos mais atingidos será visível nos próximos anos. Ele ressalta o esforço para reduzir as mortes relacionadas à doença, na casa das 12 mil por ano no país. “As mortes são causadas por moléstias oportunistas e parte delas se deve à tuberculose. Nosso departamento incorporou os cuidados com essa doença e teremos ações específicas de prevenção e tratamento.” ■

Projetos

1. Monitoramento e melhoria da qualidade dos serviços de saúde envolvidos no contínuo do cuidado em HIV, STD e hepatites virais (nº 17/26021-5); **Modalidade** Bolsas no exterior – Pesquisa; **Pesquisadora responsável** Maria Ines Battistella Nemes (FM-USP); **Investimento** R\$ 80.551,25.
2. Avaliação do uso de tecnologia de biologia molecular de detecção de viremia plasmática para identificação e incorporação de pacientes na fase aguda da infecção pelo HIV-1 (nº 16/14813-1); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – PPSUS; **Pesquisadora responsável** Ivana Barros de Campos (Instituto Adolfo Lutz); **Investimento** R\$ 171.128,01.



O equipamento de ressonância magnética Magnetom 7T MRI, da Faculdade de Medicina da USP

Acesso RÁPIDO a máquinas e laboratórios

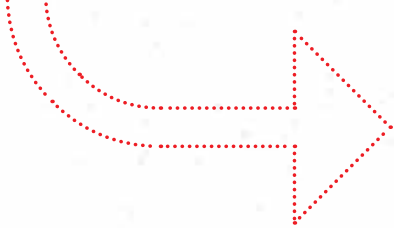
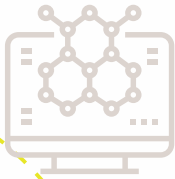
USP e Unicamp criam portais para ampliar o compartilhamento de infraestrutura de pesquisa

As universidades de São Paulo (USP) e Estadual de Campinas (Unicamp) criaram portais na internet que catalogam seus equipamentos de pesquisa e os disponibilizam para usuários de dentro e de fora das instituições, inclusive de empresas. O objetivo é facilitar o compartilhamento de instrumentos de custo elevado, como microscópios eletrônicos, espectrômetros de massas ou sequenciadores, entre muitos outros. As iniciativas procuram dar visibilidade para uma missão fun-

damental de laboratórios e *facilities* de universidades públicas, que é servir ao maior número possível de pesquisadores a fim de aumentar o impacto e a qualidade de trabalhos científicos e tecnológicos do país. A maior parte dessa infraestrutura foi financiada por agências de fomento sob o compromisso de que parte de seu tempo de uso seja franqueado a outros pesquisadores interessados. Mas nem sempre é fácil para os usuários encontrar o que precisam, uma vez que a oferta é divulgada

de forma tímida ou fragmentada. “Não há queixas relacionadas a barreiras no acesso, mas temos a percepção de que os instrumentos poderiam ser mais usados se fossem mais conhecidos”, diz Watson Loh, professor do Instituto de Química (IQ) da Unicamp e coordenador adjunto do Programa de Equipamentos Multiusuários (EMU) da FAPESP.

Na Unicamp, o Portal de Equipamentos Multiusuários e Serviços (www.prp.unicamp.br/pt-br/ces/site/) garante acesso a instrumentos de médio e de



Núcleo de sequenciamento genético instalado no Instituto do Câncer do Estado de São Paulo

grande porte espalhados pela instituição, com a vantagem de permitir a busca por palavras-chave. Não é necessário saber o modelo ou o tipo específico de máquina: basta informar a finalidade do uso para saber se existe algum equipamento capaz de cumprir aquela tarefa. Em caso positivo, o solicitante é direcionado para o laboratório apropriado. Por enquanto, há 140 equipamentos cadastrados. “Esperamos aumentar e muito esse número”, diz Munir Skaf, também professor do IQ e pró-reitor de Pesquisa da Unicamp. Foram criadas funcionalidades para os responsáveis pelas instalações, como um kit que permite a cada unidade de ensino e pesquisa construir um site para divulgar suas máquinas, com um sistema que organiza o agendamento.

O portal da Unicamp começou a funcionar em março e já contabiliza um aumento no número de solicitações para a utilização dos equipamentos. No Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW), as consultas de usuários cresceram entre 30% e 50%, dependendo do instrumento. Um dos exemplos que chamou a atenção foi o do analisador de distribuição de tamanho de partículas, disponível em um laboratório do IFGW, cujo uso foi solicitado por pesquisadores de outra unidade da Unicamp. “Fazia um bom tempo que ninguém pedia para usá-lo”, diz o físico Pascoal Pagliuso, diretor do instituto. Também um serviço oferecido pelo IFGW no portal, a descaracterização e descarte de cabeçotes de aparelhos de raios X, recebeu de uma só vez três

consultas de universidades e empresas – ante uma média de apenas uma contratação por ano. “As máquinas e os serviços estavam disponíveis no nosso site, mas o novo portal parece tê-los tornado mais visíveis”, considera Pagliuso. Além do Laboratório Multiusuários (Lamult) do IFGW, que tem 12 diferentes equipamentos, entre microscópios, espectrômetros e difratômetros, o instituto também franqueia cerca de 50 instrumentos instalados em laboratórios de pesquisadores e departamentos.

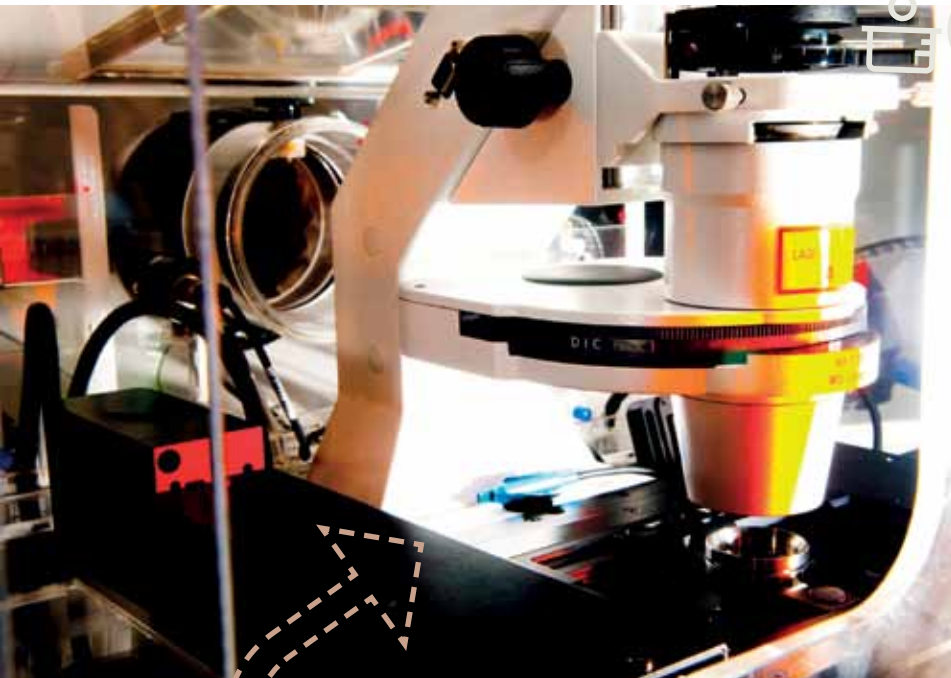
Criada no final do ano passado, a Central USP de Equipamentos Multiusuários (uspmulti.prp.usp.br/) por enquanto oferece acesso a dois laboratórios, ambos da Escola Politécnica, e 17 máquinas instaladas em diversas unidades. A expectativa é de multiplicar o número de centrais e instrumentos disponíveis nos próximos meses. Há 25 centrais e laboratórios em fase de cadastramento e pelo menos outros 100 em condições de participar da rede. A plataforma disponibiliza ferramentas de gestão dos equipamentos, centralizadas na Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (Fusp). “Essas ferramentas buscam simplificar a rotina dos labo-



O Laboratório Central de Tecnologias de Alto Desempenho (LaCTAD), facility na Unicamp

ratórios e desonerar seus responsáveis de tarefas burocráticas”, esclarece Sylvio Canuto, professor do Instituto de Física e pró-reitor de Pesquisa da USP. O agendamento pode ser feito on-line, com geração automática de boletos para os usuários e liberação da utilização assim que o pagamento pelo uso é feito. Em geral, os laboratórios cobram taxas menores de pesquisadores da própria universidade, e maiores de usuários de outras instituições e de empresas. A USP tem interesse em organizar o uso de seu parque de equipamentos multiusuários a fim de racionalizar gastos com manutenção e contratação de técnicos, que são alvos frequentes de demandas de pesquisadores e departamentos. A universidade pretende lançar um edital para promover manutenção preventiva de máquinas, mas vai esperar alguns meses até que mais unidades adiram à central. “Será possível avaliar quais são os mais compartilhados e esses terão prioridade nos investimentos em manutenção”, avalia Canuto. “Isso também vai ajudar a nortear a abertura de vagas para técnicos em instalações amplamente utilizadas.”

A disponibilidade de técnicos é um ponto importante para ampliar o uso dos instrumentos. “Não é incomum que equipamentos fiquem acessíveis apenas alguns dias da semana ou em horários restritos por conta do tempo disponível dos técnicos que trabalham com a máquina”, diz Watson Loh. O compartilhamento também se justifica por outras razões. O dinheiro arrecadado com os



Microscópio confocal, um dos equipamentos do Centro de Facilidades de Apoio à Pesquisa do Instituto de Ciências Biomédicas da USP

serviços prestados pode ajudar na manutenção da infraestrutura. “Às vezes, um equipamento que custou R\$ 1 milhão pode ficar parado por algum tempo à espera de recursos para comprar uma peça que custa R\$ 10 mil”, conta Munir Skaf.

A integração de pesquisadores de diferentes campos do conhecimento em torno de laboratórios multiusuários pode gerar novas oportunidades de pesquisa. “A organização de equipes para trabalhar com equipamentos multiusuários amplia a interlocução entre pessoas que pensam a ciência de forma diferente e permite discutir outras soluções multidisciplinares de um problema”, afirma Roger Chammas, coordenador da Rede Premium (Programa Rede de Equipamentos Multiusuários), que desde 2005 disponibiliza em um endereço na internet a infraestrutura de diferentes laboratórios da Faculdade de Medicina da USP.

De maneira isolada, unidades da USP e da Unicamp já haviam montado nos últimos anos centrais de equipamentos multiusuários robustas – que já foram ou serão em breve integradas às centrais de cada instituição. É o caso da Rede Premium ou o Centro de Facilidades de Apoio à Pesquisa (Cefap) da USP, que

funciona no Instituto de Ciências Biomédicas e desde 2014 oferece a usuários de todo o estado serviços de sequenciamento, microscopia para estudo de células vivas, espectrometria de massas, entre outros – a FAPESP investiu US\$ 4 milhões na compra de equipamentos. Na Unicamp, há iniciativas de porte como o Laboratório Central de Tecnologias de Alto Desempenho (LaCTAD) – uma *facility* inaugurada em 2013 – para dar suporte a pesquisas em genômica, bioinformática, proteômica e biologia celular.

A FAPESP, que apoia a aquisição de infraestrutura de pesquisa em linhas de financiamento regular e no programa EMU, exige que instrumentos de médio e grande porte com potencial de utilização por outros pesquisadores estejam disponíveis para uso compartilhado. É possível ter acesso em um endereço na internet (www.fapesp.br/emu/) aos sites de laboratórios e unidades de pesquisa no estado de São Paulo onde estão equipamentos adquiridos com recursos da Fundação. A lista é organizada por tipo de instrumento, instituição ou cidade. “Essa iniciativa se refere à infraestrutura comprada com apoio da FAPESP. Outras agências, como a Financiadora de Estu-

dos e Projetos [Finep], também financiam a compra de equipamentos multiusuários e têm listagens próprias. Daí a importância de haver portais com todas as máquinas disponíveis em uma instituição”, conta Munir Skaf, da Unicamp.

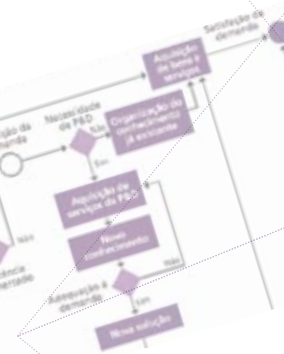
As discussões sobre a necessidade de aumentar a visibilidade dos equipamentos multiusuários há tempos mobilizam pró-reitores de pesquisa no âmbito do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas (Cruesp). “Temos discutido formas de identificar toda a infraestrutura disponível no estado para ampliar sua utilização”, diz o físico Carlos Graeff, pró-reitor de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e professor da Faculdade de Ciências de Bauru. A Unesp, que tem *campi* em 24 municípios do estado, pretende lançar ainda neste ano uma plataforma que reúna cerca de 200 equipamentos multiusuários, expandindo a central mantida pelo Instituto de Química de Araraquara.

Para Débora Chadi, professora do Instituto de Biociências da USP e assessora da pró-reitoria de Pesquisa da USP, o lançamento das centrais de universidades poderia ser uma etapa intermediária para criar uma plataforma que congregasse todos os equipamentos de pesquisa disponíveis no estado de São Paulo. Ela menciona o exemplo do Reino Unido, que conseguiu cadastrar instalações de pesquisa disponíveis no país em um único portal (equipment.data.ac.uk), mantido pelo Conselho de Pesquisa em Ciências Físicas e Engenharia (EPSRC). “Seria interessante termos isso em São Paulo. Um pesquisador da USP no interior do estado poderia encontrar a máquina de que precisa em alguma universidade próxima, em vez de ter que procurá-la na capital paulista”, afirma. ■ **Fabício Marques**

Inovações induzidas

Guia busca ampliar o uso de legislação sobre encomendas tecnológicas no Brasil

Bruno de Pierro



Um guia produzido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) reúne um conjunto de recomendações para ampliar o uso no Brasil das encomendas tecnológicas, um instrumento de estímulo à inovação ainda pouco adotado no país. Com 106 páginas, o manual orienta gestores públicos sobre como aplicar o poder de compra do Estado a fim de criar soluções para problemas de interesse da sociedade, como o desenvolvimento de vacinas ou tecnologias capazes de melhorar a mobilidade urbana. Também há informações sobre critérios para a escolha de fornecedores e as circunstâncias nas quais uma encomenda tecnológica é mais viável.

A publicação, disponível em bit.ly/IpeaEncomenda, expõe as oportunidades criadas pelo Decreto nº 9.283, editado em fevereiro de 2018 pelo governo federal, que regulamenta dispositivos da legislação sobre compras públicas. “Essa norma dá segurança jurídica para a administração federal contratar empresas que executem projetos de pesquisa e desenvolvimento [P&D] com alto risco tecnológico, como, por exemplo, uma vacina contra o vírus zika”, explica um dos autores do guia, o economista André Rauen, do Ipea.

Em sua maioria, as regras são ainda pouco utilizadas pela administração pública brasileira. Uma delas propõe a adoção de um método para determinar a maturidade tecnológica de um produto inovador,

conhecido como TRL – acrônimo para Technology Readiness Level (*ver infográfico*). Criado pela Nasa, agência espacial norte-americana, na década de 1970, baseia-se em uma escala que vai de 1 (pesquisa básica) até 9 (produto no mercado): quanto mais madura é uma tecnologia, menor o risco contido nela. A encomenda se aplica a bens ou serviços que são potencialmente viáveis, mas ainda não existem, e deve ser feita idealmente entre as TRL 2 e 8. “Para produtos disponíveis, recomenda-se o uso de outros instrumentos, como licitação ou compra direta. E também não deve haver encomenda se a ideia ainda está em fase preliminar e depende de aprofundar ciência básica”, explica Rauen, que também colaborou na elaboração do decreto.

Outro dispositivo regula a remuneração, que pode ser feita em etapas do desenvolvimento definidas previamente. Isso garante que, mesmo que a solução almejada não seja obtida, a empresa receba em função do esforço de P&D despendido. O guia descreve cinco formas de pagamento, que vão do estabelecimento de um preço fixo até o reembolso do custo com o acréscimo de uma taxa extra. “Agora é possível customizar contratos de acordo com o grau de incerteza relacionado a cada projeto”, diz Rauen. A propriedade intelectual do eventual produto decorrente da encomenda também precisa ser discutida previamente. “Dependendo da complexidade da demanda, o Estado pode repassar total ou

Busca por novas soluções

DEFINIÇÃO

Encomenda tecnológica é um tipo específico de compra pública em que o governo contrata empresas capazes de criar soluções para problemas de interesse do país. O produto ou serviço encomendado não existe ou não se encontra disponível no mercado, o que permite a contratação direta de potenciais fornecedores. As empresas são remuneradas em função do esforço de pesquisa despendido



GPS

O sistema de posicionamento por satélite é fruto de encomendas realizadas pelo projeto Navstar, desenvolvido pelo governo americano nos anos 1960 com a finalidade de aperfeiçoar o sistema de navegação das forças armadas

CASOS EXEMPLARES



Jeep

No início da Segunda Guerra Mundial, o governo norte-americano encomendou um veículo para melhorar o transporte de soldados em terrenos irregulares. A empresa contratada foi a Willys-Overland Motors, com a qual se fechou acordo para produção de 16 mil unidades



Cargueiro militar

O maior avião já construído no Brasil, o KC-390 foi construído pela Embraer a partir de uma encomenda feita em 2009 pela Força Aérea Brasileira, que precisava de uma aeronave para o transporte de tropas, cargas e operações de resgate

Robô Curiosity

O veículo de exploração espacial Curiosity, enviado a Marte em 2012, foi encomendado pela agência espacial norte-americana (Nasa) e fabricado pelas empresas Boeing e Lockheed Martin e pelo Jet Propulsion Laboratory, da própria agência



Internet

A Arpanet, precursora da internet, resultou da encomenda de uma rede de comunicação, com fins militares, feita pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos no final da década de 1960

parcialmente os direitos de propriedade ao fornecedor. Essa concessão pode estimular a participação de empresas em uma encomenda”, observa Rauem.

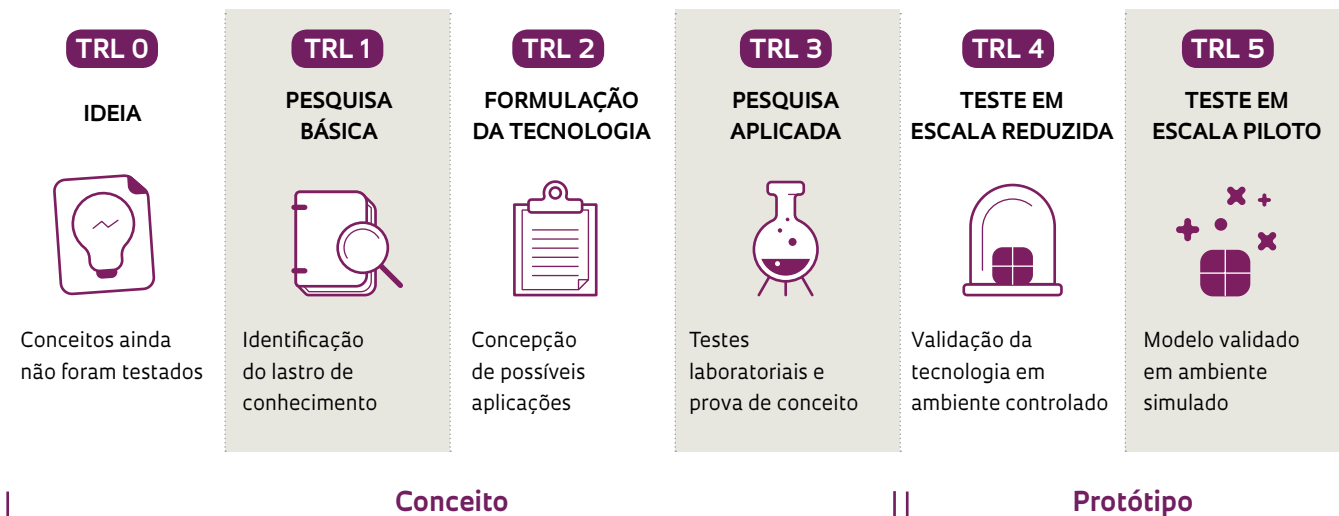
Sugere-se, ainda, a criação de um comitê técnico de especialistas com experiência na aplicação de tecnologias para assessorar o gestor público que faz a encomenda. Cabe ao órgão monitorar a execução do contrato e avaliar se o projeto foi realizado da forma mais eficiente. “O comitê poderá também atestar o esforço de pesquisa feito pelos fornecedores e auxiliar a administração pública na compreensão de problemas científicos”, diz Rauem. Segundo o economista, o objetivo do guia é movimentar o sistema

de inovação brasileiro. “No caso das encomendas, é o Estado que define exatamente qual resultado deve ser buscado. A tecnologia passa a ser o meio, e não o fim do processo”, ressalta. “Como as empresas privadas em geral são avessas ao risco inerente à inovação, o poder público deve internalizar parte desse risco de forma a incentivar projetos mais ousados na indústria. Do contrário, não haverá desenvolvimento tecnológico”, diz Rauem. O economista Carlos Grabois Gadelha, coordenador das Ações de Prospeção da presidência da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), explica que o risco de a tecnologia não ser incorporada pelo mercado também deve ser considerado. “Um dos

Desafios no caminho

As etapas de uma encomenda correspondem a níveis de maturidade tecnológica (TRL), que precisam ser superadas pelos potenciais fornecedores

Encomendas tecnológicas devem ser feitas entre os TRLs 2 e 8



fatores críticos para inovar é o horizonte de mercado. A inovação precisa ser absorvida pela sociedade.”

Laçado antes do decreto de 2018, o projeto Sirius, a nova fonte brasileira de luz síncrotron, seguiu uma abordagem semelhante à da nova legislação. Em desenvolvimento desde 2012 no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), em Campinas (SP), o Sirius envolveu o esforço articulado de mais de uma centena de fornecedores, na maioria empresas brasileiras de alta tecnologia (ver Pesquisa FAPESP nº 269). “Boa parte dos componentes demandados não estava disponível no mercado”, conta o físico Antonio José Roque da Silva, diretor-geral do CNPEM e responsável pelo Sirius. Como era alto o risco tecnológico para a criação de vários componentes, o centro – que é uma organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – optou por associar o pagamento dos fornecedores a cada etapa concluída. Em alguns casos, mais de uma empresa foi contratada para desenvolver um determinado tipo de equipamento. Os melhores protótipos foram escolhidos e um conjunto menor de empresas foi contratado para efetivamente fabricar os produtos. Uma das

principais empresas parceiras do projeto foi a brasileira WEG, especializada na produção de motores elétricos, que foi contratada, entre outras encomendas, para entregar 1.036 eletroímãs que guiam a trajetória dos elétrons nos aceleradores de partículas (ver reportagem na página 72). “Trabalhando nessa iniciativa, a empresa testou sua capacidade tecnológica e ganhou musculatura para atuar em projetos científicos de grande porte”, afirma Luís Alberto Tiefensee, diretor da WEG.

Mesmo antes de haver uma legislação apropriada, o poder de compra do Estado já foi usado diversas vezes para impulsionar projetos ambiciosos no Brasil. Durante os governos militares (1964-1985), por exemplo, encomendas tecnológicas ajudaram a fortalecer a pesquisa em empresas como Embraer e Petrobras. Os primeiros aviões da Embraer foram encomendados pelo governo brasileiro, o que permitiu à empresa desenvolver tecnologias e se projetar como um dos principais fabricantes do mundo. Em anos recentes, o maior cargueiro militar já construído no país, o KC-390, foi desenvolvido pela empresa a partir de um pedido feito em 2009 pela Força Aérea Brasileira (FAB), que precisava de uma aeronave para o transporte de tropas, cargas e operações de resgate. A FAB optou por adquirir dois protótipos ao custo total de R\$ 3 bilhões, por meio de

um processo comum de dispensa de licitação, justificado pela ausência de outros potenciais concorrentes. Mas o contrato não previa o eventual fracasso atrelado ao risco tecnológico do projeto. “Mesmo na presença do risco, os protótipos tinham de ser entregues. Felizmente isso ocorreu, mas esse tipo de aquisição delegou todo o risco ao fornecedor”, explica Rauen.

O arcabouço jurídico criado no país em 2004 com a Lei de Inovação já permitia a contratação de empresas e instituições sem fins lucrativos para a realização de atividades de P&D sem necessidade de licitação. As regras, porém, não estavam estipuladas com clareza, afirma Rauen. Segundo ele, isso ajuda a explicar o fato de o governo ter destinado apenas R\$ 150 milhões para encomendas tecnológicas em um período de cinco anos, de 2010 a 2015 – uma quantia considerada muito pequena, diz Rauen.

A encomenda de produtos e soluções tecnológicas ocorre há décadas em países como os Estados Unidos, onde aproximadamente 30% dos gastos públicos com P&D são investidos em compras dessa natureza. A Federal Acquisition Regulation (FAR), lei que regulamenta as compras públicas no país desde 1974, foi uma das fontes de inspiração do decreto brasileiro. A FAR reconhece a relação do Estado com fornecedores privados como

Transferência de tecnologia

Se as encomendas tecnológicas ainda não são muito comuns no Brasil, um modelo parecido ganhou terreno no país nos últimos anos, em particular na área da saúde. Desde 2012, o governo utiliza o poder de compra do Sistema Único de Saúde (SUS) de forma mais organizada a fim de internalizar a produção de bens que pesam na balança comercial, em uma estratégia denominada Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs). A diferença em relação às encomendas tecnológicas é que, no caso das PDPs, o medicamento ou o equipamento médico já existe e sua utilização no SUS depende de importação. As aquisições destinadas à saúde somaram, em 2015, um montante superior a R\$ 16 bilhões, mais de um terço do total de compras federais. Um caso representativo é o do imunossupressor tacrolimo, capaz de diminuir a atividade do sistema imunológico para prevenção da rejeição do organismo a órgãos transplantados. O fármaco é utilizado continuamente por cerca de 30 mil pessoas no país e atualmente é produzido pelo Instituto de Tecnologia em Fármacos (Farmanguinhos), da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro. “As PDPs ajudaram o Brasil a adquirir habilidades em biotecnologia a partir da absorção de novos conhecimentos”, avalia Carlos Gadelha, economista da Fiocruz e secretário de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos do Ministério da Saúde entre 2011 e 2015. Para Gadelha, projetos de inovação incremental, que resultem do aperfeiçoamento de tecnologias existentes, também precisam estar no radar dos gestores públicos. “A solução para vários problemas do país não depende apenas de inovações radicais. Por meio de transferência de tecnologia é possível aumentar o nível de P&D das empresas”, explica.



uma parceria e não apenas uma transação comercial rotineira. “Um dos setores que mais se beneficiaram das compras públicas nos Estados Unidos é o de Defesa”, pontua o economista Nicholas Vonortas, professor da Universidade George Washington, autor de estudos sobre o sistema de inovação brasileiro. Atualmente, 90% do orçamento da Agência de Pesquisa Avançada de Defesa (Darpa), estimado em US\$ 3 bilhões, é direcionado para encomendas. Atribuem-se a projetos iniciados na agência o desenvolvimento da tecnologia *stealth*, usada para ocultar aviões e submarinos militares, a primeira transmissão sem fio da Arpanet, precursora da internet, e o sistema de posicionamento por satélite (GPS).

Otra referência para a legislação brasileira, informa Rauen, é o Horizonte 2020, principal programa científico da União Europeia, com orçamento de € 76,4 bilhões para o período 2014-2020. Um terço desse valor é aplicado em encomendas, que na Europa são chamadas de compras pré-comerciais (PCPs) – bastante comuns no campo da saúde. Um dos projetos beneficiados pelo Horizonte 2020 é o Magic, um consórcio formado por instituições da Irlanda do Norte e da Itália para encontrar soluções que melhorem

a qualidade de vida de pessoas que sofreram acidente vascular cerebral. “A iniciativa está na fase de ensaios clínicos, com três empresas testando protótipos”, diz Julie-Ann Walkden, coordenadora do projeto no Departamento de Saúde da Irlanda do Norte. Um deles é um dispositivo que utiliza inteligência artificial para monitorar o desempenho de pacientes em fisioterapia.

Além da capacidade de identificar problemas cujas soluções não se encontram no mercado, o Estado também precisa acompanhar os rumos da pesquisa no mundo, diz o engenheiro português Hugo Tamagnini Gonçalves, especialista em compras públicas. “A administração pública precisa entender as limitações tecnológicas em produtos já comercializados e quais desafios são enfrentados por instituições acadêmicas”, diz Gonçalves, que é gerente de desenvolvimento de projetos do Fórum Virium de Helsinque, na Finlândia. A organização é responsável pelo projeto Fabulos, consórcio formado por seis países para adquirir uma frota de micro-ônibus autônomos. A iniciativa ainda está na fase de estudos teóricos e conta com um orçamento de € 5,5 milhões – dos quais 90% são de recursos do Horizonte 2020 e 10% fornecidos pelos integrantes do consórcio. ■

Abraçando as diferenças

Nova diretoria da Unicamp integrará ações de promoção dos direitos humanos entre alunos, professores e funcionários

Rodrigo de Oliveira Andrade



A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) criou uma estrutura dedicada à articulação de políticas de disseminação da tolerância, cidadania e inclusão em sua comunidade acadêmica. A Diretoria Executiva de Direitos Humanos foi aprovada no dia 26 de março, durante reunião do Conselho Universitário, e está vinculada ao gabinete da reitoria. “Queremos agir de modo articulado para promover e valorizar os direitos humanos dentro e fora da Unicamp”, afirma a historiadora Néri de Barros Almeida, professora do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da universidade e diretora do novo órgão. “A ideia é aprimorar iniciativas existentes e fomentar a criação de novas estratégias, procedimentos e práticas de inclusão, equidade, acessibilidade, prevenção do assédio e discriminação e violência sexual.”

A diretoria vai coordenar o trabalho de cinco comissões assessoras, criadas nos últimos dois anos e que já atuavam de forma independente. Uma delas está encarregada de promover a diversidade etnoracial e, no ano passado, orientou a decisão da universidade e do Colégio

Técnico de Campinas (Cotuca), ligado à Unicamp, de adotar cotas etnoraciais em seus processos seletivos. Dos 3.386 estudantes aprovados no vestibular da Unicamp para 2019, 1.293 (38,2%) eram pretos ou pardos, sendo que quase metade deles (48,7%) era proveniente de escolas públicas. Já os estudantes indígenas representaram 2,1% dos convocados. Segundo Almeida, a comissão deverá investir em ações complementares de combate ao racismo, disseminação do respeito às diferenças e valorização da diversidade.

Em outra frente, desde fins de 2017, uma comissão se dedica à criação de políticas de combate à violência sexual e discriminação baseada em gênero e sexualidade. Esses são dois dos principais problemas enfrentados pelas instituições de ensino no mundo, representando, em alguns casos, mais da metade dos incidentes de violação de direitos humanos no ambiente acadêmico. “Vamos criar uma secretaria de atendimento especializado para pessoas vítimas de violência, assédio ou discriminação sexual”, explica Almeida, que também está à frente do Observatório dos Direitos Humanos da

Unicamp, outra comissão que faz parte da estrutura do novo órgão.

A Diretoria Executiva de Direitos Humanos também deverá coordenar as atividades da Comissão Assessora de Acessibilidade, que há alguns anos investe em projetos para ampliar a mobilidade e o acesso de pessoas com deficiência no *campus* da universidade a equipamentos e materiais de estudo e pesquisa. A comissão também irá realizar estudos para identificar pontos críticos para que em seguida possa apresentar propostas de reforma das estruturas dos prédios, calçadas, praças e espaços de convívio na instituição.

Outra instância que vai se articular com a nova diretoria é a Cátedra Sérgio Vieira de Mello da Agência da Organização das Nações Unidas para Refugiados, a Acnur. Desde 2003 o órgão atua na promoção da educação, pesquisa e extensão acadêmica voltada à população refugiada, em parceria com centros universitários brasileiros e o Comitê Nacional para Refugiados (Conare), órgão do Ministério da Justiça responsável por analisar os pedidos e declarar o reconhecimento da condição de refugiado



no Brasil. Almeida conta que a Unicamp passou a integrar a cátedra em setembro de 2017 e, desde então, promove a formação acadêmica e a capacitação de professores e estudantes no âmbito desse tema.

EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Conforme explica o físico Marcelo Knobel, reitor da Unicamp, a diretoria segue um movimento internacional. “Nos últimos anos, universidades em diversos países passaram a investir na criação de escritórios dedicados à elaboração e implementação de políticas de estímulo à valorização dos princípios de respeito à diversidade cultural, de defesa da igualdade, da dignidade humana e do cultivo da convivência solidária”, diz.

Muitas delas se concentram em países do hemisfério Norte, como Estados Unidos, Reino Unido e Canadá. Universidades canadenses como a de Waterloo e Ottawa, além da Queen’s University, há algum tempo criaram escritórios dedicados à promoção dos direitos humanos. O Centro de Direitos Humanos da Universidade de Essex, no Reino Unido, é considerado um dos mais amplos e bem

estruturados da Europa, ao reunir uma comunidade de estudantes, 2 mil ex-alunos, mais de 100 professores e pesquisadores de 11 disciplinas, bolsistas e parceiros. Entre as iniciativas promovidas estão palestras, reuniões, cartilhas, pesquisas, serviços de aconselhamento universitário e treinamentos sobre assuntos como assédio sexual, diversidade e inclusão.

Esses escritórios também elaboram e divulgam manuais de prevenção de violação dos direitos humanos entre seus alunos, professores e funcionários, além de políticas de inclusão, acolhimento e permanência, por exemplo, de alunos e pesquisadores transgêneros, indivíduos que se identificam como de um gênero diferente daquele que lhes foi atribuído em virtude de seu sexo biológico (*ver Pesquisa FAPESP nº 266*). Segundo Almeida, nos casos de descumprimento das normas de conduta estabelecidas pela universidade, a proposta da nova diretoria é adotar, sempre que possível, a prática do diálogo restaurativo, em lugar de uma abordagem punitiva. A ideia é que um intermediador resolva os conflitos de modo a restabelecer a relação social

entre a vítima e o acusado. “Espera-se com isso que a vítima se sinta reparada e que o acusado compreenda a situação, reconheça seus atos e adote uma postura alinhada às normas de conduta”, explica. Ela reconhece que essa abordagem pode não ser suficiente nos casos mais graves, envolvendo injúrias raciais ou sexuais, por exemplo. Por isso, não se descartam punições como expulsão de alunos e demissão de professores e funcionários.

Segundo Knobel, no Brasil, é comum as universidades terem núcleos, centros ou comissões de promoção e afirmação dos direitos humanos. Na sua avaliação, a Diretoria Executiva de Direitos Humanos da Unicamp se diferencia dessas iniciativas porque pretende promover ações de forma orquestrada. “Qualquer instituição de ensino e pesquisa que almeje estar entre as maiores do mundo precisa cultivar essa preocupação com a promoção de uma educação em direitos humanos na perspectiva intercultural, crítica e emancipatória, que procure articular questões relacionadas à igualdade e às diferenças no âmbito da comunidade universitária”, argumenta. ■

O aprendizado da autonomia

Para o reitor da Unicamp, financiamento estável e liberdade de gestão impulsionaram a qualidade das universidades estaduais paulistas

O reitor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Marcelo Knobel, tomou posse em abril como presidente do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas (Cruesp). Nos próximos 12 meses, vai coordenar o trabalho do órgão, que reúne os dirigentes das universidades de São Paulo (USP), Estadual Paulista (Unesp) e da Unicamp e das secretarias de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia e da Educação, e busca fortalecer a interação com as instituições, além de propor soluções para problemas relacionados ao ensino superior e à pesquisa. Entre as tarefas que o aguardam, estão as comemorações dos 30 anos de autonomia das universidades estaduais, estabelecida por um decreto do então governador Orestes Quécia em 1989, que garantiu recursos e estabilidade de gestão às instituições.

Knobel também será um dos principais porta-vozes das universidades em

uma Comissão Parlamentar de Inquérito criada na Assembleia Legislativa paulista para avaliar supostas irregularidades na gestão financeira das instituições. “Será uma oportunidade de mostrar o impacto do trabalho das universidades, que é pouco conhecido”, afirma. Nascido em Buenos Aires há 51 anos, Marcelo Knobel é professor do Instituto de Física Gleb Wataghin e assumiu a reitoria da Unicamp em abril de 2017. Sua gestão é marcada por iniciativas de caráter inovador, tanto na aproximação com a sociedade quanto em formas de ingresso na universidade – pela primeira vez, foram admitidos, sem precisar passar no vestibular, estudantes que se destacaram em olimpíadas científicas e se organizou um vestibular exclusivo para indígenas. No mês passado, a Unicamp criou uma diretoria talhada para questões relacionadas à promoção dos direitos humanos (*ver reportagem à página 46*). Na entrevista a seguir, o reitor fala de seus desafios à frente da universidade e do Cruesp.

Marcelo Knobel: gestão marcada pela criação de novas formas de ingresso na universidade e pelo engajamento em temas que mobilizam a sociedade

**Que foco terá seu trabalho no Cruesp?**

O Cruesp está em um momento muito bom. Os três reitores têm ótima relação e temos nos reunido mensalmente para discutir problemas comuns. Há grupos encarregados de debater temas sobre graduação, pós-graduação, pesquisa, que têm funcionado de maneira muito intensa. Neste ano, teremos a comemoração dos 30 anos da autonomia das universidades estaduais paulistas, o que é um marco para as três instituições. Agora há o desafio da Comissão Parlamentar de Inquérito [CPI] criada na Assembleia Legislativa para analisar a gestão das universidades e o repasse de verbas. Não temos nada a temer, e pretendemos usar

a oportunidade para mostrar a grandiosidade do sistema de ensino superior paulista aos deputados que, às vezes, têm certo desconhecimento de como funcionam as universidades. Mais do que isso, mostraremos para a sociedade e seus representantes a importância de ter universidades do calibre das três estaduais paulistas.

A que atribui esse desconhecimento?

Não é um fenômeno exclusivo de São Paulo. Uma pesquisa recente do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações aferiu no país o conhecimento sobre instituições científicas. O resultado foi desastroso. Só 4% da po-

pulação brasileira sabia citar uma instituição que faz pesquisa no país. Naturalmente temos que fazer o *mea culpa*. As universidades têm um problema de comunicação e não estão sabendo levar à população e aos políticos a importância das ações que desenvolvem utilizando recursos da sociedade.

Qual o saldo dos 30 anos de autonomia?

As universidades estaduais paulistas cresceram e chegaram ao patamar das melhores instituições da América Latina. A quantidade de publicações aumentou exponencialmente, assim como cresceu o número de estudantes (ver seção *Dados na página 11*). A Unicamp, há 30 anos, tinha

cerca de 50% do corpo docente com doutorado. Foi feito um programa para melhorar a qualidade e, hoje, 99% dos nossos professores são doutores. Conseguimos formar mais pessoas e produzir mais pesquisa mesmo com a redução dos quadros. Pudemos nos planejar e pensar em como crescer. Do ponto de vista de formação de recursos humanos, de pesquisa, de extensão à comunidade, de assistência em hospitais universitários – em todos os setores as estaduais progrediram e isso ocorreu principalmente graças à autonomia. Na Unicamp, por exemplo, temos um complexo de cinco hospitais que atende mais de 6 milhões de pessoas na Região Metropolitana de Campinas. A autonomia gerou um processo de aprendizado constante, com acertos e também erros.

Que tipo de erro?

Em um período recente, acreditou-se que a economia e a arrecadação de impostos continuariam crescendo em ritmo forte, o que não ocorreu. Na minha visão e na dos colegas do Cruesp, houve decisões que colocaram em risco as finanças das universidades e o resultado foi uma crise complexa, que tivemos de resolver. A USP criou um programa de demissão voluntária de grande dimensão. Na Unicamp fizemos esforço para reduzir a folha de pagamentos, reorganizar processos e melhorar a gestão. E o mesmo ocorreu com a Unesp. Mesmo em crises, a autonomia mostrou que é possível superar momentos difíceis com discussões internas, planejamento e transparência sobre o que acontece aqui dentro.

Recentemente, o senhor disse que as universidades estão em perigo. Por quê?

Há ameaças à autonomia, à liberdade de cátedra e ao modelo de universidade pública consolidado no país. Muitas vezes isso se baseia em falta de entendimento da atuação da universidade. Estamos vivendo um momento de polarização extrema e muitas decisões se baseiam em questões ideológicas. Como universidades públicas, devemos nos aproximar da sociedade e mostrar o impacto do nosso trabalho. Sem universidade pública, o Brasil não tem futuro.

A Unicamp se apresentou ao Supremo Tribunal Federal para defender a livre manifestação de ideias no ambiente acadêmico, em uma ação relacionada



A cobrança de mensalidade é uma falsa solução. A boa pesquisa é cara, complexa e precisa de recursos públicos

a intervenções policiais em campi na campanha eleitoral. Por quê?

Há dois princípios fundamentais das universidades. O primeiro é a autonomia e o segundo é a liberdade acadêmica. Desses princípios não se pode abrir mão. O professor, o pesquisador, o funcionário, o estudante, todos têm de ter liberdade de expressar suas ideias. Claro, tem de haver respeito pelas ideias dos outros, assim como à integridade física e à liberdade de ir e vir. A discussão deve ser acadêmica, baseada em fatos cientificamente comprovados e/ou dados bem estabelecidos, feita de maneira ética, franca e cordial.

As universidades públicas são acusadas de ter um viés ideológico. Faltou ou falta tolerância dentro da universidade?

Isso deveria ser algo sagrado na universidade, mas, infelizmente, não funciona assim nem mesmo nas nossas famílias. Quantas pessoas tiveram pela primeira vez um Natal longe dos seus familiares por discordâncias políticas? Somos o reflexo da sociedade. Mas aqui tem de ser o local privilegiado de respeito à diversidade de ideias, à opinião do outro, a maneiras institucionalizadas de tomar decisões em órgãos colegiados.

Cobrar mensalidades seria uma solução para financiar as universidades?

Não, mas reconheço que o assunto é polêmico. Na minha visão, a cobrança de mensalidade é uma falsa solução. Não é assim que a universidade vai resolver seus problemas de financiamento, nem o governo. Veja o caso do Massachusetts Institute of Technology, o MIT, uma universidade de referência em pesquisa. É uma instituição privada, em que apenas 10% dos custos são cobertos por matrículas. O resto é bancado por projetos do governo e por um fundo patrimonial muito forte, que se mantém graças à tradição em filantropia nos Estados Unidos. Não há milagre. A boa pesquisa é cara, complexa e precisa de recursos públicos.

Como racionalizar os gastos?

Pela Constituição, as universidades devem se dedicar a ensino, pesquisa e extensão. É preciso repensar o modelo. O que deveria ocorrer, na minha visão, é uma diversificação. Deveríamos ter algumas universidades públicas de pesquisa e um número maior de universidades públicas essencialmente de ensino, que são mais baratas e ainda assim podem oferecer um ensino de altíssima qualidade. Poderíamos ter diferentes modalidades, como existem nos Estados Unidos, por exemplo, os *community colleges* e os *liberal arts colleges*, além dos cursos de tecnólogos e outras modalidades profissionalizantes, para que os estudantes pudessem optar por diferentes caminhos e carreiras, com mobilidade entre eles.

Fundos patrimoniais são uma opção?

A legislação é muito recente e um dos pontos principais infelizmente foi vetado pelo presidente da República, que abria a possibilidade de isenção fiscal para doadores de fundos patrimoniais. Mas ainda há espaço para trabalhar. A ideia é criar fundos que permitam realizar projetos que de outra maneira não poderiam ser feitos, como grandes obras. Ou que permitam às universidades equilibrar-se em momentos de tempestade financeira.

A Unicamp tem boas relações com o setor produtivo. Parcerias com empresas podem ajudar no financiamento?

A Unicamp tem um portfólio de mais de mil patentes das quais aproximadamente 14% são licenciadas. Geralmente esse número varia de 3% a 5% em outras universidades. O licenciamento de tecnologias é importante, mas, para que

seja uma fonte extra de recursos, precisa ter uma dimensão muito maior ou algum produto espetacular em termos de lucros. É um caminho a seguir, mas não se deve colocar todas as fichas nessa estratégia. O objetivo da transferência de tecnologia não é fazer caixa. É cultivar o espírito empreendedor em professores e estudantes, é criar conhecimento que beneficie a humanidade. Se a universidade ganhar algum dinheiro, tanto melhor.

A Unicamp também é referência em criação de startups. Qual é o impacto delas no ambiente da universidade?

Elas são algo em torno de 700 empresas, quase R\$ 6 bilhões de faturamento anual. Usamos também esses dados para mostrar para a sociedade que o investimento na universidade pública dá resultados concretos. O orçamento dessas empresas é mais do que o dobro do que a universidade recebe por ano. O impacto vai muito além disso. As startups mantêm vínculos com a universidade e isso gera uma retroalimentação muito positiva. Faz com que estudantes sejam contratados por elas ou que tenham ambição e vontade de criar suas próprias empresas.

É papel da universidade engajar-se, como fez a Unicamp, no acompanhamento do desastre de Brumadinho e do massacre na escola de Suzano?

A universidade tem compromisso com a sociedade, que pode ter várias dimensões. A principal é mostrar como os recursos investidos se reverterem para a própria sociedade. Outra dimensão envolve essas ações específicas, uma vez que temos especialistas em praticamente todas as áreas do conhecimento e do saber. Alguns pesquisadores têm capacidade e vontade de ir para as comunidades, atuar direto com o público. Outros podem atuar na divulgação da ciência. Cada um dá sua contribuição. Essa diretriz não busca apenas dar resposta aos desastres, mas atuar em prevenção e capacitação.

A Unicamp criou formas de ingresso além do vestibular tradicional. O que muda com essas iniciativas?

A ideia é trazer os melhores estudantes de todo o país e atrair algo que é fundamental para a universidade, que são novas culturas, outras maneiras de pensar e de ver o mundo. A diversidade de saberes é oxigênio para uma universidade de

excelência. A sociedade que nos financia precisa estar refletida aqui dentro. A Unicamp despertou para essa questão no início dos anos 2000, quando foi criado o Paais, o Programa de Ação Afirmativa e Inclusão Social, que foi inovador, mas avançou só até certo ponto. Trata-se de um programa de bônus nas notas do vestibular que estagnou em um patamar de ingresso de 30% de estudantes de escolas públicas, o que dava 18% a 20% de pretos, pardos e indígenas. Foi feita uma tentativa de aumentar o bônus, o que ampliou a média de estudantes de escolas públicas, mas em cursos de alta demanda gerou uma distorção imensa. Alunos de escolas privadas praticamente não conseguiam entrar. Concluímos que era preciso buscar novas alternativas.

E como se chegou a essa nova combinação de formas de ingresso?

Em 2016, houve uma greve, com uma demanda estudantil na questão das cotas etnoraciais. Resolvemos enfrentar essa questão de maneira a ampliar a participação de pretos, pardos e indígenas na universidade, aumentar a inclusão social e manter a excelência. Antes disso, foi criado o ProFis, um programa muito inovador no que diz respeito à aceitação



A meta é atrair talentos que não entrariam na universidade pelos caminhos tradicionais. O funil é estreito e muita gente boa fica de fora

de jovens de escolas públicas na universidade sem a necessidade do vestibular. Agora em 2019, adotamos um projeto de cotas etnoraciais, que é diferente das universidades federais – elas não são necessariamente apenas para alunos de escolas públicas. Além disso, foi criado o vestibular indígena. Realizamos exames em vários lugares do país e hoje temos 23 etnias diferentes entre nossos 70 alunos indígenas. Abriu-se a possibilidade de ingresso de alunos vencedores de alguma medalha olímpica científica. Também criamos a cátedra Sérgio Vieira de Melo, que permite a refugiados solicitar o ingresso na universidade sem a necessidade do vestibular.

Atrair alunos de perfil heterogêneo não exige esforços para que eles resolvam deficiências de formação?

Esse é o bom desafio. A deficiência do ensino fundamental é um problema sério. A universidade precisa acompanhar os ingressantes, verificar suas dificuldades e eventualmente repensar currículos para se adaptar a essa realidade, que, afinal, é a realidade em que vivemos.

Não há o risco de que esses alunos não consigam se manter lá dentro?

Além de eventuais dificuldades acadêmicas, temos também outros desafios, principalmente o financeiro. Temos investido muito em programas de permanência, incluindo bolsas de auxílio social, moradia, transporte, alimentação. Temos feito ações para compreender a evasão em nossos cursos e diminuí-la ao máximo. Naturalmente, ao ampliar o perfil de estudantes da universidade esses desafios ficam mais complexos, mas é vital que os enfrentemos para termos uma universidade cada vez melhor.

Não pode haver prejuízo à excelência?

Nosso objetivo é atrair jovens talentosos, mas que não entrariam na universidade pelos caminhos tradicionais. Temos cerca de 600 mil jovens que se formam todo ano no ensino médio público no estado de São Paulo. As três universidades estaduais paulistas juntas oferecem algo como 12 mil vagas. O funil é estreito demais e muita gente boa fica de fora. A ideia é aproveitar melhor esses talentos. Queremos que as oportunidades façam diferença na vida desses jovens e na do país. ■ **Fabício Marques**

O limite do visível

Rede internacional de radiotelescópios produz a primeira imagem dos arredores de um buraco negro

Ricardo Zorzetto

Pōwehi. A expressão significa algo como “criação adornada, sombria e imensurável” e aparece algumas vezes no Kumulipo, cântico havaiano do século XVIII que narra em 2.102 versos a origem do mundo. *Pōwehi* foi o termo escolhido por Larry Kimura, professor de línguas nativas na Universidade do Havaí, Estados Unidos, para nomear a imagem de algo jamais visto anteriormente: a vizinhança de um buraco negro.

Apresentada em uma conferência de imprensa realizada em 10 de abril, a imagem revela um círculo colorido ligeiramente desfocado, ao redor de uma região central enegrecida (ver página ao lado). Ela resulta da primeira observação daquilo que é possível enxergar nas proximidades de um buraco negro. No caso, o buraco negro do centro da galáxia Messier 87 (M87), situada no céu em direção à constelação de Virgem. O nome *Pōwehi* ainda precisa ser submetido à aprovação da União Astronômica Internacional antes de ser formalmente adotado.

A mancha escura envolta pelo anel iluminado no centro da M87 é a sombra deixada pelo horizonte de eventos, região a partir da qual a gravidade cresce absurdamente e captura tudo o que está por perto – a matéria e a energia que atravessam o horizonte de eventos termina comprimida em um único ponto, chamado pelos físicos de singularidade. O anel, tingido artificialmente com cores que vão do amarelo-claro ao vermelho, é a porção mais interna de um disco de gás ultra-aquecido, que espirala na vizinhança do horizonte de eventos antes de ser capturado e perder contato com o Universo. É o brilho desse gás que permite delinear a sombra do horizonte de eventos do buraco negro.

A imagem é a evidência mais direta da existência de um buraco negro. Ela resulta do esforço de mais de 200 pesquisadores do projeto Telescópio Horizonte de Eventos (EHT), consórcio internacional que usou dados de oito observatórios de radioastronomia situados em diferentes pontos do planeta, pro-

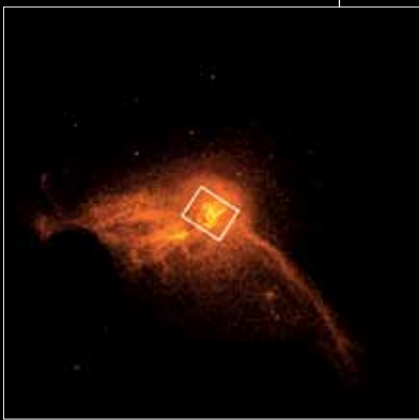
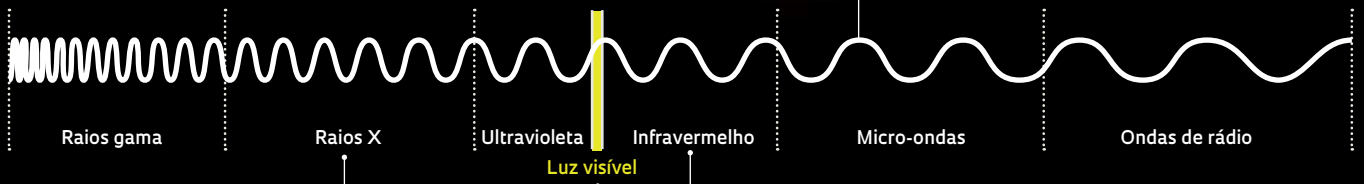
gramados para funcionar como se fossem um radiotelescópio com o tamanho da Terra (ver infográfico na página 54).

“Vimos o que se pensava ser invisível”, afirmou o astrônomo norte-americano Sheperd Doeleman, diretor do projeto EHT, ao apresentar a imagem na conferência de imprensa realizada em Washington, Estados Unidos. “Conseguimos algo que se presumia ser impossível há apenas uma geração”, disse Doeleman, que é pesquisador do Centro de Astrofísica Harvard & Smithsonian, em Massachusetts.

Buracos negros são os objetos mais insólitos do Universo. Sua existência só começou a ser imaginada a partir de 1916, depois que o físico e astrônomo alemão Karl Schwarzschild (1873-1916) publicou uma solução, obtida entre as batalhas contra a Rússia na Primeira Guerra Mundial, para as equações da teoria da relatividade geral, de Albert Einstein (1879-1955). A solução que Schwarzschild encontrou definiu a distância a partir da qual um corpo de massa muito

Imagem dos arredores do buraco negro no centro da galáxia M87 reconstruída a partir de sinais de micro-ondas captados por radiotelescópios

Radiação eletromagnética



Região central da M87 e o jato de partículas vistos pelo observatório espacial Chandra, que detecta raios X



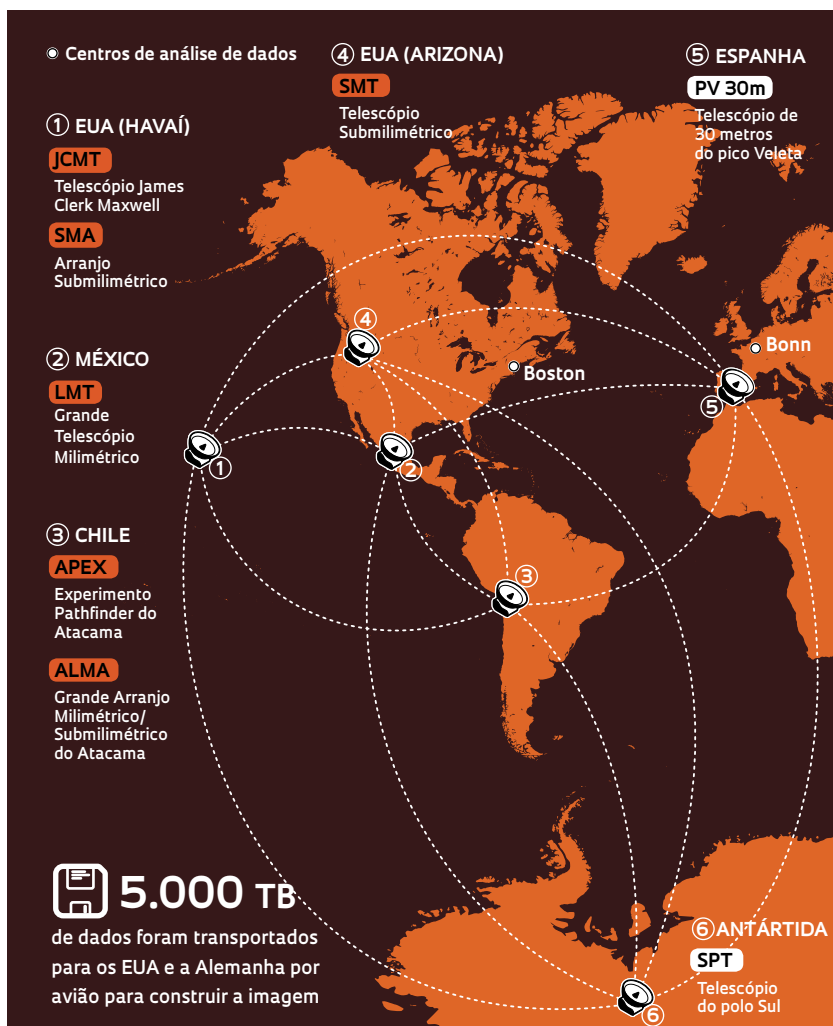
A galáxia e um dos jatos de partículas e radiação que emana da vizinhança de seu buraco negro, observados pelo telescópio espacial Hubble em luz visível e infravermelho

A LUZ E OS TELESCÓPIOS

A radiação eletromagnética é uma forma de energia que oscila perpendicularmente ao sentido de propagação. Ela abrange dos raios gama, que vibram muito rapidamente e são extremamente energéticos, às ondas de rádio, que oscilam lentamente e têm pouca energia. O olho humano capta uma estreita faixa dessa radiação, a luz visível. Diferentes tipos de telescópios observam faixas distintas de radiação. Os radiotelescópios são antenas parabólicas que captam a energia na faixa de micro-ondas e rádio. Programas de computador as convertem em imagem

Um megarradiotelescópio

Oito telescópios situados em quatro países, além da Antártida, funcionaram em rede, como se fossem um só equipamento



elevada passaria a atrair tudo o que está ao redor. Essa distância, chamada de raio de Schwarzschild, é tão maior quanto mais elevada a massa concentrada na singularidade e determina o horizonte de eventos do buraco negro. Quando esses resultados foram apresentados, Einstein e outros físicos o acharam interessante, mas improvável de ocorrer na natureza. Apenas meio século mais tarde, a partir da publicação de estudos teóricos de corpos com massa elevada em rotação e da observação de objetos celestes compatíveis com buracos negros, é que se começou a levar a sério a possibilidade de esses objetos existirem.

“Desde as décadas de 1960 e 1970 havia evidências indiretas da existência desses objetos”, conta o astrofísico Da-

O buraco negro da M87 tem massa 6,5 bilhões de vezes maior que a do Sol e está a 55 milhões de anos-luz da Terra

niel Dutra, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). “Contudo, ter uma imagem do horizonte de eventos nos dá uma confiança de que dificilmente seria alcançada com indícios indiretos, por mais numerosos que fossem.”

Embora o buraco negro da M87 tenha uma massa extremamente elevada, cerca de 6,5 bilhões de vezes maior que a do Sol, é difícil observar o brilho do gás a sua volta. É que esse buraco negro está tão distante (sua luz levou 55 milhões de anos para chegar ao nosso planeta) e a sombra de seu horizonte de eventos é tão pequena (tem tamanho comparável ao de uma laranja na superfície da Lua vista a partir da Terra) que só recentemente se conseguiu uma estratégia para enxergar os seus limites. Para isso, a equipe do EHT teve de aprender a fazer os oito radiotelescópios funcionarem em conjunto e desenvolver algoritmos para tratar os dados e reconstruir a imagem (ver reportagem na página 94).

Com base nos cálculos da relatividade geral, esperava-se que, se o buraco negro estivesse imerso em uma região brilhante, como o interior de um disco de gás incandescente, seria possível observar uma sombra com determinada forma e tamanho. Jamais, porém, havia-se conseguido telescópio com resolução suficiente para registrá-la.

As observações que permitiram gerar essa imagem apresentada agora foram realizadas em abril de 2017 e produziram cerca de 5 petabytes de dados (5 mil terabytes ou 5 mil anos de música guardada em arquivos digitais), armazenados em centenas de discos rígidos de memória e transportados de avião para dois centros de análise. Nesses centros, as equipes trabalharam por dois anos para correlacionar os dados dos diferentes observatórios e fazer as devidas correções. A interpretação dos dados e a estratégia de análise foram apresentadas em seis artigos científicos publicados em abril em uma edição especial da revista *The Astrophysical Journal Letters*.

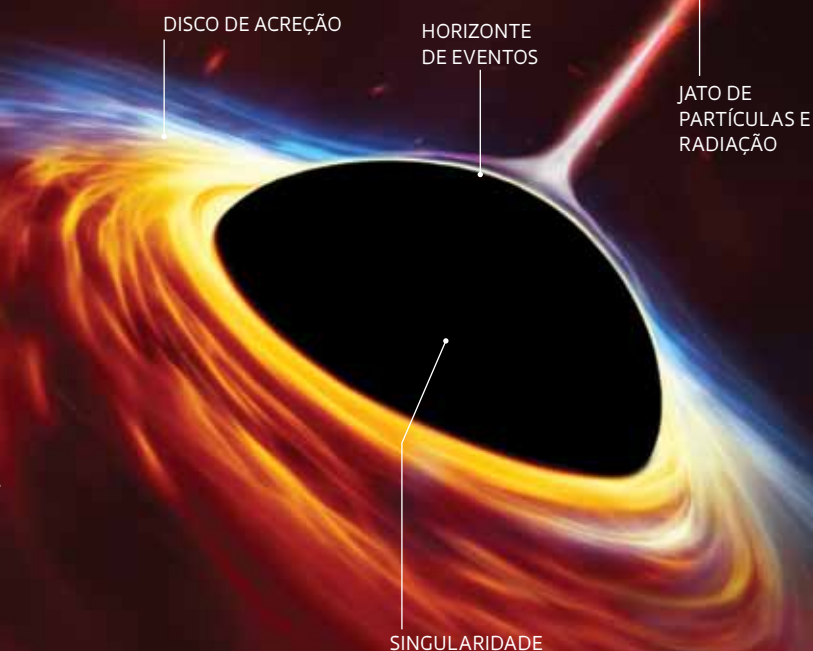
“A imagem obtida pela equipe do EHT representa o limite de nosso conhecimento”, afirma o físico teórico Bruno Carneiro da Cunha, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Ainda que não tenha nitidez perfeita, ela é considerada um feito científico por duas razões. A primeira é que permite

Anatomia de um buraco negro

Como se estruturam os objetos mais enigmáticos do Cosmo

Os buracos negros são corpos extremamente densos. Concentram uma massa muito elevada (milhões a bilhões de vezes maior que a do Sol) em uma região ínfima, a singularidade. Como resultado, deformam o espaço-tempo e atraem tudo o que está próximo. São alimentados por um disco de gás superaquecido (disco de acreção) que, atraído pela gravidade, espirala ao redor do horizonte de eventos, região a partir da qual nada escapa. Ao rotacionar, o buraco negro arrasta o disco e distorce seus campos magnéticos, criando jatos de partículas e radiação.



estimar com mais precisão as características do buraco negro da M87 – antes, por exemplo, calculava-se que sua massa fosse 3,5 bilhões de vezes maior que a do Sol. A segunda e mais importante é que ela confirma que a teoria da relatividade geral passou por mais um teste e permite descrever com precisão até mesmo os fenômenos mais extremos do Universo. O primeiro teste foi a observação há 100 anos da curvatura da luz ao passar próximo ao Sol, medida durante o eclipse de 1919 (ver Pesquisa FAPESP nº 278).

“O fato de se haver observado o horizonte de eventos com o tamanho estimado a partir de cálculos da teoria da relatividade geral deve reduzir brutalmente a atenção dada a teorias de gravitação alternativas à de Einstein”, avalia o astrofísico teórico Rodrigo Nemmen, da Universidade de São Paulo (USP).

“A observação da mancha no centro da M87 é considerada a evidência mais direta da existência de buracos negros, embora não seja a única”, explica o físico George Matsas, do Instituto de Física

Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-Unesp). Em setembro de 2015, o Observatório Interferométrico de Ondas Gravitacionais (Ligo), nos Estados Unidos, havia obtido indícios indiretos ao detectar ondas gravitacionais geradas pela colisão de dois buracos negros (ver Pesquisa FAPESP nº 241).

Avery Broderick, pesquisador do Instituto Perimeter e da Universidade de Waterloo, ambos no Canadá, afirmou durante a conferência de imprensa em Washington que a teoria da relatividade geral faz uma previsão precisa dos componentes do buraco negro. Os dados obtidos pelo Ligo e pelo EHT, prosseguiu o pesquisador, indicam que os buracos negros, com massa elevada ou pequena, guardam analogias importantes e devem se comportar do mesmo jeito.

Segundo a astrofísica brasileira Lia Medeiros, integrante da colaboração EHT e atualmente pesquisadora da Universidade do Arizona, Estados Unidos, os resultados apresentados agora ajudarão a conhecer melhor a geometria e o

comportamento do disco de matéria que alimenta os buracos negros. “Ainda há muito por compreender. Por exemplo: como são criados os jatos emitidos por alguns buracos negros, como o da galáxia M87”, diz.

Espera-se para os próximos anos obter imagens ainda mais nítidas da vizinhança do buraco negro da M87. Três outros radiotelescópios devem integrar a rede e aumentar em cerca de 30% seu poder de resolução. Antes, porém, talvez seja apresentada outra imagem: a dos arredores do buraco negro no centro da nossa galáxia, a Via Láctea. Conhecido como Sagitário A*, ele tem massa 4,1 milhões de vezes maior do que a do Sol e está situado 2 mil vezes mais perto da Terra do que o buraco negro da M87. Segundo Doeleman, essas imagens são mais complexas e a equipe do EHT ainda trabalha nelas. ■

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

SUPER-REFRIGERADOR de partículas

Grupo de São Carlos desenvolve estratégia mais simples de produzir moléculas ultrafrias

A produção de moléculas ultrafrias, mantidas a temperaturas próximas ao zero absoluto ou zero Kelvin ($-273,15^\circ$), ocorre em muitas etapas e exige o uso de vários feixes de laser, além de equipamentos caros, que custam alguns milhões de dólares, disponíveis em poucos laboratórios no mundo. Esse quadro pode começar a mudar. No Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP), a equipe de Luis Marcassa desenvolveu uma estratégia mais simples de resfriar moléculas – os físicos se interessam por elas porque permitem testar propriedades fundamentais das partículas, realizar operações de computação quântica e tentar otimizar as reações químicas. Com um feixe de laser e aparelhos que, juntos, somaram US\$ 150 mil, o grupo da USP gerou moléculas de dois átomos de rubídio à temperatura de 10 microKelvin (10 milionésimos de grau acima do zero absoluto).

A novidade está na forma de resfriar as moléculas. Os experimentos anteriores usavam um feixe de laser para reduzir a velocidade de moléculas até quase pará-las. A freada as faz perder energia e vibrar menos (quanto menor a vibração, mais baixa a temperatura), mas exige a ação de mais feixes de laser e de outras técnicas para controlar a rotação das moléculas. Marcassa e sua equipe tiveram a ideia de resfriá-las aproveitando uma

propriedade do mundo das partículas: a tendência de se manterem sempre com o nível mais baixo de energia possível.

Em um primeiro momento, eles começaram usando o laser para fornecer energia às moléculas. Isso as torna excitadas e as faz vibrar mais. Na sequência, porém, elas perdem energia emitindo luz e voltam para um estado menos energético, às vezes de energia inferior ao do estado inicial. Com base em cálculos do

grupo de Olivier Dulieu, da Universidade Paris-Sud, na França, a equipe da USP repetiu o procedimento quase 20 vezes, diminuindo progressivamente a energia fornecida às partículas até que elas quase não vibrassem mais. Com a estratégia, foi possível baixar a temperatura de 74% das 10 mil moléculas de rubídio, relataram os pesquisadores em um artigo publicado em março na *Physical Review Letters*. “O experimento funcionou como prova de princípio. Espero que estimule outros grupos a tentar reproduzi-lo”, conta Marcassa.

A estratégia reduziu a vibração das partículas, mas só parcialmente a rotação. “É um método mais simples do que os anteriores e uma alternativa interessante”, afirma o físico Marcio Miranda, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que participou da produção das primeiras moléculas ultrafrias, em 2008, nos Estados Unidos. “Ainda é preciso melhorar o controle sobre a rotação das moléculas.” ■ **Ricardo Zorzetto**

Projeto

Manipulation of atomic collisions in optical traps (nº 13/02816-8); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Luis Gustavo Marcassa (IFSC-USP); **Investimento** R\$ 1.487.738,55.

Artigo científico

PASSAGEM, H. F. *et al.* Continuous loading of ultracold ground-state $^{85}\text{Rb}_2$ molecules in a dipole trap using a single light beam. *Physical Review Letters*. 26 mar. 2019.



Ampola contendo rubídio, metal utilizado na produção de moléculas ultrafrias

A provável origem das chamas

Fogo em aparelho do auditório se alastrou e destruiu a sede do museu em setembro de 2018

Laudo aponta sobrecarga em ar-condicionado e falhas do sistema elétrico como causas do incêndio do Museu Nacional

Instalações elétricas irregulares foram a provável causa do incêndio que destruiu a sede do Museu Nacional (MN), no Rio de Janeiro, na noite de 2 de setembro de 2018 (ver Pesquisa FAPESP nº 272), de acordo com o laudo da Polícia Federal (PF) apresentado em 4 abril. Durante quase uma hora, na Superintendência da PF, no Rio, os peritos que participaram da investigação descreveram como examinaram as áreas queimadas por meio de fotos aéreas, imagens escaneadas e escavações até concluírem que o incêndio deve ter começado com uma sobrecarga elétrica no aparelho de ar-condicionado mais próximo do palco do auditório do andar térreo. O auditório encontrava-se abaixo da sala que abrigava o *Maxakalisaurus topai*, fóssil de um dinossauro de 13 metros de comprimento

que desabou quando o teto do térreo ruiu e foi destruído pelo avanço do fogo.

A sobrecarga gerou faíscas e fogo porque os três aparelhos estavam ligados a um só disjuntor, dispositivo que desliga automaticamente o circuito elétrico quando a intensidade da corrente supera a que pode ser suportada. “Deveria haver um disjuntor para cada máquina”, disse o perito criminal Marco Isaac no vídeo da apresentação. “A instalação não seguia a recomendação do fabricante [dos aparelhos].”

No início da noite do domingo em que o incêndio começou, “o ar-condicionado era o único equipamento do auditório que estava energizado, em *stand by*, esperando comando do controle remoto”, comentou, na apresentação, o também perito criminal Marco Antônio Zatta. Ele apontou outra irregularidade: “Não identificamos aterramento [elétrico], que tem a função de auxiliar o escoamento da corrente, em caso de falhas”.

Os especialistas verificaram que os extintores estavam funcionando, mas não havia hidrantes de parede, *sprinklers* (chuveiros ativados automaticamente em caso de fumaça) e alarme de incêndio. “Perdemos o museu por não haver dispositivo de detecção de incêndio”, observou

Carlos Alberto Trindade, outro perito da PF no vídeo, “nem portas corta-fogo, que impedissem a propagação da fumaça”.

Se visitantes ainda estivessem no museu quando o incêndio começou, a tragédia poderia ter sido maior, porque, em fotos anteriores à destruição, os peritos não identificaram sinalização que indicasse as rotas de fuga nessas situações. Por ausência de indícios, a equipe da PF descartou outras causas, como descarga atmosférica, queda de balão ou incêndio intencional. A divulgação do laudo encerra a investigação sobre a causa do incêndio, mas os peritos ainda trabalham para determinar se houve responsáveis pelo incidente. “Apesar de não termos examinado com cuidado o laudo, a diretoria do museu não tem capacidade técnica para se posicionar sobre ele”, disse o paleontólogo Alexander Kellner, diretor do MN.

Logo após o incêndio, o governo federal anunciou a aprovação de R\$ 10 milhões para a reconstrução, estimada entre R\$ 50 milhões e R\$ 100 milhões. Por meio de uma emenda parlamentar apresentada por deputados do Rio de Janeiro, o governo federal aprovou outros R\$ 55 milhões. “Vamos começar a reconstrução ainda neste ano”, afirma Kellner. ■

Carlos Fioravanti

Sem ferrão e muito sensíveis

Larvas de abelhas nativas se mostraram menos resistentes a inseticidas do que as de *Apis mellifera*, de origem europeia

Carlos Fioravanti

As abelhas jataí se tornam mais lentas e voam menos sob a ação de agrotóxicos



Depois de uma intensa mortandade de abelhas no início dos anos 2000, causada possivelmente pelo uso excessivo de inseticida no campo, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) convidou os biólogos Osmar Malaspina, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), de Rio Claro, e Roberta Nocelli, da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), para aprofundar os estudos sobre a situação das abelhas no Brasil. Em 2017, o governo aprovou uma lei estabelecendo que os agrotóxicos a serem comercializados no Brasil devem passar por testes de avaliação de risco em abelhas *Apis mellifera*, espécie adotada internacionalmente nos testes dessa natureza, por viver em quase todo o mundo. No entanto, a mortalidade continuou. De dezembro de 2018 a fevereiro de 2019, o Rio Grande do Sul registrou 400 milhões de *Apis* mortas, Santa Catarina 50 milhões, Mato Grosso do Sul 45 milhões e São Paulo 5 milhões. Os inseticidas usados para matar pragas das plantações são uma das causas da redução das populações de abelhas no mundo, ao lado da diminuição das áreas de florestas e das mudanças climáticas (ver Pesquisa FAPESP nº 271).

O grupo de trabalho criado pelo Ibama para avaliar o risco de agrotóxicos concluiu que era necessário incluir abelhas sem ferrão que fossem representativas das cerca de 350 espécies exclusivas do Brasil. “Temos de criar metodologias de análise de toxicidade para as abelhas nativas para não fazer apenas testes com *Apis* antes de lançar um produto novo”, enfatiza Malaspina, coordenador do laboratório de pesquisa sobre ecotoxicologia de abelhas sociais do Instituto de Biociências da Unesp de Rio Claro. “Sugerimos que os métodos para avaliação de toxicidade durante o estágio imaturo de abelhas adotados para *Apis* para avaliação de risco não podem ser aplicados nas abelhas sem ferrão”, reitera a bióloga Annelise Rosa-Fontana, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Unesp em Rio Claro.

Em 2015, em um experimento de seu doutorado na Universidade de São Paulo (USP) em Ribeirão Preto, ela colocou doses diferentes de um inseticida bastante usado na agricultura, o tiametoxam,

no alimento de larvas de uma espécie de abelha nativa sem ferrão, a canudo (*Scaptotrigona depilis*). Sobreviveram apenas 40% das larvas tratadas com a dose mais alta de inseticida, enquanto no grupo controle, que não recebeu inseticida, sobreviveram 80%, como detalhado em um artigo publicado em 2016 na revista *Apidologie*.

Em 2018, ela participou de um estudo na Unesp realizado pela bióloga Adna Dorigo, que avaliou o efeito de dimetoato, usado como referência internacional em testes de toxicidade, na uruçú nordestina (*Melipona scutellaris*). Nesse trabalho, publicado em março de 2019 na revista científica *PLOS ONE*, a concentração letal capaz de matar 50% de uma população de larvas de uruçú foi 320 vezes menor que a de larvas de *Apis*. Em novos estudos, ainda preliminares, larvas de outra espécie de abelha sem ferrão, a mandaguari (*Scaptotrigona postica*), morreram com uma concentração letal ainda menor do que a da uruçú.

MUDANÇAS DE COMPORTAMENTO

Na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP), a bióloga Cynthia Jacob reforçou as conclusões sobre os efeitos de defensivos agrícolas em abelhas sem ferrão ao verificar que o tiametoxam e outros três inseticidas do grupo dos neonicotinoides podem causar mudanças de comportamento, como a redução da velocidade de voo e da distância percorrida, de abelhas adultas jataí (*Tetragonisca angustula*), de acordo com um estudo publicado em fevereiro na revista *Chemosphere*.

Apis predominam como produtoras de mel e são essenciais como polinizadoras de laranja, soja, canola, algodão, entre outras culturas agrícolas, enquanto as sem ferrão favorecem a frutificação de café, morango, maçã, pêssego, tomate e berinjela. O relatório *Polinização, polinizadores e produção de alimentos*, organizado pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e pela Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (Rebipp) e apresentado em fevereiro de 2019, estimou em R\$ 43 bilhões os serviços prestados pelos polinizadores no

Brasil. De acordo com esse documento, as abelhas realizam 66% dos trabalhos de polinização, ao lado de besouros, borboletas, mariposas, aves e morcegos.

As abelhas sem ferrão – na verdade, com ferrão atrofiado – voam em praticamente toda a América Central e do Sul, África, Sudeste Asiático e norte da Austrália. “Elas vivem em matas próximas às plantações, como *Apis*, são menos numerosas e visíveis, percorrem áreas menores, porém entram em cultivos agrícolas”, diz Malaspina. Diante do risco de redução contínua das populações de abelhas, ele argumenta: “Como os agrotóxicos ainda são indispensáveis para manter o tamanho da safra agrícola, os fabricantes de defensivos e os produtores rurais deveriam investir mais em agroquímicos menos tóxicos ou em produtos biológicos mais seletivos”.

“Se usados adequadamente, por meio de aplicações aéreas com empresas certificadas, os defensivos agrícolas não causam impacto sobre as abelhas”, diz a advogada Renata Camargo, coordenadora de sustentabilidade da União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo (Unica), que representa 120 usinas produtoras de açúcar e álcool. Em junho de 2017, a Unica e a Organização de Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (Orplana) assinaram um acordo com órgãos do governo paulista, o Protocolo Etanol Mais Verde, para, entre outros objetivos, promover as boas práticas no uso de agrotóxicos e a proteção da vegetação nativa. ■

Projeto

Padronização de método para testes de toxicidade em larvas de abelhas sem ferrão em condições de laboratório, e potenciais efeitos adversos provenientes do alimento larval contaminado com o neonicotinoide tiametoxam (nº 16/00328-4); Modalidade Bolsa de Pós-doutorado; Pesquisador responsável Osmar Malaspina (Unesp); Bolsista Annelise de Souza Rosa; Investimento R\$ 302.373,77.

Artigos científicos

DORIGO, A. S. et al. *In vitro* larval rearing protocol for the stingless bee species *Melipona scutellaris* for toxicological studies. *PLOS ONE*. v. 14, n. 3, e02113109. 20 mar. 2019.

JACOB, C. R. de O. et al. The impact of four widely used neonicotinoid insecticides on *Tetragonisca angustula* (Latreille) (Hymenoptera: Apidae). *Chemosphere*. v. 224, p. 65-70. 18 fev. 2019.

ROSA, A. de S. et al. Consumption of the neonicotinoid thiamethoxam during the larval stage affects the survival and development of the stingless bee, *Scaptotrigona aff. depilis*. *Apidologie*. v. 47, n. 6, p. 729-38. Nov. 2016.

Risco mapeado

Estudo determina o perfil genético de pacientes brasileiros de doença rara que causa um tipo de câncer de tireoide

Suzel Tunes

Um estudo multicêntrico determinou o perfil das mutações que provocam na população brasileira a rara síndrome hereditária conhecida como neoplasia endócrina múltipla tipo 2, ou simplesmente MEN2, que acomete em média uma a cada 80 mil pessoas. Em quase 100% dos casos, a doença ocasiona o surgimento do carcinoma medular de tireoide (CMT), tumor maligno que pode levar à morte se não for tratado precocemente. Com menor frequência, também pode originar outros tumores endócrinos, como na medula da suprarrenal e nas glândulas paratireoides. A MEN2 é causada por diferentes mutações em um gene, o RET. Segundo o trabalho, que determinou a variante desse gene presente em 176 famílias que englobam 554 pacientes com CMT, as mutações mais frequentes no país são, *grosso modo*, as mesmas descritas na população europeia. No entanto,

foram encontradas diferenças regionais no perfil das alterações genéticas, que seriam um reflexo da miscigenação do povo brasileiro, devido à sua ancestralidade europeia, indígena e africana. Os resultados do estudo, que encontrou 13 diferentes tipos de mutações nesse gene, foram publicados na edição de março da revista científica *Endocrine Connections*.

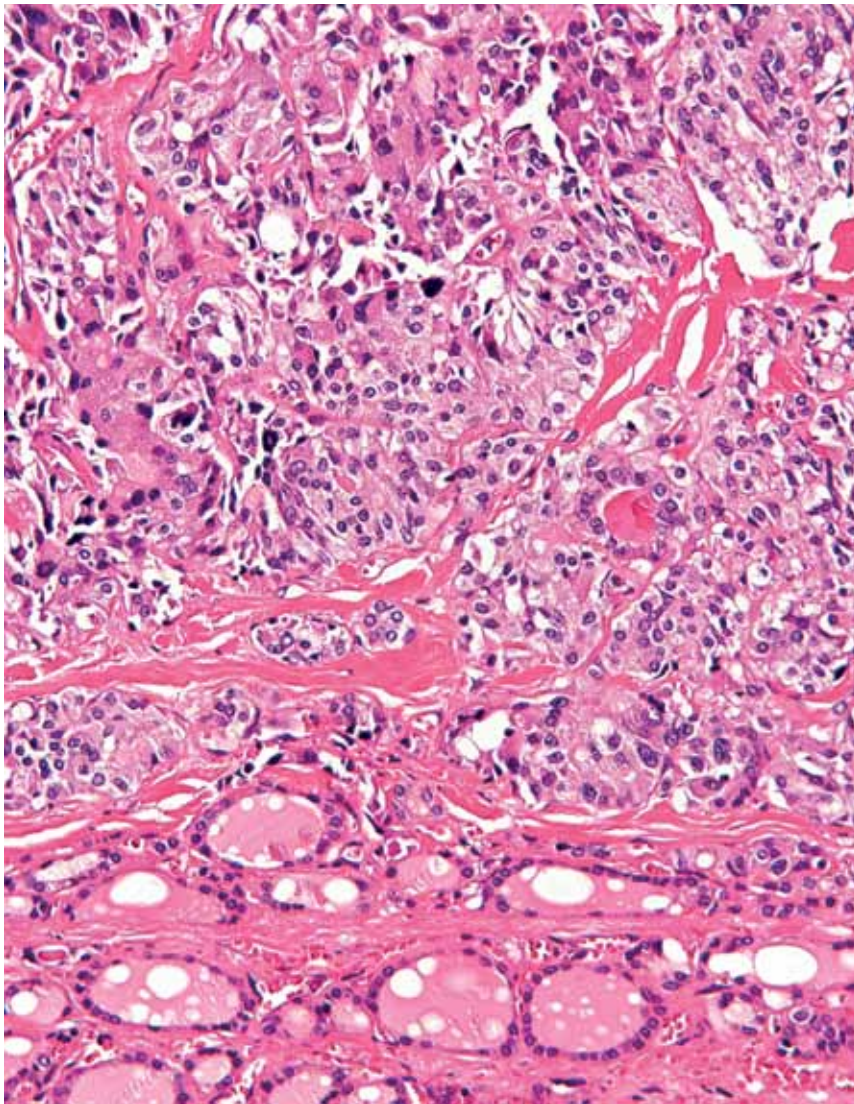
Determinar a mutação no gene RET que causa a MEN2 e, por extensão, o carcinoma medular de tireoide, é fundamental para o estabelecimento de um provável prognóstico da evolução do tumor. “Existe uma relação entre o tipo da mutação e o quadro clínico dos pacientes”, explica o endocrinologista Rui Monteiro de Barros Maciel, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e um dos coordenadores do estudo, que envolveu um consórcio de 46 pesquisadores de 18 centros de referência do país. Algumas mutações provocam ma-

nifestações muito mais precoces e graves da doença, exigindo intervenções mais rápidas, enquanto outras se manifestam de forma mais branda. A mutação M918T, por exemplo, é classificada como de risco altíssimo e apareceu como a segunda mais frequente entre os pacientes estudados (quase 15% das famílias apresentavam essa alteração genética). Aos portadores dessa mutação é indicada a retirada imediata da tireoide mesmo que ainda não haja aparecimento de tumor.

A mutação mais comum entre os pacientes brasileiros, presente em 43% das famílias do levantamento, foi a C634, que também apresenta risco elevado de causar precocemente câncer de tireoide, mas menor do que em pacientes com a M918T. No caso de mutações de manifestação mais branda, como a V804, encontrada em 12,5% das famílias do estudo, a retirada da tireoide, conduta necessária para todos os casos de MEN2, pode ser feita mais tarde.

Além de o grau de agressividade da mutação ser importante para prever o desenvolvimento do CMT, a demora no diagnóstico também reduz as chances de cura. “Muitos casos são diagnosticados tardiamente, o que contribui para a mortalidade e morbidade dos pacientes”, afirma a endocrinologista Ana Luíza Maia, chefe da Unidade de Tireoide do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), outra coordenadora do estudo, denominado BrasMEN. O estudo contou com financiamento das fundações de amparo à pesquisa de São Paulo e do Rio Grande do Sul.

Um dos dados mais interessantes produzidos pelo trabalho diz respeito à prevalência no país da mutação G533C, descoberta por Maciel e colaboradores em 2002. Essa alteração estava presente em 0,6% das famílias participantes do trabalho, frequência maior ou igual à encontrada em países da Europa, com uma única exceção: a Grécia, onde essa mutação é a mais comum. “Acreditávamos que outros indivíduos vivendo na



Europa poderiam apresentar a mesma mutação devido ao fato de que a família em que descobrimos essa alteração genética ser originária de Barcelona, na Espanha, e ter emigrado para o Brasil no final do século XIX”, recorda-se Maciel. Em parceria com pesquisadores gregos, Maciel e seus colegas determinaram que essa mutação era realmente originária do povo helênico, de onde se espalhou para o resto do continente europeu.

O BrasMEN fez também uma descoberta sobre a ancestralidade da síndrome no Vale do Jaguaribe, no Ceará. Nesse estado, os pesquisadores encontraram uma rara mutação batizada de M918V em algumas famílias. “A princípio pensávamos que se tratasse de famílias isoladas, mas o estudo genético mostrou que todos os pacientes tinham um ancestral comum”, diz Maciel. Estudos matemáticos indicaram que a mutação M918V acompanha a população local ao longo de 15 gerações,

mais de 350 anos. Levantamentos históricos baseados em narrativas orais e nos arquivos de registros de nascimento e batismo confirmaram a existência de um ancestral comum que emigrou de Portugal para o Brasil em 1700 e participou da colonização do Ceará.

TESTE GENÉTICO

Para Maciel, o estudo do gene RET pode trazer tranquilidade e melhorar a qualidade de vida dos portadores de mutações que causam a MEN2. “Anos atrás, quando uma pessoa era identificada com câncer de tireoide decorrente dessa síndrome, todos os membros da família ficavam com uma nuvem escura pairando sobre a cabeça. A MEN2 é uma doença autossômica dominante: os descendentes diretos do paciente têm 50% de risco de herdá-la”, lembra ele. Os familiares mais próximos do doente eram, então, obrigados a fazer frequentes ultrassono-

grafias e dosagens de calcitonina, hormônio secretado pela tireoide que funciona como um marcador tumoral, pois seus níveis aumentam quando o tumor se instala. Hoje, um teste genético permite identificar se o paciente tem alguma mutação associada à MEN2.

Embora o tipo de mutação genética seja um bom indicativo do prognóstico, essa relação não é 100% determinante e não se deve abrir mão de avaliação individualizada de cada caso. Pessoas com o mesmo tipo de mutação podem, eventualmente, apresentar diferentes evoluções da doença. “Encontramos em uma família, por exemplo, portadores da mesma mutação que apresentaram diferentes quadros clínicos”, conta Maia. Em um adolescente de 17 anos, o CMT já havia se manifestado. Mas, em outro membro da família, o tumor foi diagnosticado tardiamente e o paciente morreu aos 75 anos de outra causa.

“Esse estudo multicêntrico, apesar de mais concentrado nas regiões Sudeste e Sul, pode ser tomado como uma referência das mutações em pacientes brasileiros com MEN2”, afirma a endocrinologista Denise Engelbrecht Zantut Wittmann, do Serviço de Câncer de Tireoide da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM-Unicamp), que não participou do trabalho. Para José Augusto Sgarbi, presidente do Departamento de Tireoide da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (Sbem), os resultados do BrasMEN reforçam a necessidade de criação de políticas públicas, como o estabelecimento de um protocolo determinando a realização de exames genéticos nos pacientes diagnosticados com CMT e em familiares próximos. “Hoje a Sbem recomenda que todos os indivíduos que tenham o carcinoma medular de tireoide realizem o teste genético”, comenta Sgarbi. O exame ainda não é coberto pelo Sistema Único de Saúde (SUS). ■

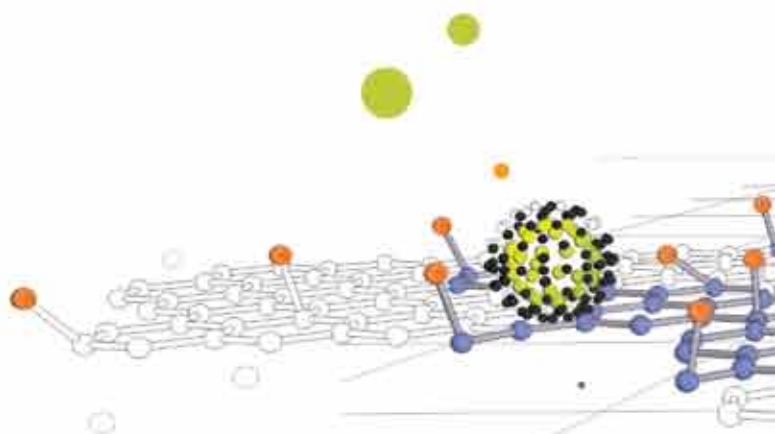
Projeto

Sequenciamento completo do exoma, Paired-end RNA e genoma: Novos insights sobre a natureza genética do câncer de tireoide na idade adulta e na faixa etária pediátrica e aplicações na prática clínica (nº 14/06570-6) Modalidade Projeto Temático; Pesquisadora responsável Janete Maria Cerutti (Unifesp); Investimento R\$ 2.697.516,49.

Artigo científico

MACIEL, R.M.B. *et al.* Genotype and phenotype landscape of MEN2 in 554 medullary thyroid cancer patients: The BrasMEN study. *Endocrine Connections*. 1º mar. 2019.

A energia de uma dupla de metais



Nanopartículas de ouro revestidas de platina podem melhorar a eficiência de catalisador usado em células a combustível

Rafael Garcia

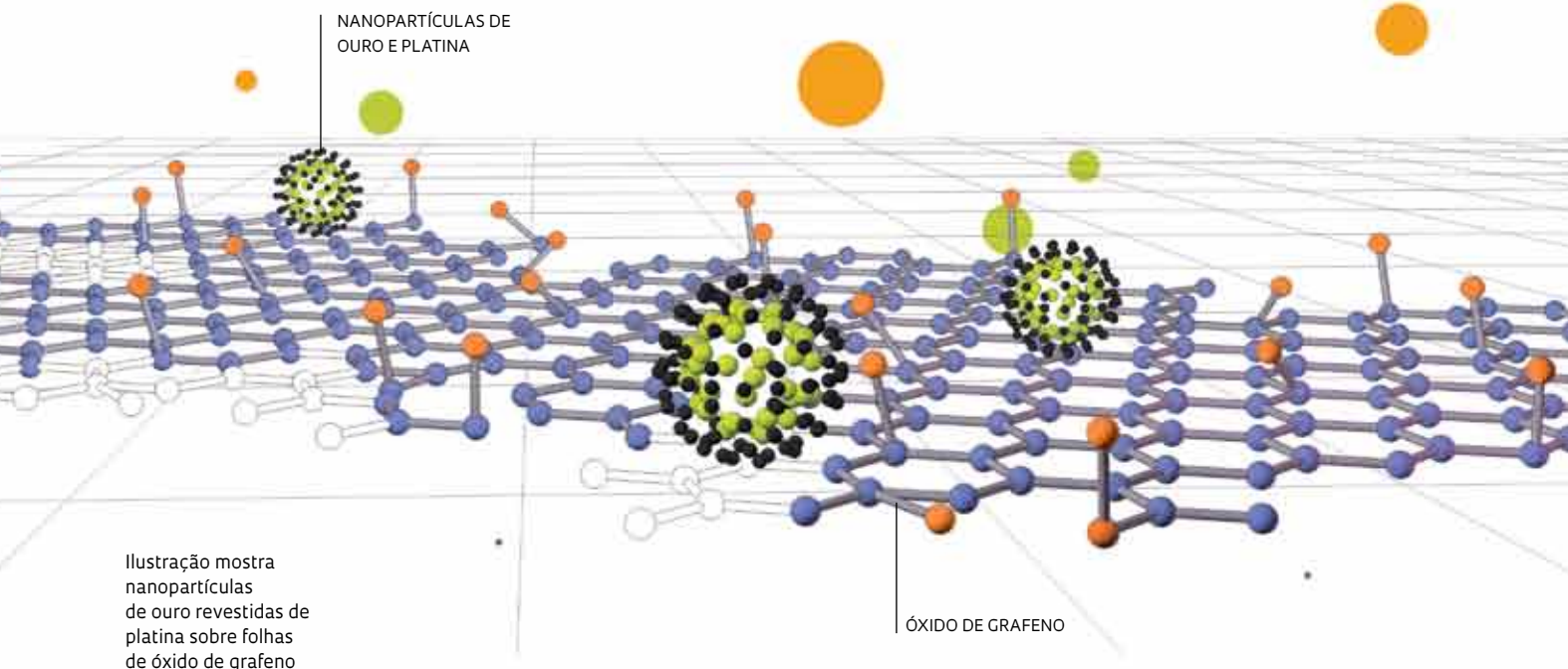
Uma equipe do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologias (MackGraphe), da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, desenvolveu o protótipo de um catalisador bimetálico que poderia aumentar a eficiência de células a combustível – dispositivos que convertem hidrogênio em eletricidade de forma silenciosa e sem emitir poluentes. Usualmente feito de platina, um elemento raro e caro, o catalisador de células a combustível estimula a quebra da molécula de água (H_2O) que libera átomos para a formação de oxigênio e de hidrogênio. Esse último gás é o responsável por alimentar a célula a combustível, que, como uma bateria elétrica, pode ser usada para movimentar veículos. O catalisador é incorporado aos eletrodos, dispositivos que aplicam uma descarga elétrica na água durante o procedimento de eletrólise. Dessa forma, núcleos de hidrogênio são estimulados a se ligarem uns aos outros, em vez de entrarem na formação de novas moléculas de água, que seria seu curso natural.

O dispositivo formulado pelos pesquisadores da universidade paulista é formado por uma folha de óxido de grafeno ao qual são agregadas nanopartículas de ouro revestidas por uma camada de platina com um átomo de espessura. A nanoestrutura peculiar, originada pela junção das partículas dos dois metais, seria a responsável por aprimorar o desempenho do dispositivo. O segredo do catalisador residiria na camada monoatômica de platina sobre ouro, que aumenta as propriedades eletrônicas do nanomaterial e sua capacidade de atuar como catalisador. “As nanopartículas são arranjadas de maneira a formar um caroço de ouro de aproximadamente 1,2 nanômetro com uma casca de platina”, explica o físico teórico Leandro Seixas, do MackGraphe, um dos autores do estudo publicado em 29 de janeiro no periódico *ACS Applied Materials & Interfaces*, que descreveu o processo de criação do dispositivo. Com a capa de platina e o interior de ouro, as nanopartículas atingem no máximo 1,8 nanômetro.

Além de se mostrar mais eficiente nos testes realizados, o novo catalisa-

dor também poderia ser mais barato, pois empregaria menores quantidades de platina do que os dispositivos atuais, segundo os pesquisadores. “A platina é muito cara e o processo de geração de combustível com esse tipo de catalisador ainda é pouco eficiente”, diz Seixas. Essas limitações estimularam a equipe do MackGraphe a usar seus conhecimentos sobre o grafeno e nanoestruturas para tentar manipular a platina e melhorar o processo de obtenção de hidrogênio.

Nos experimentos e simulações, as nanopartículas de ouro recobertas por uma folha de platina funcionaram como catalisador de forma superior à de estruturas feitas de partículas macroscópicas de platina, da liga ouro-platina e até de nanopartículas apenas de platina. “Quando colocamos a platina em cima do ouro, ela fica mais ativa que a platina pura”, comenta a química Camila Maroneze, do MackGraphe, outra autora do estudo. “Esse foi um aspecto interessante que a teoria previu bem e comprovamos experimentalmente.” Para concluir a parte teórica do trabalho, os pesquisadores contaram com a infraestrutura do centro



de pesquisa em materiais bidimensionais da Universidade Nacional de Cingapura, cujo supercomputador rodou simulações sobre o novo material. Na frente experimental, microscópios de transmissão eletrônica do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), de Campinas, foram usados para ver as nanoestruturas obtidas em laboratório.

ARMAZENAR ENERGIA

Conduzidas pela equipe do Mackenzie como ciência básica, as pesquisas de Seixas e Maroneze não geraram, ainda, patentes. A manipulação do ouro sobre a base de óxido de grafeno havia sido descrita em um estudo publicado no ano passado na revista científica *Nanoscale*. A produção dessas nanopartículas é, porém, o estágio inicial em um movimentado cenário de inovação. O hidrogênio hoje é usado não apenas nos primeiros modelos de carros movidos a célula a combustível, mas também em dispositivos para armazenar energia. “A demanda por esse segundo tipo de aplicação deve aumentar à medida que a energia solar e a eólica também crescerem”, prevê o

físico Ennio Peres, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). “A energia gerada pelo sol e pelo vento é intermitente e precisa ser armazenada para que possa ser utilizada nos picos de consumo. Se aproveitarmos essa energia excedente para produzir hidrogênio combustível, poderemos armazená-la para usar mais tarde, gerando eletricidade com células a combustível.”

Antes de se aposentar, Peres dirigiu na Unicamp por mais de uma década o Laboratório de Hidrogênio (LH2), que originou a empresa Hytron, spin-off brasileira que atua no mercado de armazenamento de energia com hidrogênio. Segundo o pesquisador, no campo das aplicações práticas o custo dos catalisadores é uma questão crucial. Nas células a combustível, que funcionam como os “motores” dos veículos e dos geradores, ainda não se arranjou substituto eficaz para a platina. Há uma corrida tecnológica para tentar baratear esses dispositivos.

O grupo de pesquisa do MackGrappe trabalha em duas frentes, também adotadas por equipes de várias universidades e centros de estudos do mundo. Uma delas

é melhorar a eficácia da platina, como foi feito no trabalho publicado agora. Outra é achar substitutos para esse elemento. “Um metal que estamos estudando, o molibdênio, é muito mais barato do que a platina”, diz Seixas. “Quando combinado com o enxofre, o molibdênio fica lamelar, ou bidimensional, assim como o grafeno.” O chamado dissulfeto de molibdênio, explica o físico, pode ser então reestruturado na escala nanométrica, na tentativa de se obter propriedades eletrônicas diferentes. Esse composto vem sendo mencionado com frequência na literatura científica da área e deve ser objeto dos próximos trabalhos a serem publicados pelo grupo. ■

Projeto

Grafeno: Fotônica e optoeletrônica. Colaboração UPM-NUS (nº 12/50259-8); Modalidade Auxílio à Pesquisa; Programa Spec; Pesquisador responsável Antonio Helio de Castro Neto (Universidade Presbiteriana Mackenzie); Investimento R\$ 13.561.689,05 (para todo o projeto).

Artigo científico

GERMANO, L. D. *et al.* Ultrasmall (<2 nm) Au@Pt Nanostructures: Tuning the surface electronic states for electrocatalysis. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 29 jan. 2019.

Para tirar o sal da água

Ceará planeja construir a primeira grande usina de dessalinização do país; novas tecnologias são pesquisadas no Brasil e no exterior para reduzir o custo do processo

Rodrigo de Oliveira Andrade

Um dos estados brasileiros mais castigados pela falta de chuvas e escassez hídrica, o Ceará prepara-se para construir a maior usina de dessalinização de água marinha do país. Quando estiver pronto, o empreendimento, cujo projeto foi iniciado em 2016, irá reforçar o sistema de abastecimento da capital, Fortaleza, e dos municípios da região metropolitana, uma mancha urbana onde vivem mais de 4 milhões de pessoas. A expectativa da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), empresa de saneamento responsável pelo projeto, é de que o edital de licitação seja lançado ainda neste semestre. Os estudos técnicos, operacionais, ambientais e econômicos que estão sendo usados para a elaboração da concorrência pública foram feitos por um consórcio liderado pelo Grupo GS, da Coreia do Sul.

Ronner Gondim, superintendente de sustentabilidade da Cagece, explica que a construção da planta, prevista para começar a operar em 2022, será feita a partir de uma parceria público-privada (PPP), cujos detalhes serão definidos pelo edital. O local de instalação ainda não foi escolhido, mas cogita-se a praia de Mucuripe, próxima ao porto de Fortaleza. A usina está sendo projetada para produzir 1 metro cúbico (m³) de água por segundo (o equivalente a mil litros) – a Região Metropolitana de Fortaleza consome 8 m³ por segundo. “Teremos um aumento de 12% na oferta de água na região, o suficiente para abastecer cerca de 720 mil pessoas”, ressalta. O valor estimado do projeto gira em torno de R\$ 480 milhões.

“A empresa vencedora assumirá a construção e o direito de operação por 30 anos”, diz Gondim. O governo cearense vai estipular uma tarifa máxima por litro de água dessalinizada. O vencedor da licitação será quem oferecer a menor tarifa. Hoje, o valor médio praticado pela Cagece para tratar 1 m³ de água doce está em torno de R\$ 3. O custo médio da água dessalinizada ao redor do mundo começa em US\$ 2 (cerca de R\$ 8) o metro cúbico, a depender do processo usado.

A expectativa é de que a nova usina retire o sal da água marinha por meio da técnica de osmose reversa, embora a definição final caiba ao vencedor da licitação. Esse é o método de dessalinização mais barato e usado no mundo. Nele, uma bomba de alta pressão força a água a passar por membranas poliméricas com orifícios minúsculos, que retêm os sais. O gasto energético desse processo chega a 4 quilowatts-hora (kWh)



Usina de
dessalinização
por osmose
reversa
de Barcelona,
na Espanha

por m³ de água purificada. A tecnologia representa 84% do total de operações de dessalinização no mundo. Israel é um dos pioneiros no uso do sistema. A cada ano, 600 milhões de m³ de água do mar são transformados em potável no país, atendendo as necessidades de 6,5 milhões de pessoas, cerca de 75% da população israelense.

Atualmente 15,9 mil plantas de dessalinização encontram-se em operação no planeta, com capacidade para purificar cerca de 95 milhões de m³ de água por dia, segundo estudo publicado em dezembro de 2018 na revista *Science of the Total Environment*. Essas usinas estão localizadas principalmente no Oriente Médio, norte da África, Estados Unidos, China e Austrália. Na Europa, a Espanha é o principal país a usar a tecnologia. A planta de Barcelona, na costa do Mediterrâneo, com capacidade para processar 2,3 m³ de água por segundo, é uma das principais do continente.

CUSTO É ENTRAVE

Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos estão entre os países que mais usam a tecnologia para a produção de água potável a partir da água do mar. A maior usina do mundo, a de Ras Al-Khair, com produção de 1 milhão de m³ de água por dia (11,5 m³ por segundo), fica na Arábia Saudita. A técnica mais comum por lá é a dessalinização térmica, na qual a água salgada é armazenada em tanques aquecidos. Quando evapora, acumula-se na parte superior do reservatório e, ao se condensar, transforma-se em água pura, sem os sais (ver infográfico na página 67).

Um dos problemas da dessalinização térmica é a elevada demanda de energia, que pode chegar a

15 kWh/m³. A principal fonte de energia térmica usada no processo são combustíveis fósseis, como petróleo e gás, abundantes naquela região. O custo da dessalinização térmica é por volta de três vezes maior do que o da técnica de osmose reversa, chegando a cerca de US\$ 6 por m³ de água tratada.

Pesquisadores de vários países estudam novos sistemas de dessalinização mais eficientes e econômicos – o alto consumo de energia é o principal entrave para a adoção em larga escala da dessalinização, sobretudo em países em desenvolvimento. Uma das novas tecnologias em estudo é a deionização capacitiva, processo eletroquímico que retém os íons da água no momento em que ela passa entre dois eletrodos porosos de carbono eletricamente carregados. “A deionização capacitiva ainda está em desenvolvimento, mas tem se mostrado promissora. No caso da dessalinização de águas salobras, é até mais barata do que a osmose reversa”, diz o engenheiro químico Luís Augusto Martins Ruotolo, do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). No mundo, os principais grupos dedicados a essa técnica estão na Universidade Stanford, no Laboratório Nacional Lawrence Livermore, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), todos nos Estados Unidos, e no Centro Europeu de Excelência em Tecnologias para Água Sustentável (Wetsus), na Holanda.

Segundo Ruotolo, a principal vantagem desse sistema é que, ao contrário da osmose reversa, pressões elevadas não são necessárias para a operação do equipamento. “Isso implicaria uma diminuição da demanda energética e dos custos

Governo cria centro de pesquisa para o setor

Instituição irá avaliar o desempenho de dessalinizadores usados no país

A fim de impulsionar o desenvolvimento e uso de dessalinizadores no Brasil, o governo federal anunciou em janeiro deste ano a criação do Centro de Testes de Tecnologia de Dessalinização (CTTD), com sede no Instituto Nacional do Semiárido (Insa), em Campina Grande, na Paraíba. O instituto é uma das unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A criação do CTTD foi uma das 35 metas prioritárias da administração federal para os primeiros 100 dias de governo. Os pesquisadores do novo órgão também contam com a infraestrutura do

Laboratório de Referência em Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

“O objetivo do centro é avaliar o grau de maturidade tecnológica dos dessalinizadores em operação no país e dos equipamentos ainda em desenvolvimento”, afirma o engenheiro agrícola Salomão Medeiros, diretor do Insa. “Isso será feito por meio de testes de eficiência dos aparelhos e da avaliação da qualidade da dessalinização, gasto de energia, custo de manutenção, entre outros parâmetros.” Para isso, o governo lançou uma chamada pública para empresas

interessadas em enviar seus sistemas para avaliação de desempenho. Por ora, sete companhias foram selecionadas, todas brasileiras.

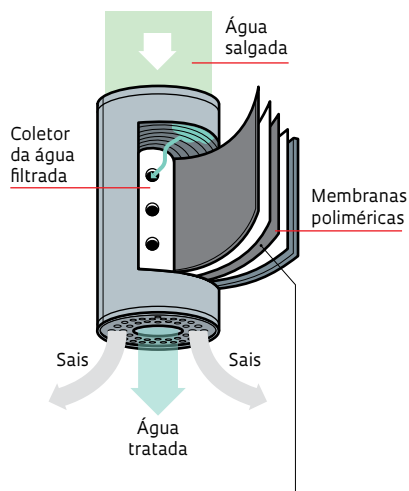
Medeiros esclarece que o governo ainda não anunciou o valor total a ser repassado ao novo empreendimento, que começou a operar em abril. A iniciativa também pretende estimular o intercâmbio de conhecimento sobre dessalinização entre pesquisadores brasileiros e israelenses. “O domínio dessa tecnologia é estratégico em qualquer país, mesmo naqueles com abundância de água, como o Brasil”, destaca o diretor do Insa.

Processos de dessalinização

Conheça as principais técnicas existentes e os métodos em desenvolvimento

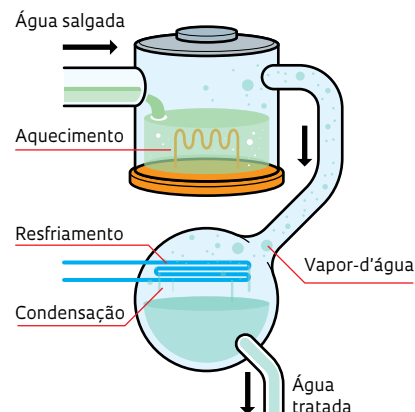
OSMOSE REVERSA

Sob alta pressão, a água no mar passa por membranas poliméricas, dotadas de minúsculos orifícios, que retêm os sais presentes no líquido. É o método mais usado no mundo



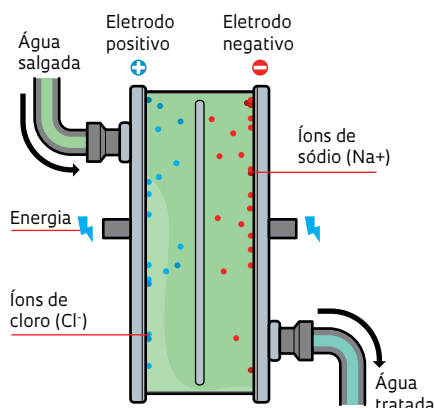
DESSALINIZAÇÃO TÉRMICA

A água salgada é aquecida e evapora, acumulando-se na parte interna do tanque. Em outro compartimento, o vapor é resfriado, condensa-se e transforma-se novamente em água. Técnica tem elevado gasto energético



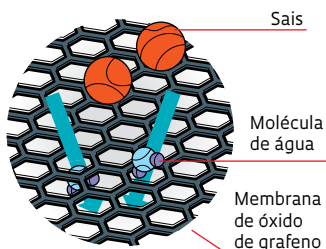
DEIONIZAÇÃO CAPACITIVA

Nesse processo eletroquímico, o líquido passa entre dois eletrodos porosos de carbono eletricamente carregados que fazem a retenção dos íons de sódio e cloro presentes na água salgada. O método ainda está em desenvolvimento



ÓXIDO DE GRAFENO

Nesse sistema de osmose reversa, a filtragem é realizada por membranas feitas de óxido de grafeno. Elas deixam passar as moléculas de água, mas retêm os íons de cloro e sódio (sais). O processo não é comercial



Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Federal da Paraíba (UEPB) trabalham na criação de membranas nanoestruturadas de grafeno para dessalinizar água salobra. Além da redução do custo, outra vantagem desse método é que os filtros de grafeno não precisam ser limpos com a mesma frequência dos filtros de membranas de osmose reversa. O grafeno também é imune aos efeitos do cloro, usado durante o processo de limpeza e que reduz a integridade estrutural das membranas poliméricas, fazendo com que precisem ser substituídas com mais frequência.

DESSALINIZAÇÃO NO BRASIL

A usina de dessalinização do Ceará deverá ser a maior, mas não a primeira, a operar no Brasil. Há quase duas décadas o arquipélago de Fernando de Noronha tem um pequeno sistema de dessalinização capaz de produzir cerca de 720 m³ de água por dia. A produção responde por 40% da demanda hídrica do arquipélago. O restante vem da água das chuvas. Algumas comunidades do semiárido brasileiro também contam com o auxílio de dessalinizadores para tornar a água salobra obtida de poços artesanais adequada ao consumo humano. “Todos usam o método de osmose reversa”, esclarece a engenheira química Weruska Brasileiro Ferreira, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPB.

de operação”, explica. No Brasil, o grupo de Ruotolo desenvolveu um processo de deionização capacitiva à base de carvões ativados com poros nanométricos (ver Pesquisa FAPESP nº 262).

Outra estratégia que vem ganhando destaque é o uso de membranas feitas de óxido de grafeno, caracterizadas como folhas de carbono com espessura atômica, em sistemas de osmose reversa. A ideia é usá-las como uma peneira para remover o sal da água marinha ou salobra, como a encontrada em poços perfurados no semiárido brasileiro. Estima-se que seu emprego reduza em até 50% o gasto energético para bombear a água pelos filtros. Isso porque há menos atrito quando se força a passagem da água salgada por membranas de grafeno em comparação com as tradicionais de polímero.

Cientistas ao redor do mundo têm se debruçado sobre essa tecnologia. No Brasil, pesquisadores das universidades Estadual da Paraíba (UEPB),



A distribuição e a instalação desses aparelhos vêm sendo feitas desde a década de 1990 por várias instituições. A partir de 2011, o governo federal desenvolveu uma metodologia que deu base ao Programa Água Doce e que incorpora cuidados técnicos, sociais e ambientais visando uma maior sustentabilidade no funcionamento dos sistemas de dessalinização. Por meio do programa, foram implantados 605 dessalinizadores, beneficiando cerca de 240 mil pessoas em 174 municípios.

Segundo o engenheiro civil Alexandre Saia, coordenador de dessalinização do Ministério do Desenvolvimento Regional, o custo médio de instalação de dessalinizadores no sertão nordestino é de R\$ 278 mil por unidade. Cada equipamento produz 4 m³ por dia, o que atende 400 pessoas. Muitos dos sistemas instalados no semiárido, no entanto, estão abandonados por falta de recursos das prefeituras para manutenção adequada.

O engenheiro industrial Antonio Santos Sánchez, da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA), explica que a manutenção envolve sobretudo a troca e a limpeza das membranas que retêm os sais, cuja vida útil é de cinco a nove anos. “Sem a limpeza adequada, a durabilidade do sistema se reduz”, destaca. O custo anual de manutenção gira em torno de R\$ 18 mil, segundo a coordenação do Programa Água Doce.

As membranas usadas no Brasil são fabricadas pela companhia norte-americana Dow Chemical. É o mesmo material empregado em dessalinizadores de Israel. O que muda é a quantidade de energia demandada pelo sistema e o tipo de membrana usada no processo. A concentração de sais na água do mar é muito maior do que nos poços do semiárido, o que exige maior gasto de energia

e mais membranas para dessalgá-la. Cada litro de água do mar tem mais de 30 mil miligramas (mg) de sal. Já a água dos poços no semiárido apresenta concentração a partir de 5 mil mg de sal por litro, podendo atingir 18 mil mg. O valor considerado adequado para consumo humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS) varia entre 250 e 500 mg por litro.

“Cada 2 mil litros de água salobra que passa pelo dessalinizador rendem mil litros de água potável e outros mil litros de água muito salgada, que é o rejeito”, diz o cientista de alimentos Ângelo Paggi Matos, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Seu descarte é um dos problemas associados à dessalinização no país.

Nas usinas que processam água do mar, o rejeito, ou concentrado salino, é devolvido ao oceano. Já nas que operam no semiárido, o descarte inadequado pode comprometer a qualidade do solo, tornando-o improdutivo. Para contornar esse problema, o Programa Água Doce implantou tanques para contenção do concentrado. Por meio de uma parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Semiárido, em Petrolina (PE), foram criadas estratégias para o reúso desse rejeito na produção de tilápia e irrigação de mudas de espécies vegetais da Caatinga, como a erva-sal (*Atriplex nummularia*), empregada como alimento para caprinos e ovinos. ■

Irrigação de plantação no semiárido nordestino com rejeito do processo de dessalinização

Projeto

Dessalinização por deionização capacitiva: Desenvolvimento de novos eletrodos e otimização do processo (nº 15/16107-4); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável Luís Augusto Martins Ruotolo (UFSCar); Investimento R\$ 228.804,27.



Amostras de fibra, fio e tecido de cashmere feitas no país

LIA SOUZA COELHO

O fino pelo das cabras

Fibra cashmere produzida a partir de caprinos nacionais tem qualidade superior à comercializada no mercado internacional

Domingos Zaparolli

O Brasil poderá se inserir em alguns anos no mercado global de um insumo valorizado pela indústria têxtil. Trata-se do cashmere, uma fibra natural muito fina, leve, suave e, ao mesmo tempo, forte e resistente. Produzida a partir de pelos de caprinos, ela proporciona conforto e isolamento térmico, protegendo tanto do frio quanto do calor. Um quilo da fibra é cotado no mercado internacional a US\$ 160 (cerca de R\$ 630), de acordo com o site de informações Emerging Textiles. No ano passado, a China liderou a fabricação do insumo, com 15 mil toneladas (t), cerca de 60% do total, seguido pela Mongólia, com 6 mil t.

A entrada de produtores brasileiros nesse mercado será resultado de pesquisas conduzidas há sete anos pela zootecnista Lia Souza Coelho, colaboradora do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), sediado no Rio de Janeiro. Durante seu mestrado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), ela descobriu que é possível produzir no país uma fibra cashmere ainda mais delgada e confortável do que as disponíveis

no mundo – quanto mais fino o insumo, maior a sensação de suavidade ao toque e mais valorizado o tecido. Agora, a cientista trabalha para viabilizar uma cadeia produtiva para o cashmere nacional.

Tecidos com essa fibra são produzidos há séculos na Caxemira, região situada no norte do subcontinente indiano, na China e no Nepal, a partir da retirada no verão dos subpelos (camada inferior da pelagem) de cabras da raça cashmere (*Hircus laniger*) – eles são essenciais para os animais enfrentarem o inverno do Himalaia. O trabalho de Lia Coelho teve início quando um caprinocultor fluminense doou para a UFRRJ algumas cabras da raça boer, nativas da África do Sul, mas introduzidas há muito tempo no Brasil – o criador estava desgostoso com a feiura dos animais e com o fato de terem o corpo coberto por pelos embolados e um excesso de fibras finas.

“Ninguém sabia o que era aquele tipo de pelo”, recorda-se a pesquisadora. “Analisar o material em um microscópio eletrônico de varredura, estudei sobre fibras de origem animal e descobri que a fibra que os caprinos estavam produzindo era cashmere”, relata. Não se tratava de uma fibra cashmere comum, porém.

Sinais particulares

Principais características da fibra cashmere

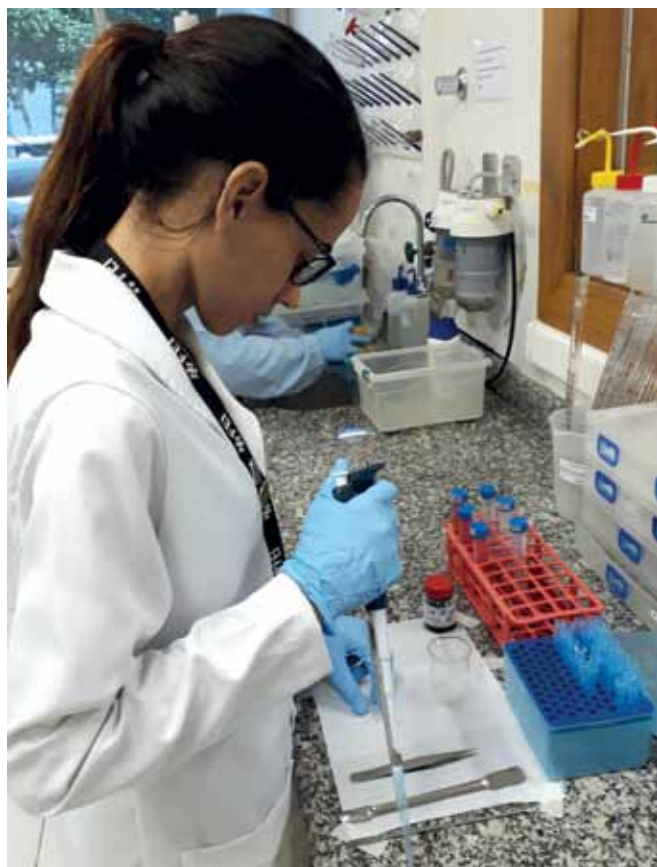
- ▶ É o subpelo de caprinos, machos ou fêmeas de qualquer idade
- ▶ A espessura média da fibra não pode exceder 19 micrômetros (μm)
- ▶ Os animais produtores podem ser de diversas raças. No passado, a fibra original era coletada da raça cashmere, o que lhe valeu essa denominação

Para ser classificada como tal, a fibra precisa ter até 19 micrômetros (μm) de espessura. Fibras de caprinos muito novos conseguem a média de 14 μm . É a chamada baby cashmere, cuja comercialização é feita diretamente entre produtores e confecções internacionais de alto luxo; seus preços, superiores ao normal, não são divulgados. Em grifes como as italianas Brunello Cucinelli e Loro Piana, um suéter de baby cashmere é vendido por € 2.500 (em torno de R\$ 11.000). A fibra cashmere obtida com as cabras brasileiras mede entre 10 e 12 μm de espessura. “A radiação intensa de sol no Brasil provavelmente favoreceu o aparecimento de cashmere com característica mais fina nas cabras brasileiras”, explica Lia Coelho.

Segundo Júlia Baruque Ramos, professora do bacharelado têxtil e moda da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), o cashmere é um material nobre por excelência. “Há demanda por fibras de melhor qualidade, ou seja, mais finas. O Brasil poderá ser um potencial exportador desse tipo de cashmere”, opina.

As pesquisas de Lia Coelho constataram que, além das cabras boer, animais das raças saanen, alpina, alpina americana e savana – todas originárias de outros países, mas bem adaptadas no Brasil –, assim como mestiços dessas raças, também produzem a fibra. Em seu doutorado, concluído em 2018 na UFRRJ, Lia produziu os primeiros protótipos de fio e tecido de cashmere brasileiro. Também concluiu que a fibra nacional usa menos água no processamento, gerando uma economia de 98% em relação à produção convencional. Isso se dá por causa da forma de criação intensiva em fazendas feita no Brasil, que favorece a obtenção de fibras mais limpas, dispensando a lavagem inicial – na Ásia, os animais são criados nas montanhas, expostos à chuva e à neve.

Realizada com apoio da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confeção (Abit), do Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai Cetiqt) e da Brastema, representante no país da indústria japonesa de equipamentos têxteis Shima Seiki, a pesquisa resultou em um livro, um artigo e cinco patentes depositadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) – outras nove estão sendo pre-



A zootecnista Lia Coelho durante análise das fibras em laboratório



As fibras de cashmere são retiradas por meio de escovação

paradas para depósito. Os estudos foram feitos nos laboratórios do CBPF, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Araraquara, e do Instituto Nacional de Tecnologia Industrial da Argentina (Inti). “O Inti conta com especialistas e aparelhos para realização de testes físicos da fibra cashmere com as normas reconhecidas internacionalmente, algo que, infelizmente, inexistente no país”, relata a cientista.

CADEIA PRODUTIVA

Lia Coelho agora integra a equipe de pesquisadores colaboradores do CBPF, sob supervisão de André Linhares Rossi, e lidera o Projeto Cashmere Brasileira, cujo objetivo é criar uma cadeia produtiva local para o insumo têxtil. A iniciativa já foi apresentada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e ao governo da Paraíba, estado que concentra expressivo rebanho de caprinos. Em paralelo, a equipe do projeto trabalha para demonstrar o potencial do cashmere brasileiro para associações de criadores.

O último Censo Agropecuário produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) informa que o rebanho de caprinos do país somava 8,2 milhões de animais em 2017, sendo que 90% está

na região Nordeste. As principais fontes de renda do caprinocultor são a produção de carne e leite. Em janeiro deste ano, o criador ganhava em torno de R\$ 190 na venda do animal vivo para abate, conforme levantamento da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Cada caprino brasileiro produz cerca de 217 gramas de fibra cashmere por ano. Segundo Lia Coelho, negociações preliminares com potenciais interessados indicam um preço médio na casa de R\$ 1.137 o quilo da fibra nacional, superior ao do insumo no mercado internacional, em razão de sua qualidade superior. Caso esse valor seja confirmado, a coleta da fibra poderá acrescentar uma renda de R\$ 247 ao ano por animal aos criadores. Essa não é a única vantagem. A retirada da fibra se dá por escovação e apenas na época em que se desprende sozinha do animal. “Os caprinos escovados aumentam a produção de leite e sofrem menor estresse térmico”, relata a pesquisadora.

Para Júlia Baruque Ramos, da EACH-USP, o cashmere brasileiro poderá ser valorizado no mercado internacional de alto luxo em razão não só da qualidade, mas também pela sustentabilidade econômica e ambiental. O insumo nacional, destaca, atende a vários dos Objetivos de

Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), entre eles a geração de trabalho e renda para grupos econômicos vulneráveis, a baixa produção de resíduos e o reduzido consumo de água.

Fernando Pimentel, presidente da Abit, avalia que o mercado internacional será essencial para viabilizar a cadeia produtiva do cashmere brasileiro, já que, em países tropicais como o Brasil, a demanda pelo produto é limitada. “É uma boa ideia que precisa avançar, estimulando parcerias com governos estaduais que queiram incentivar a agricultura familiar e com empresas interessadas nesse mercado”, diz. Firmar um acordo com um produtor de fios e tecidos é uma das metas de Lia Coelho para 2019. “Estamos em negociação avançada com três empresas.” ■

Artigo científico

COELHO, L. *et al.* Characterization and identification of cashmere in goats in northeastern Brazil. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*. v. 16. 2018.

Livro

COELHO, L. *Características da capa externa de caprinos em ambiente tropical: Reconhecimento e caracterização de cashmere em cabras no Brasil*. Novas Edições Acadêmicas, 2017.

Muito além dos motores

Dona de um abrangente portfólio, a multinacional catarinense WEG produziu os precisos eletroímãs do Projeto Sirius

Um dos mais ambiciosos projetos da ciência nacional, a fonte de luz síncrotron Sirius recebeu uma relevante contribuição da multinacional brasileira WEG, sediada em Jaraguá do Sul, interior de Santa Catarina. Especializada na fabricação de motores elétricos industriais, geradores de energia, equipamentos de automação, entre outros produtos, a companhia forneceu os eletroímãs do equipamento, projetado e operado pelo Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado em Campinas (SP). Componente vital e difícil de ser fabricado, os eletroímãs têm a função de guiar a trajetória dos feixes de elétrons dentro do Sirius, de forma a gerar a luz síncrotron. Essa radiação é capaz de revelar em alta resolução a estrutura de materiais, proteínas, vírus, rochas, plantas e ligas metálicas, possibilitando o avanço da pesquisa científica e tecnológica em diversas áreas de conhecimento (ver Pesquisa FAPESP nº 269).

Poucos fabricantes de eletroímãs no mundo são capazes de uma entrega com esse perfil. Até receber a encomenda, a WEG nunca havia produzido eletroímãs, mas tinha longa experiência na estamparia de chapas laminadas de ferro silício, material que forma o núcleo do eletroímã e, ao mesmo tempo, é usado em transformadores de energia, equipamentos que



Eletroímãs durante testes de caracterização magnética na fonte de luz síncrotron Sirius



EMPRESA

WEG

Centro de P&D
Jaraguá do Sul (SC)

Nº de pesquisadores
2,5 mil profissionais

Principais produtos
Motores elétricos
industriais, geradores
de energia, eletroímãs
e equipamentos de
automação

integram o portfólio da empresa catarinense (ver reportagem na página 42). A qualidade dos eletroímãs, segundo o engenheiro eletricitista James Citadini, líder do Grupo de Imãs do LNLS, é determinada por sua complexa geometria mecânica. Cada chapa laminada deve ter uma precisão dimensional dentro de 5 a 8 micrômetros (μm), para que o conjunto de chapas, depois de montado, não ultrapasse uma variação de 30 μm .

O esforço conjunto das equipes do LNLS e da WEG resultou no desenvolvimento de eletroímãs de altíssima precisão, construídos a partir de uma técnica

inédita na qual as chapas laminadas de ferro silício são obtidas apenas com o processo de estampagem, que consiste no corte a frio de uma chapa para fabricação de uma peça a partir de um molde. Tradicionalmente, após a estampagem os fabricantes fazem o acabamento por meio de usinagem. Essa etapa encarece em três vezes o processo produtivo e reduz a qualidade magnética do eletroímã devido ao aquecimento do material. “Chegamos a uma solução inovadora que gerou economia significativa ao projeto”, diz Citadini. “E temos um fornecedor local, capaz de dar a assistência de forma rápida.” Exatos

1.036 eletroímãs foram produzidos pela WEG e entregues ao LNLS.

Apesar do sucesso da empreitada, a companhia não tem planos de entrar no mercado de eletroímãs. Isso não impede, entretanto, que ela os produza sob encomenda para outros projetos de aceleradores de partículas como o Sirius, desenvolvidos ao redor do mundo. “O que nos interessou na parceria com a LNLS foi o desafio de participar de um projeto robusto, em que tivemos a oportunidade de desenvolver nossas habilidades em estamparia de precisão”, destaca Milton Oscar Castella, diretor de engenharia da WEG.



Uma das principais multinacionais do país, segundo ranking da escola de negócios Fundação Dom Cabral, a WEG foi constituída em 1961 pelo electricista Werner Ricardo Voigt, o administrador Eggon João da Silva e o mecânico Geraldo Werninghaus. Os três sócios, já falecidos, uniram-se para produzir motores elétricos, o carro-chefe da empresa até hoje. No ano passado, ela obteve uma receita operacional líquida de R\$ 11,9 bilhões com produção em 14 fábricas no Brasil e outras 28 em 11 países das Américas, Europa, África e Ásia. São, ao todo, 21,5 mil funcionários no país e 9,7 mil no exterior. Em 2017, 53% do faturamento foi gerado a partir da venda de produtos lançados há menos de cinco anos. A WEG ocupa o posto de sexta empresa mais inovadora do país, segundo o Ranking Valor Inovação Brasil 2018, elaborado pela consultoria Strategy&, do grupo PwC.

Os trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) estão a cargo de uma equipe composta por 2,5 mil colaboradores, sendo 1,3 mil engenheiros – 167 destes têm mestrado ou doutorado. No Brasil, a empresa dispõe de nove laboratórios de motores, nove de automação, três de energia, seis de tintas e dois de transmissão e distribuição. No exterior, cada filial mantém um laboratório de en-

saio e desenvolvimento de produtos. Os investimentos em PD&I somaram R\$ 307 milhões em 2018, o equivalente a 2,6% da receita operacional líquida. Até dezembro do ano passado, a companhia contabilizava, no mundo todo, 62 patentes concedidas e 112 em tramitação.

Os projetos de inovação da WEG são definidos por um planejamento tecnológico de cada uma de suas áreas de atuação. Além de avaliações mercadológicas e concorrenciais, também é parâmetro para o planejamento as atividades de um Comitê Científico e Tecnológico, constituído em 1998, que a cada encontro anual tem a colaboração de professores e pesquisadores de universidades do Brasil e do exterior com as quais a WEG

realiza parcerias. Entre elas estão as universidades federais de Santa Catarina (UFSC), Rio Grande do Sul (UFRGS) e Minas Gerais (UFMG), a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), além de instituições estrangeiras como as universidades de Wuppertal, na Alemanha, de Glasgow, na Escócia, e de Berna, na Suíça.

MOTORES CONECTADOS

Uma das mais recentes inovações criadas nos laboratórios da empresa é o WEG Motor Scan, um sistema de monitoramento de motores industriais que incorpora soluções de Internet das Coisas (IoT). A primeira versão do sistema, finalizada em 2018, usa um sensor não invasivo instalado no equipamento para acompanhar temperatura, vibração e tempo de operação. Os dados ficam acumulados no sensor até serem coletados por um dispositivo móvel, como um celular, via bluetooth, e disponibilizados em nuvem para análise por meio da plataforma WEG de IoT. “As informações coletadas permitem prever falhas no equipamento e adotar ações que reduzem interrupções não previstas na produção”, diz o engenheiro electricista Sebastião Lauro Nau, gerente de pesquisa e inovação tecnológica da WEG.

Uma evolução do WEG Motor Scan já está sendo desenvolvida e deverá chegar ao mercado até o fim deste ano, informa Nau. A nova versão prevê que os dados coletados pelos sensores sejam transmi-

EQUIPE DE PESQUISADORES

Confira alguns dos profissionais que fazem P&D na WEG e conheça as instituições acadêmicas responsáveis por sua formação

Milton Oscar Castella, engenheiro electricista, diretor de engenharia	Faculdade de Engenharia de Joinville: graduação
Sebastião Lauro Nau, engenheiro electricista, gerente de pesquisa e inovação tecnológica	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC): graduação, mestrado e doutorado
Carlos Ogawa, engenheiro electricista, gerente de desenvolvimento e inovação tecnológica	Escola Federal de Engenharia de Itajubá (Efe): graduação UFSC: mestrado
Francisco Pinto Rebordão, engenheiro electricista, gerente de engenharia de produto	Fundação Educacional Brusquense: graduação em filosofia Universidade Regional de Blumenau: graduação e mestrado em engenharia elétrica
Adalberto José Rossa, engenheiro electricista, gerente de desenvolvimento de drives seriados	Universidade Federal do Rio Grande do Sul: graduação



Montagem de aerogeradores: empresa é a única fabricante brasileira do equipamento

tidos para gateways (pontos de ligação que conectam redes que utilizam protocolos diferentes de comunicação) distribuídos pela fábrica e disponibilizados em nuvem em tempo real.

Também está previsto para ser lançado nos próximos meses um novo aerogerador com 4 megawatts (MW) de potência. Aerogeradores são turbinas usadas para produção de energia elétrica a partir da força dos ventos. Atualmente a WEG fabrica dois aerogeradores, com 2,1 MW e 2,2 MW de potência. As turbinas mais potentes, conforme João Paulo Gualberto da Silva, diretor da área de novas energias da WEG, são uma tendência global, pois permitem uma maior geração elétrica no mesmo espaço físico ocupado pelos aerogeradores de menor porte. A WEG é a única fabricante brasileira desses equipamentos (ver Pesquisa FAPESP nº 275).

A nova versão de 4 MW é fruto de um desenvolvimento conjunto por uma equipe de engenheiros brasileiros e norte-americanos. Em 2016 a WEG adquiriu a divisão de turbinas eólicas da Northern Power Systems (NPS), com sede em Vermont, nos Estados Unidos. Com a aquisição, ela passou a vender aerogeradores com tecnologia Direct Drive, criada pela NPS, que usa rotor e gerador na mesma velocidade, dispensando o uso de caixas multiplicadoras de velocidade. A tecnologia permite a redução de gastos de manutenção em turbinas instaladas sobre torres com mais de 120 metros de altura.

Ainda no setor de energias renováveis, a WEG é fornecedora de equipamentos

A WEG tem 14 fábricas no Brasil e outras 28 em 11 países das Américas, Europa, Ásia e África

de geração hidráulica e fotovoltaica. Em 2018, após aval do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), ela incorporou a fabricante paulista de turbinas a vapor TGM, em um negócio iniciado em 2016. “A aquisição nos permite desenvolver soluções para geração de energia com diferentes biomassas”, afirma o diretor de engenharia Milton Castella.

Segundo o executivo, a incorporação de negócios já estabelecidos é uma das estratégias da multinacional para ampliar seu leque de atuação. Em fevereiro deste ano, a WEG adquiriu a gaúcha Geremia Redutores, fabricante de controladores de velocidade e componentes para transmissão mecânica. No mesmo mês, comprou outra divisão da norte-americana NPS, a unidade que projeta

e produz sistemas de armazenamento de energia, como baterias de lítio.

O segmento de veículos de tração elétrica, de acordo com Castella, é outra aposta de expansão da WEG nos próximos anos. A companhia catarinense criou um sistema de *powertrain* composto por motor elétrico e inversores de frequência para tração elétrica – as baterias são importadas. *Powertrain* é o conjunto de componentes que geram o movimento de um veículo. Em 2017, a WEG fechou uma parceria com a fabricante de caminhões MAN Latin America para o desenvolvimento do primeiro caminhão leve 100% elétrico feito no Brasil, o e-Delivery. Dotado do novo sistema de *powertrain*, o veículo será equipado com motor de 80 kW (109 cv) de potência. Ele já se encontra em testes, e a previsão é de que comece a ser produzido em 2020.

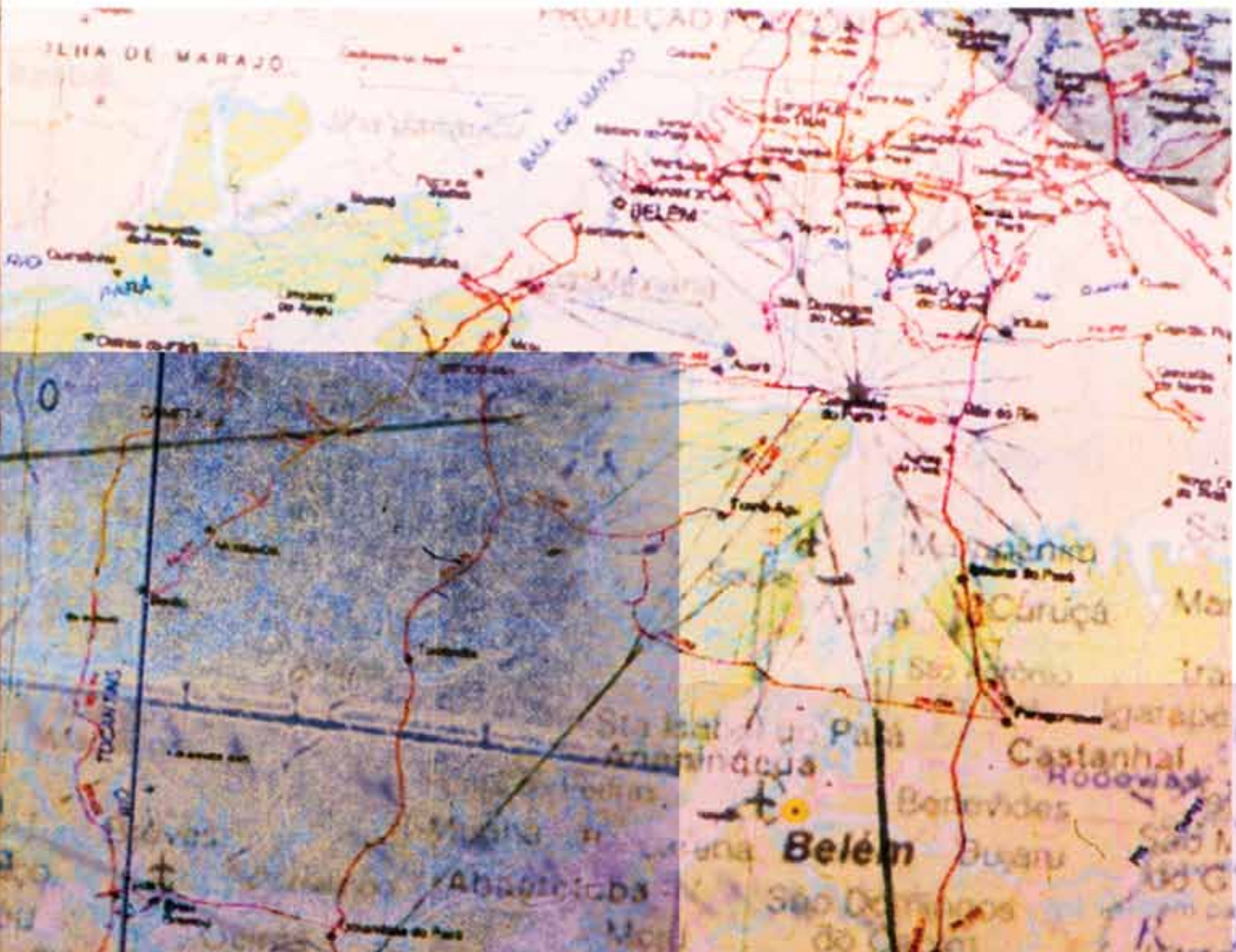
No próximo ano também deve ser iniciada a comercialização do primeiro micro-ônibus híbrido (elétrico mais diesel, etanol ou gás) projetado no Brasil, o Volkbus e-Flex. O veículo foi desenvolvido pela Volkswagen Caminhões e Ônibus, com quem a WEG fechou contrato para o fornecimento do sistema de *powertrain* com motor de até 350 cv de potência. “Nosso objetivo é desenvolver soluções de tração elétrica também para tratores, navios, barcos, empilhadeiras, caminhões de médio e grande porte e aviões”, conta Castella. O segmento de veículos de passeio, por ora, ainda não está nos planos da companhia. ■ Domingos Zapparolli

As terras imaginárias do Pará

22,7 milhões de hectares de áreas particulares e 18,5 milhões de terrenos públicos só existem no papel

Carlos Fioravanti, de Belém





Em julho, o promotor Luiz Gustavo da Luz Quadros deverá assumir a coordenação de uma unidade da Promotoria de Justiça Agrária do Ministério Público (MP) do Pará que está sendo criada no município de Castanhal, próximo à capital do estado, para intermediar a resolução de conflitos de terra com o apoio de novos recursos tecnológicos. “Queremos evitar que os problemas sejam resolvidos com violência, à bala, e ganhem repercussão nacional e internacional”, diz. Em 2017, o Pará registrou 71 assassinatos de trabalhadores rurais em conflitos de terra e em 2018 24. Até março de 2019 outros seis assassinatos foram associados a disputas por terra. Quadros pretende reconhecer os legítimos proprietários e regularizar a situação fundiária do estado sempre que possível por meio de acordos amigáveis, sem processos judiciais, usando o Sistema Geográfico de Informação Fundiário (SIG Fundiário), plataforma computacional elaborada por equipe multidisciplinar da Universidade Fe-

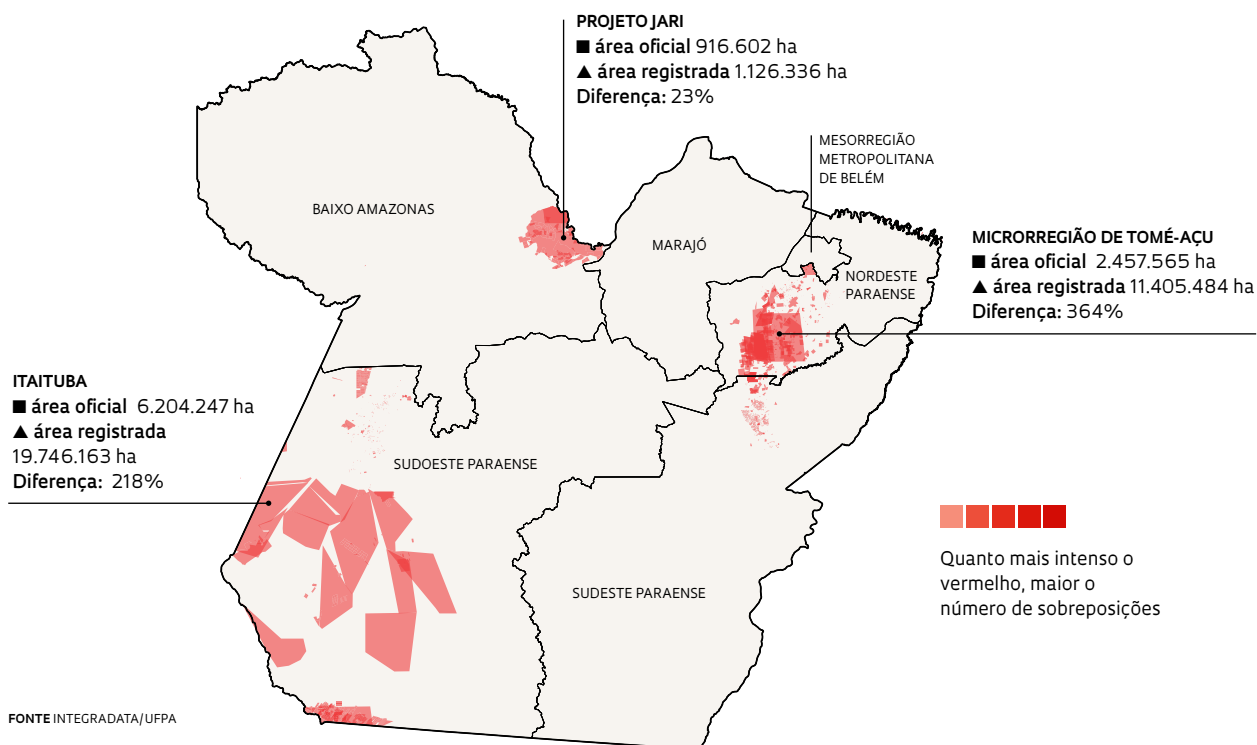
deral do Pará (UFPA) em colaboração com o MP e o Tribunal de Justiça (TJ) do Estado do Pará.

O SIG Fundiário fez algo inédito, ao integrar bases de dados de órgãos públicos e cartórios e está delineando a real situação fundiária do estado. Os resultados preliminares revelaram 22,7 milhões de hectares (ha) de terras privadas e 18,5 milhões de ha de terras públicas que não existem de fato, porque a soma das áreas registradas em cartórios excede a área total dos municípios. A chamada matrícula, documento que permite a venda ou a doação de imóveis, gera novo registro toda vez que muda o proprietário. O SIG Fundiário identificou até 10 registros simultâneos, como se houvesse 10 donos ou conjuntos de donos, com áreas sobrepostas.

Criado há cinco anos, com financiamento de cerca de US\$ 1,6 milhão da Fundação Ford e da organização não governamental Climate and Land Use Alliance (Clua), o SIG Fundiário reuniu 83.676 documentos de três regiões – Tomé-Açu, Jari e Itaituba, que somam 19,5 milhões de ha, o equivalente a 15% do Pará. A equipe do Labo-

Propriedades multiplicadas

Equipe da UFPA identificou 22,7 milhões de hectares de áreas privadas a mais em 10 municípios de três regiões do Pará, que correspondem a 15% do território do estado



ratório de Integração de Informações Agrárias, Econômicas e Ambientais para Análise Dinâmica da Amazônia (Integradata), órgão da reitoria da UFPA que cuida do SIG Fundiário, coletou informações diretamente das matrículas e registros de 14 dos 104 cartórios do estado. Em fevereiro, começou o trabalho de digitalização de documentos do cartório de Santarém. No Integradata, os documentos são conferidos, os dados históricos são indexados e as coordenadas geográficas de localização dos imóveis são inseridas em um sistema de informações geográficas. Programas de acesso livre permitem o registro das informações, a integração de documentos e a produção automática de mapas. Em 2018, a pedido do governo do estado do Maranhão, a equipe do Integradata utilizou esse método para cadastrar 23.616 documentos do Instituto de Colonização e Terras do Maranhão (Iterma) e de dois cartórios do estado.

SOBREPOSIÇÕES

As áreas registradas nos documentos dos cartórios dos 10 municípios paraenses examinados somaram 32,2 milhões de ha. Como a área estudada tem 9,5 milhões de ha, 22,7 milhões de ha não existem de fato. “São terras de papel”, diz o agrônomo Sebastião Aluizio Solyno Sobrinho, coordenador técnico do SIG Fundiário. Em outro

estudo, a equipe do Integradata reuniu os mapas de unidades de conservação, terras indígenas e quilombolas sob responsabilidade de órgãos públicos federais no Pará e encontrou 792 sobreposições, que equivalem a 1,5 milhão de ha. De acordo com os documentos oficiais, a área das terras indígenas e unidades de conservação é 8,4 milhões de ha maior que a identificada pelo SIG Fundiário. Nas terras públicas, 18,5 milhões de ha de fato não existem. “Nos últimos anos, os mapas foram corrigidos nos sites das instituições dos órgãos do governo federal, mas a informação continua errada nos documentos oficiais”, comenta Solyno.

Segundo ele, as sobreposições detectadas no SIG Fundiário podem resultar tanto de imprecisões técnicas quanto de posse ilegal de terras: “Temos de analisar cada caso com cautela, identificar as situações mais graves e construir uma metodologia adequada de trabalho”. O Ministério do Meio Ambiente estima que a área total de terras obtidas por intermédio de escrituras falsas no Pará, registradas em cartórios de imóveis, atinja 30 milhões de ha, quase 25% da superfície do estado.

As sobreposições dificilmente apareciam com as dimensões agora detectadas pelo SIG Fundiário porque as bases públicas de dados raramente



Policiais vão a campo para conter conflitos de terra entre posseiros e fazendeiros no Pará, em agosto de 1984

são integradas e as equipes dos órgãos públicos priorizam problemas mais urgentes. O geógrafo Danny Silvério Ferreira Sousa, técnico do Instituto de Terras do Pará (Iterpa), órgão público responsável pela gestão fundiária no estado, observa que 6.126 processos de regularização de terras corriam na Gerência de Cartografia e Geoprocessamento do instituto até novembro de 2018 – uma média de 875 processos para cada um dos sete funcionários do setor.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR), criado pelo governo federal em 2012 para facilitar a regularização das áreas obrigatórias de preservação ambiental em todo o Brasil, registrou um excesso de terras em propriedades privadas no Pará de 12,1 milhões de ha, dos quais 1,1 milhão de ha sobrepostos a terras indígenas. Por ser alimentado com informações fornecidas diretamente pelos proprietários rurais, o CAR deixa espaço para imprecisões e fraudes. Em 2016, a Receita Federal prendeu uma quadrilha chefiada por um empresário paulista, que desmatava e grilava terras públicas no estado. O registro no CAR em nome de empresas de fachada permitia que as terras fossem exploradas, arrendadas e vendidas. De acordo com reportagem da *Agência Pública*, essa organização movimentou R\$ 1,9 bilhão e desmatou cerca de 300 quilômetros quadrados de florestas entre

2012 e 2015. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), responsável pela gestão de terras federais, adota um programa similar ao CAR, o Sistema de Gestão Fundiária (Sigef), certificando a posse de terra somente quando não aparece nenhuma sobreposição.

“Os cartórios têm parcela de responsabilidade por essa situação, ao abrir novas matrículas sem verificar os documentos anteriores”, observa José Antonio Cavalcante, juiz auxiliar da corregedoria da Região Metropolitana de Belém do TJ. Segundo ele, “por desconhecimento do dever de ofício ou má-fé”, os cartórios mantiveram abertos os registros iniciais, permitindo a venda de terrenos mesmo quando a área estava sob a responsabilidade de outro cartório. “Quando detectamos irregularidades”, diz Cavalcante, “mandamos os cartórios bloquearem os registros para evitar que a terra seja repassada a terceiros, até os proprietários apresentarem os documentos e resolvermos o problema”.

INCERTEZAS

Em 2009, uma comissão de combate à grilagem instituída pelo TJ do Pará verificou que as 9.124 áreas documentadas somavam cerca de 490 milhões de ha, uma área quase quatro vezes maior que o estado do Pará. Em Moju, no nordeste



Além da sobreposição com propriedades privadas, as áreas indígenas do Pará estão sujeitas a ameaças como a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte, em Vitória do Xingu

paraense, a irregularidade equivalia a 8 vezes a área do município. A comissão pediu o bloqueio de cerca de 5,5 mil títulos de imóveis com mais de 2,5 mil ha, já que a alienação ou concessão de terras públicas acima desse limite depende de aprovação prévia do Congresso Nacional.

“Reconhecer a confusão é o primeiro passo para buscar as formas legais adequadas de fazer o ordenamento territorial do estado”, diz o advogado Girolamo Domenico Treccani, que coordenou o levantamento da comissão, então como assessor-chefe do Iterpa. Atualmente coordenador de análises institucionais do SIG Fundiário e professor do Instituto de Ciências Jurídicas da UFPA, ele observa que um dos prejuízos causados pela grilagem de terras é a expulsão de comunidades tradicionais, como indígenas e quilombolas. “A obscuridade é a base do poder, da corrupção e da venda ilegal de terras”, afirma o economista Francisco de Assis Costa, do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (Naea) da UFPA e coordenador-geral do SIG Fundiário (ver Pesquisa FAPESP nº 277). “Incertezas fundiárias resultam em insegurança social e em redução de oportunidades econômicas”, escreveu no livro *Questões agrárias, agrícolas e rurais* (Editora E-Papers, 2017).

As situações nem sempre são fáceis de resolver. Um dos casos levantados pelo SIG Fundiário começou em 1960, com solicitação feita por um fazendeiro interessado em adquirir, do governo do estado, uma área de cerca de 3 mil ha, ocupada por um castanhal, em Marabá. Por se tratar de uma área destinada ao extrativismo, o pedido foi negado. Pouco tempo depois, no entanto, valendo-

-se de um instrumento jurídico, o aforamento, o estado transferiu a terra para o fazendeiro. Nos 40 anos seguintes a área foi comprada e revendida várias vezes, sem título definitivo de posse. Um dos compradores registrou-a em 2004, em Itupiranga, município desmembrado de Marabá. Seis anos depois, o Iterpa concedeu ao atual proprietário, morador de Minas Gerais, o título definitivo, cancelado em 2014 porque a área ultrapassava o limite de 2,5 mil ha.

Na disputa pela posse legal das propriedades rurais resta uma certeza: “Alguém vai sair perdendo”, prevê Patrícia Moreira, juíza auxiliar das corregedorias das comarcas do interior do TJ do Pará. Em novembro de 2018, por exemplo, a Justiça determinou o bloqueio de posse de duas fazendas em Acará, nordeste paraense, sob a alegação de que as áreas, públicas, teriam sido indevidamente ocupadas e a empresa que reivindicava sua posse, apresentado documentos falsos ao registrá-las em cartório. “Haverá protestos com o trabalho de regularização que está sendo feito”, comenta a juíza, “mas também maior segurança jurídica, porque a terra legalizada terá mais valor”. No início de abril, ela ouviu com interesse a equipe da UPFA apresentar o SIG Fundiário, reconhecendo seu potencial para amenizar os conflitos de terras no Pará. ■

Livro

COSTA, F. de A. Dinâmica fundiária na Amazônia: Concorrência de trajetórias, incertezas e mercado de terras. In: MALUF, R. S. e FLEXOR, G. (orgs.) *Questões agrárias, agrícolas e rurais: Conjunturas e políticas públicas*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2017.

Para refazer as matas paulistas

Programa indica possíveis áreas de compensação florestal no estado de São Paulo

Em fevereiro de 2019, na Sociedade Rural Brasileira, em São Paulo, o agrônomo Gerd Sparovek, professor da Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (Esalq-USP) e presidente da Fundação Florestal de São Paulo, apresentou para um grupo de 100 produtores rurais, advogados e representantes de órgãos de governos e de organizações não governamentais a versão mais recente de um programa de computador que indica possíveis áreas de compensação de reservas legais no estado de São Paulo. De acordo com o novo Código Florestal, em vigor desde 2012, toda propriedade rural no estado deve manter 20% de sua área com vegetação nativa; esse valor corresponde à reserva legal somada com as áreas de preservação permanente – quem tiver menos do que 20% pode restaurar vegetação nativa ou fazer a compensação em outra área. Aberto a qualquer interessado, por ora o programa (bit.ly/compRL_SP) contém somente dados de São Paulo. No estado, 30.417 propriedades rurais acumulam um déficit de reserva legal de 865.391 hectares.

“Assim que o Supremo Tribunal Federal publicar o acórdão do julgamento do Código Florestal, que ocorreu em 28 de fevereiro de 2018, o programa permitirá avaliar objetivamente as possibilidades de definição de similaridade ecológica da compensação de reserva legal”, diz Sparovek. Para se adequar à nova legislação, os proprietários rurais com déficit de reserva legal têm quatro opções: restaurar suas próprias matas; arrendar uma área em outra propriedade; comprar uma área dentro de unidades de conservação de proteção integral e doá-la ao estado; ou adquirir áreas excedentes de vegetação nativa, as chamadas cotas de reserva ambiental, dentro do mesmo estado e do mesmo bioma.

Sparovek expôs um conjunto de mapas sobre possíveis cenários de compensação de reserva legal de acordo com o artigo 68 do Código Florestal,

que permite a adequação das áreas de preservação a leis anteriores. “Caso o proprietário tenha menos de 20% de vegetação nativa em sua propriedade, o artigo 68 o isenta de recompor a porcentagem da lei atual se ele estiver de acordo com a legislação ambiental da época em que foi feita a conversão da vegetação nativa em outros usos”, explica o biólogo Paulo André Tavares, pesquisador do grupo da Esalq. O marco legal de 1934 estabeleceu a obrigatoriedade de manter 25% da vegetação nativa da propriedade rural, mas como o seguinte, de 1965, não especificava o tipo de vegetação a ser preservada. “Queremos oferecer ferramentas técnicas para o gestor público trabalhar com segurança e inibir condutas administrativas indevidas ou errôneas”, afirma Sparovek.

“Oferecemos vários cenários possíveis de compensação de reserva legal para

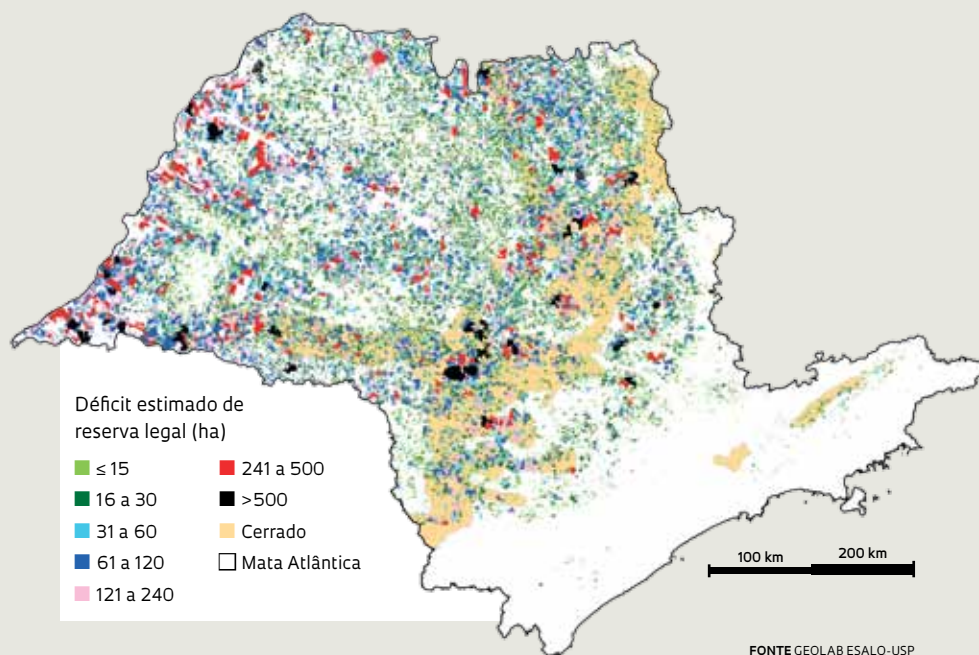
embasar a tomada de decisões pelos proprietários rurais ou representantes dos órgãos do governo”, acrescenta a bióloga Alice Brites, pesquisadora em estágio de pós-doutorado na Esalq que coordenou as seis reuniões realizadas desde 2017 com proprietários rurais, representantes do governo, advogados, procuradores e outros especialistas em questões agrícolas. O projeto é resultado de debates iniciados em 2015 sobre a implantação do Programa de Regularização Ambiental (PRA) com os pesquisadores do Programa Pesquisa em Biodiversidade (Biota-FAPESP).

Projeto

Áreas prioritárias para compensação de Reserva Legal: Pesquisa para o desenvolvimento de uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão e transparência no processo de implementação do Programa de Regularização Ambiental (PRA) no estado de São Paulo (nº 16/17680-2); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Programa Biota; Pesquisador responsável Gerd Sparovek (USP); Investimento R\$ 1.147.138,91.

DÉFICIT DE VEGETAÇÃO NATIVA NO ESTADO

De acordo com o atual Código Florestal, 30.417 propriedades rurais acumulam um déficit de reserva legal de 865.391 hectares



Minha Casa, Minha Vida na academia

Revisão bibliográfica feita por pesquisadores mostra baixo impacto de estudos sobre programa de moradia social

Luisa Destri

Maior programa habitacional do país, o Minha Casa, Minha Vida (MCMV) se tornou também um recorrente objeto de pesquisas acadêmicas – que, apesar do volume, falham em oferecer uma visão pormenorizada das habitações construídas e em se tornar base para a tomada de decisões políticas. Essas são as principais conclusões de estudo de revisão bibliográfica coordenado pela arquiteta Doris Kowaltowski, professora na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-Unicamp). Intrigada com a grande produção em torno do tema, em 2015 ela reuniu um grupo de cinco pesquisadores para verificar as investigações científicas realizadas. “Quis fazer uma análise do que já se sabe a respeito do programa”, conta.

A equipe partiu de um conjunto de mais de 8 mil documentos que mencionavam o projeto, identificados em distintas bases de dados. “Nossa preocupação inicial era localizar o que havia sido publicado sobre o Minha Casa, Minha Vida. A partir daí, estabelecemos os critérios de seleção dos estudos”, explica o arquiteto e urbanista Daniel de Carvalho Moreira, também da FEC-Unicamp. O primeiro desses filtros teve a função de identificar a produção estritamente acadêmica, tomando como base índices internacionais e instrumentos de amplo alcance, como o Google Acadêmico. O *corpus* foi reduzido a 2.477 trabalhos, entre transcrição de conferências, artigos, livros e capítulos de livros, manuscritos e relatórios – além de 750 dissertações e teses, cujos títulos e resumos foram analisados de modo a fornecer um panorama para a pesquisa mais refinada, que se concentrou em 57 artigos selecionados a partir das ferramentas SciELO, Scopus e Web of Science. Classificado a partir de quatro parâmetros – tipo de pesquisa e de resultado (qualitativo ou quantitativo), escopo da pesquisa (local ou nacional) e tipologia de habitação investigada (individual ou multifamiliar) –, esse material foi avaliado de maneira minuciosa. A primeira etapa da pesquisa foi apresentada em um artigo de 2015 no *Journal of the Korean Housing Association*; no ano passado, uma síntese com os resultados foi publicada no periódico inglês *Building Research & Information*.

Alguns aspectos surpreenderam os pesquisadores. Em primeiro lugar, a quantidade de estudos realizados em áreas que não a arquitetura e o urbanismo. “Aproximadamente metade dos

Unidades do conjunto
residencial Florestan
Fernandes, em São
Paulo, construído em
regime de mutirão

trabalhos de pós-graduação sobre o MCMV foi desenvolvida em programas como direito, economia, geografia, sociologia, entre outros”, informa Moreira. Em relação aos estudos da área, havia a expectativa de encontrar pesquisas que avaliassem os projetos arquitetônicos e as condições de moradia da perspectiva do usuário, o que ocorreu apenas eventualmente. “Os estudos de caso e as análises de unidades construídas não representaram a abordagem principal dos pesquisadores na área da arquitetura e urbanismo, que nesses casos se revelou pouco sistemática e sem protocolos rigorosos”, comenta o pesquisador. Kowaltowski destaca a dificuldade para, diante da ausência de uma metodologia comum, comparar dados. “Nas poucas pesquisas realizadas com os moradores existe muita variedade de procedimentos”, diz. “Mas esse problema não ocorre apenas no Brasil; não há formas consagradas de avaliar habitação social no mundo.”

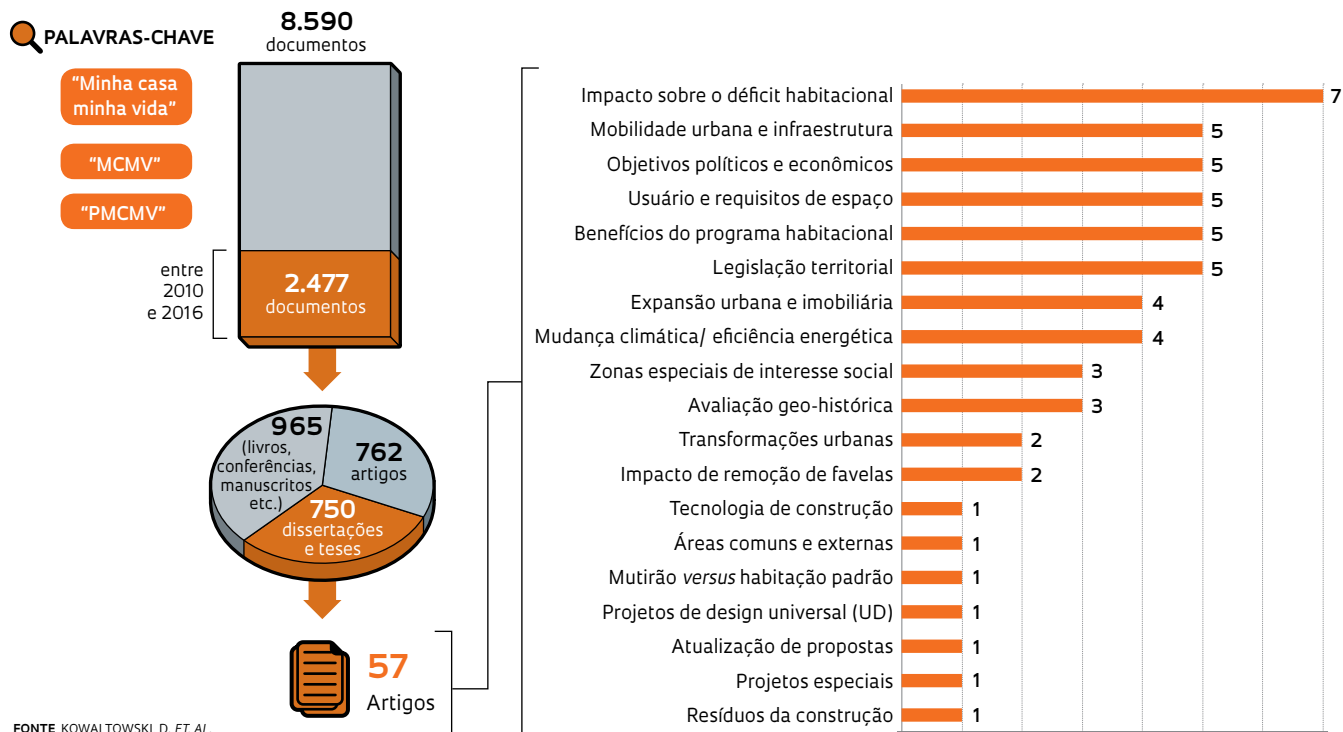
A coordenadora do estudo aponta esse fato como um dos responsáveis pela existência de conclusões contraditórias no conjunto de pesquisas examinadas. Entre os trabalhos que avaliam, por exemplo, o acesso à infraestrutura urbana a partir das unidades construídas pelo MCMV, 16 artigos classificam-no como positivo e três como negativo. Já em relação à redução de despesas familiares com moradia, cinco trabalhos observaram o efeito positivo da mudança para uma dessas unidades habitacionais, enquanto sete associam a troca de residência a um aumento de gastos. A engenheira moçambicana Elisa Muianga, que integrou a equipe de pesquisadores responsáveis pela revisão bibliográfica enquanto desenvolvia seu doutorado na FEC-Unicamp, explica uma das razões para que o novo imóvel se torne oneroso para as famílias: “Muitas vezes eram pessoas que, vivendo em favelas, não tinham despesas como água, eletricidade, condomínio e passam a ter de pagá-las na nova residência”.

Para Nabil Bonduki, arquiteto, urbanista e professor de planejamento urbano da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), as divergências nos resultados podem estar relacionadas não apenas à ausência de metodologia, mas também às diferenças entre seus beneficiários. “O MCMV foi o primeiro programa massivo no Brasil que teve um atendimento significativo para a população de baixa renda. E é preciso sempre considerar qual era a condição anterior do beneficiado”, afirma.



MCMV: o objeto em números

Partindo do conjunto de documentos que mencionavam o programa, a pesquisa aplicou critérios de seleção que resultaram no *corpus* final. 57 artigos, sobre os temas abaixo listados, foram analisados em profundidade



FONTES: KOWALTOWSKI, D. ET AL. A CRITICAL ANALYSIS OF RESEARCH OF A MASS-HOUSING PROGRAMME. 2018

Origens diversas explicariam, por exemplo, por que dois estudos veem como positiva a segurança na nova moradia, enquanto outros dois apontam para uma piora no quesito. Segundo dados de 2017 da Secretaria Nacional de Habitação, desde 2009, ano de implantação do programa, até 2016, dos cerca de 3,2 milhões de unidades entregues, 1,1 milhão destinou-se à faixa 1, isto é, a famílias com renda mensal de até R\$ 1.800,00. A faixa seguinte, de rendimento mensal de até R\$ 4 mil, recebeu a maior parte das unidades, 1,8 milhão; na terceira, de até R\$ 9 mil mensais, foram 290 mil habitações adquiridas por meio do programa.

FOCO NOS MORADORES

Diante do foco prevalente em aspectos relacionados à cidade e à vizinhança, como a avaliação da localização dos conjuntos e de sua relação com a paisagem urbana, a equipe de pesquisadores aponta a importância do desenvolvimento de investigações científicas baseadas na perspectiva do usuário. Já no artigo de 2015, em que foram apresentadas con-

clusões parciais a partir da revisão bibliográfica, os autores sustentam: “Ferramentas de pesquisa, que podem avaliar fielmente a qualidade de vida das pessoas nas novas condições, devem ser testadas e aplicadas juntamente com métodos estatisticamente robustos. Estudos devem ser repetidos a fim de comparar as primeiras impressões com níveis posteriores de satisfação”.

A existência de poucos trabalhos com essa característica parece guardar relação, conforme argumentam, à repetição de erros do passado por parte do poder público, não apenas no Brasil, como também globalmente – em especial no que diz respeito à concepção dos empreendimentos. “Algumas pesquisas registraram que os projetos arquitetônicos não respondem a diversas necessidades e anseios dos usuários finais, indicando a necessidade de intervenções para melhorias, quando possível”, afirma Kowaltowski. Dentre as principais queixas observadas nos estudos estão a metragem pequena das unidades – em boa parte dos casos, 35 metros quadrados – para famí-

lias de mais de três pessoas e a ausência de preocupação com o conforto térmico dos moradores – apontado como negativo nos trabalhos em que foi considerado. Kowaltowski defende que recursos arquitetônicos simples, como avaliação prévia da orientação solar e adoção de ventilação cruzada, sejam empregados nos projetos, a fim de evitar danos maiores no futuro. “As temperaturas parecem estar cada vez mais altas. Um dia, essas pessoas vão comprar aparelhos de ar-condicionado para amenizar o problema nas unidades e esse gasto de energia, que poderia ser evitado com ajustes nos projetos, acabará por representar mais um fator para a piora do clima.” A falta de privacidade, já que há pouca distância entre as janelas das diferentes unidades, e a monotonia estética, provocada pela repetição de projetos idênticos ou muito similares, nas unidades construídas, são outros problemas destacados pelo estudo e lembrados pela pesquisadora.

Entre as razões para que a produção acadêmica tenha impacto limitado sobre os projetos elaborados no âmbito do pro-

grama, os especialistas indicam a natureza e a dimensão do Minha Casa, Minha Vida. “Há situações em que a dificuldade de acesso à moradia é tão impeditiva para uma família, e a possibilidade de obter o imóvel já representa um ganho tão grande na qualidade de vida, que não sobra muita margem para julgar a qualidade dessa habitação, porque a necessidade primeira é que deveria ser sanada”, pondera Daniel de Carvalho Moreira.

MOVIMENTANDO A ECONOMIA

Nabil Bonduki destaca a dimensão do programa. Comparável ao desenvolvido pelo Banco Nacional da Habitação (BNH), que entre 1964 e 1986 financiou a construção de 4 milhões de unidades habitacionais, o MCMV, instituído durante a presidência de Luiz Inácio Lula da Silva (2003-2011), superou em nove anos esse marco histórico. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional, desde 2009 foram contratados 5,5 milhões de unidades habitacionais, e mais de 4 milhões foram entregues. Além da meta elevada, o programa foi criado também com a proposta de movimentar a economia a partir do setor da construção civil: estudo realizado pela Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (Abrainc) e pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe) mostrou que entre 2008 e 2017 o MCMV foi responsável por 77,8% dos 6,3 milhões de unidades lançadas pelo mercado imobiliário em todo o país. Em 2010, ano seguinte à criação do programa, a contribuição do setor da construção civil para o Produto Interno Bruto (PIB) teve aumento de 11,6%, o maior em 24 anos e superior ao crescimento percentual do PIB do país. “Em uma iniciativa com essas dimensões, há a preferência por projetos-padrão, já que qualquer inovação pode atrasar a aprovação do financiamento”, explica Bonduki, autor do livro em três volumes *Os pioneiros da habitação social* (editora Unesp, 2014).

Para o pesquisador da FAU, que participou da idealização de um projeto nacional de habitação a ser implantado pelo governo Lula, as limitações de qualidade são inerentes a iniciativas de massa. “Minha principal crítica é que, entre as várias iniciativas propostas para a área, apenas uma foi implementada – o programa MCMV, ou seja, a disponibilização de recursos para a construção de novas



Conjunto habitacional em Presidente Prudente, São Paulo

unidades”, afirma. Na interpretação de Bonduki, além do programa, seriam necessárias outras iniciativas para equacionar de maneira satisfatória o déficit habitacional do país, como saneamento e urbanização de assentamentos precários, reabilitação de centros históricos e programa de lotes urbanizados com financiamento de materiais de construção – o que não foi levado adiante.

Bonduki destaca, porém, a vertente Entidades do Minha Casa, Minha Vida, modalidade em que os recursos são geridos pelos próprios beneficiários, que administram a construção das unidades, participando inclusive das decisões sobre os processos das obras. Um dos exemplos está em Cidade Tiradentes, na zona leste de São Paulo, onde o Movimento Sem Terra Leste 1 construiu, com financiamento do programa e em regime de mutirão, os conjuntos Florestan Fernandes e José Maria Amaral.

“Obviamente o MCMV representa um esforço grande para entregar moradia a milhões de famílias. Embora a iniciativa seja muito positiva, como arquiteta e pesquisadora sempre me questiono se a qualidade não poderia ter sido melhor”, pondera Kowaltowski. Elisa Muianga pensa que o intervalo de tempo entre a inscrição no programa e a entrega das moradias poderia ser utilizado na compreensão das necessidades e demandas dos futuros moradores. “Seria uma boa oportunidade para estabelecer contato e entender o que é importante para a população contemplada. Isso ajudaria a inovar os projetos.” Muianga não tem dúvidas: “A parceria entre academia e poder público é o único meio para promover a melhoria da habitação social”. ■

Artigos científicos

KOWALTOWSKI, D., MUIANGA, E., GRANJA, A. D., MOREIRA, D., BERNARDINI, S., CASTRO, M. R. A critical analysis of research of a mass-housing programme. *Building Research & Information*. v. 47, n. 6, p. 716-33. 2019.
KOWALTOWSKI, D., GRANJA, A. D., MOREIRA, D. de C., PINA, S. M., OLIVA, C. A. e CASTRO, M. R. The Brazilian housing program “Minha Casa Minha Vida” – A systematic literature review. *Journal of the Korean Housing Association*. v. 26, n. 6, p. 35-42. On-line. Dez. 2015.

Acervos redescobertos

Coleção localizada em museu de São Paulo revela que a gravura funcionou como plataforma de circulação de arte norte-americana no Brasil

Christina Queiroz

Uma pesquisa desenvolvida como parte das atividades de um projeto sobre acervos museológicos identificou recentemente uma coleção de 28 gravuras norte-americanas que estavam armazenadas há mais de seis décadas na reserva técnica do Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP). Doada ao Brasil em 1951 pelo empresário e político norte-americano Nelson Rockefeller (1909-1979), a coleção descoberta mostra que a gravura funcionou como plataforma inicial para circulação da produção artística dos Estados Unidos no cenário nacional. Parte dos trabalhos está exposta em *Atelier 17 e a gravura moderna nas Américas*, organizada pelo MAC-USP em parceria com a Terra Foundation for American Art. Aberta ao público até 2 de junho, a exposição também reúne gravuras de instituições como Brooklyn Museum e Art Institute of Chicago.

“Até a década de 1950, a cena artística brasileira estava voltada à produção europeia. A descoberta desse conjunto de gravuras evidencia um momento em que a arte norte-americana começou a circular de maneira mais intensa no Brasil”, conta Ana Gonçalves Magalhães, vice-diretora do MAC, lembrando que



Tarantelle (1943), de Stanley William Hayter, verniz mole e buril em cores sobre papel: gravuras eram marcadas por caráter experimental



Entre acte (1950/51),
de Geraldo de Barros,
monotípia sobre
papel colorida à mão:
artista visitou
o Atelier 17 em 1951

os acervos do Museu de Arte Moderna (MAM) e do Museu de Arte de São Paulo (Masp) foram formados principalmente por trabalhos de artistas europeus. Magalhães coordena o projeto de pesquisa que identificou as obras.

Produzida entre 1910 e 1960, a coleção de gravuras havia sido exposta uma única vez no Brasil após a doação de Rockefeller, na mostra *Gravadores norte-americanos*, organizada pelo MAM poucos meses antes da primeira Bienal de São Paulo, em 1951. Depois desse evento, o conjunto permaneceu guardado na reserva técnica do MAC-USP. “A historiografia sabia da existência de algumas dessas gravuras, mas desconhecia que elas faziam parte de uma coleção, que foi pensada e doada ao Brasil como parte dos esforços norte-americanos de ampliar a circulação de obras de arte do país em território nacional”, explica Luiz Claudio Mubarac, professor de artes plásticas da Escola de Comunicações e Artes (ECA) da USP, que não participa do projeto.

A doação foi realizada por intermédio da equipe curatorial do Museu de Arte Moderna de Nova York (MoMA) e reúne obras realizadas a partir de técnicas e parâmetros estéticos da gravura produzida nos Estados Unidos no final dos anos 1940. A maior parte é de artis-

Pesquisas em acervos museológicos trazem aspectos pouco conhecidos da historiografia artística brasileira

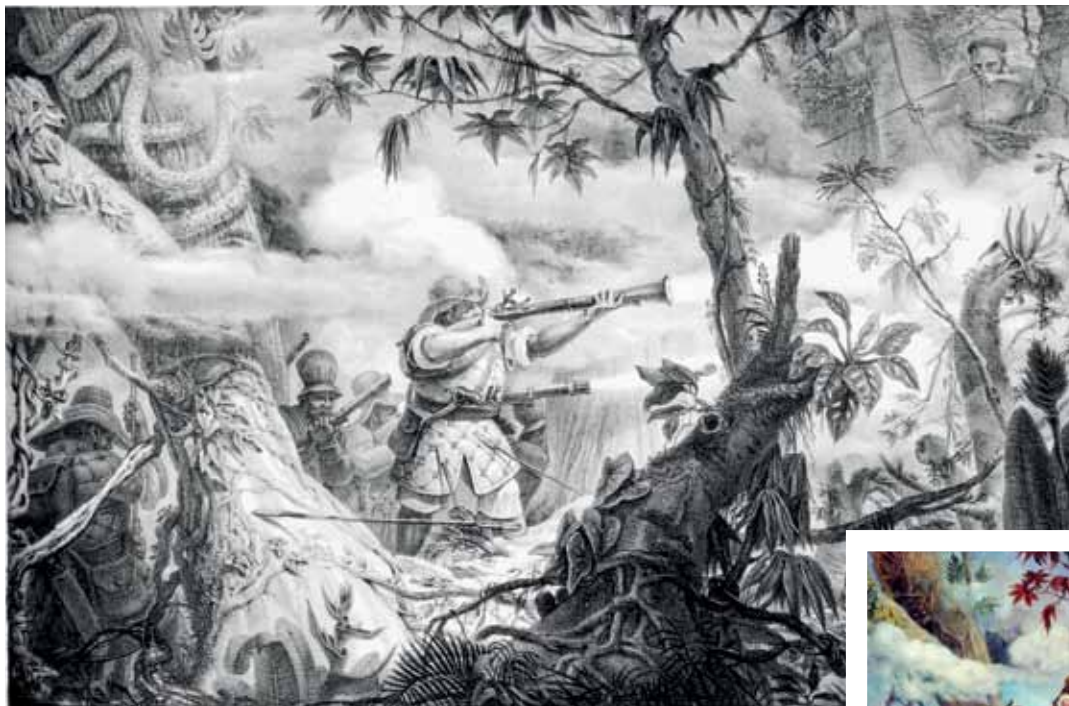
tas vinculados ao Atelier 17, do britânico Stanley William Hayter (1901-1988). Hayter fundou o Atelier 17 em 1927 em Paris, mas, em 1940, após a invasão da França pelos nazistas, mudou-se para Nova York. “O estúdio era um espaço de experimentação de novos procedimentos e métodos e reunia artistas imigrantes e mulheres”, informa a jornalista Carolina Rossetti de Toledo, autora da pesquisa de mestrado que identificou a coleção e uma das curadoras da exposição, junto com Magalhães.

Toledo, que também é doutoranda no Programa Interunidades em Estética e História da Arte da USP, conta que a coleção foi enviada com a finalidade de contribuir para a formação do acervo do primeiro museu de arte moderna do país. Como parte desse esforço, Rockefeller já havia doado, em 1946, um conjunto de 14 obras. “O envio de obras de arte fez parte de uma estratégia de aproximação cultural, política e econômica durante o pós-guerra. As doações de Rockefeller buscavam ampliar a influência dos Estados Unidos no cenário latino-americano”, diz. As duas coleções foram transferidas para o MAC-USP em 1963, ano de fundação do museu, cujo acervo tem hoje cerca de 12 mil obras.

A curadora lembra que depois da Segunda Guerra Mundial a economia dos Estados Unidos passava por um período de crescimento, atraindo intelectuais e artistas europeus para o país. “A arte gráfica é um suporte de baixo custo, de rápida produção, voltada para a reprodutibilidade em série, o que permitia, já naquele momento, ampliar a capacidade de divulgação da arte moderna”, afirma Toledo. De acordo com ela, em 1945 era possível comprar uma gravura premiada de Hayter, como *Tarantelle*, por US\$ 45. Além de museus e acervos de jornais brasileiros, Toledo fez pesquisas no Rockefeller Archive Center, em Nova York.

GRAVURISTAS BRASILEIROS

Até 1808, quando a família real se estabeleceu no Brasil, as atividades de impressão estavam proibidas no país. Com isso, o desenvolvimento das primeiras gráficas começou apenas na segunda metade do século XIX. “O panorama nacional é muito diferente do europeu, onde a tradição da gravura data do século XV”, compara Mubarac, da ECA-USP. De acordo com ele, por causa dessas características, o trabalho de gravadores brasileiros pioneiros como Carlos Oswald (1882-1971), Lívio Abramo (1903-1992)



Quadro de Debret (ao lado) e obra de Oscar Pereira da Silva (abaixo), que se tornou referência de imagem do bandeirante



e Oswaldo Goeldi (1895-1961) também é marcado por um caráter experimental.

Magalhães, do MAC-USP, conta que alguns artistas brasileiros tiveram contato com o Atelier 17 por intermédio de bolsas de estudo e viagens; outros pelo acesso a livros de Hayter e nas bienais de São Paulo, em exposições de gravuristas ligados ao grupo dos artistas norte-americanos. “Em 1951, após o retorno de Hayter dos Estados Unidos a Paris, Lívio Abramo e Geraldo de Barros [1923-1998], por exemplo, foram à França e tiveram acesso aos equipamentos de impressão e conhecimento das técnicas que circulavam no estúdio”, conta.

REVISÃO DA HISTÓRIA

Assim como a coleção de gravuras, pesquisas conduzidas como parte do projeto coordenado por Magalhães têm revelado aspectos desconhecidos da historiografia artística brasileira. Também integrante da equipe do projeto, Paulo César Garcez Marins, professor do Museu Paulista, estuda a constituição do imaginário brasileiro a partir da figura do bandeirante. De acordo com ele, não há retratos desses desbravadores feitos no período colonial, de maneira que as características hoje associadas a essa figura foram determinadas por encomendas feitas pelo Museu Paulista nas primeiras décadas do século XX. “Em sua maioria mestiços, a imagem do bandeirante como homem branco de

meia-idade, com barbas longas, botas de cano alto e colete se disseminou pelo Brasil por meio de selos, moedas e em livros didáticos, que reproduziam obras de arte do acervo do museu”, conta. Segundo Marins, na origem da imagem mais emblemática do que seria a peça de indumentária característica dos bandeirantes – o gibão costurado em losangos – estaria a pintura encomendada pelo museu em 1920 a Oscar Pereira da Silva (1867-1939), que foi baseada em uma obra de 1843 do francês Jean-Baptiste Debret (1768-1848). “O quadro *Combate de milicianos de Mogi das Cruzes com botocudos* tornou-se uma referência iconográfica e passou a definir a imagem da roupa do bandeirante”, afirma.

Ana Magalhães, por sua vez, desenvolveu um estudo para identificar como a obra *Formas únicas da continuidade no espaço*, do futurista italiano Umberto Boccioni (1882-1916), chegou ao Brasil. O original em gesso, que hoje pertence ao acervo do MAC-USP, é uma das 11 peças que o artista exibiu em uma mostra de escultura futurista realizada em Paris em 1913. “Após sua morte, sobraram apenas três dos gessos que ele havia apresentado nessa exposição. Precisávamos

entender se o exemplar do MAC-USP era um deles”, diz a pesquisadora. Por meio de estudos interdisciplinares que envolveram análises de raios X e técnicas de leitura de materiais, identificou-se que a escultura em gesso do acervo do MAC-USP é, de fato, a que foi exibida pelo artista na ocasião.

Quando Boccioni morreu, a escultura foi vendida a uma aristocrata milanesa e, depois, ao poeta futurista Filippo Tommaso Marinetti (1976-1944). Francisco Matarazzo Sobrinho (1898-1977) a comprou em 1952 e a doou ao acervo do MAC-USP em 1963. “Historiadores da arte costumavam tratar eventos como a aquisição da obra de Boccioni ou a doação de gravuras por Rockefeller como temas à parte da historiografia artística brasileira, mas as revisitações ao acervo evidenciam que eles devem ser entendidos como parte dessa história”, conclui Magalhães. ■

Projeto

Coletar, identificar, processar, difundir: O ciclo curatorial e a produção do conhecimento (nº 17/07366-1); Modalidade Projeto Temático; Pesquisadora responsável Ana Gonçalves Magalhães (USP); Investimento R\$ 1.840.776,89.

A voz coletiva em Antonio Candido

Luís Bueno



**Antonio Candido
100 anos**
Maria Augusta
Fonseca e
Roberto Schwarz
(orgs.)
Editora 34
496 páginas
R\$ 82,00

A passagem do centenário de nascimento de Antonio Candido, em 2018, tem pelo menos duas peculiaridades que vale assinalar. A primeira é que seu caráter festivo foi nublado pela perda recente que representou a morte do crítico, em 2017. A segunda é o momento por que passa o país.

É nesse contexto que se publica esta que é a mais abrangente coletânea de estudos sobre a obra de Antonio Candido – lembre-se que já havia volumes bastante ambiciosos organizados por ocasião de outras homenagens. Essa abrangência não decorre do volume de textos em si, mas da trajetória que sua organização propõe ao leitor e da variedade de elementos que são postos sob análise por um conjunto também variado de autores.

Tal trajetória se desenha já na nota introdutória assinada por Roberto Schwarz, que, em poucos parágrafos, esboça aquilo que o livro todo vai construir lentamente: a figura de um intelectual de carne e osso e de suas ideias. É o homem de carne e osso que se evoca logo na segunda seção, que traz a reprodução de dedicatórias ao crítico em livros de Manuel Bandeira (1886-1968), Mário de Andrade (1893-1945), Oswald de Andrade (1890-1954) e Graciliano Ramos (1892-1953). Na terceira seção, o poeta Francisco Alvim dá um curto-circuito que energizará todo o livro ao nos conduzir a um outro poeta, Tomás Antônio Gonzaga (1744-1810), lido pelos olhos do crítico que leva em conta o que sofreu o homem-poeta de carne e osso.

Nas cinco seções seguintes, avançamos no percurso que sai do mais pessoal, uma série de depoimentos de alunos, para dirigir-se à militância política, ao vasto interesse pela América Latina e à cultura de forma ampla, para chegar, na oitava e mais volumosa seção, à crítica literária, campo preferencial do homenageado. Servindo de coda, é a voz do crítico que, lembrando de sua experiência pessoal como leitor desde a infância, fecha o livro.

É evidente que nada é assim tão estanque, e o crítico é evocado desde o princípio, bem como o homem de carne e osso, professor e militante, apresenta-se a todo instante. Nesse movimento, alguns elementos surgem renovados e ganham

corpo dentro da vasta obra de Antonio Candido, ao lado dos trabalhos sempre lembrados. É o caso de *Teresina etc.*, objeto específico dos textos de Michael Lowy e Vilma Arêas, mas evocado em vários outros artigos. Ou do artigo *Direito à literatura*, estudado por Irenísia Torres Oliveira e igualmente convocado em diversas outras reflexões. Ou do último livro do homenageado, *O albatroz e o chinês*, abordado por Celso Lafer e, mais uma vez, referido com frequência. Ou, ainda, os textos da juventude, muito lembrados e objeto de um estudo do maior interesse de Edu Teruki Otsuka, que localiza nos primeiros artigos de Candido o conceito de romance que se mobilizará na *Formação*.

Num outro plano, algumas novas interrogações se fazem à obra do crítico, o que termina por ampliá-la em direções até hoje pouco exploradas, como sua posição diante das literaturas africanas, tema de Rita Chaves, do universo feminino, por Maria Augusta Fonseca, da escravidão (ou sua ausência) na *Formação*, por Luiz Felipe de Alencastro, ou ainda de sua antecipação a elaborações influentes de intelectuais postados no centro, como Fredric Jameson, a partir de um lugar periférico e de um objeto igualmente periférico, a literatura brasileira, tal como descortina o artigo de Silvia L. Lopez.

Esses são uns poucos exemplos que dão ideia, em curto espaço, da contribuição que o volume traz para um balanço e uma nova compreensão da obra do autor de *Na sala de aula*. O que se deve ressaltar, no entanto, é o quanto o conjunto apresenta uma forma de pensar que ainda tem muito a dizer e que é possível sintetizar a partir de um dos mais fortes textos da coletânea, o de Ana Paula Pacheco. Mobilizando um grande número de escritos de Candido, ela contrasta o tempo de formação do crítico e o nosso, o radicalismo do crítico e o conformismo que domina hoje, quando “a classe média ‘cansou’”.

Abdicar do exercício de esperança da igualdade, ensina Antonio Candido, é abdicar do mais importante. E isso a voz coletiva que soa em *Antonio Candido 100 anos* nos lembra o tempo todo.

Luís Bueno é professor do Departamento de Literatura e Linguística da Universidade Federal do Paraná (Dellin-UFPR).

Encadeamento filosófico

Marcelo Jacques de Moraes



**A cadeia secreta –
Diderot e o
romance filosófico**
Franklin de Mattos
Editora Unesp
162 páginas
R\$ 34,00

Uma das maiores ilustrações do Iluminismo francês do século XVIII encarnou-se na *Enciclopédia, ou Dicionário razoado das ciências, das artes e dos ofícios*, escrita entre 1747 e 1766 no intuito de “reunir”, numa única obra, “os conhecimentos espalhados sobre a superfície da Terra”, como resumiu no verbete “Enciclopédia”, redigido em 1755, Denis Diderot (1713-1784). Com Jean d’Alembert (1717-1783), ele concebeu e coordenou o ambicioso projeto.

Diderot descobriu, contudo, que a reunião de especialistas, artistas e homens de letras não garantia uma obra perfeitamente acabada, que restituísse um universo inequívoco, desde então disponível para todos, até porque, no limite, cada um dos colaboradores “tinha sua maneira de sentir e de ver”. E, mais do que isso, o filósofo passava a intuir que o grande obstáculo ao projeto não residia tanto nas diferenças de visão dos colaboradores quanto na própria natureza da linguagem. Em vez de mediar a aproximação de um real supostamente inteligível por meio do estabelecimento de conceitos e representações estáveis e claramente remissíveis a outros conceitos e representações, a linguagem parecia adiar a aquisição de certezas filosóficas ou práticas. Estas, de fato, não cessavam de se perder no redemoinho dos verbetes e das pranchas da *Enciclopédia*: “Vimos, à medida que trabalhávamos, a matéria estender-se, a nomenclatura obscurecer-se, substâncias reduzidas a uma infinidade de nomes diferentes, os instrumentos, as máquinas, e as manobras multiplicando-se desmesuradamente, e os numerosos desvios de um labirinto inextricável se complicando cada vez mais”.

Nesse sentido, o trabalho do filósofo, longe de iluminar plenamente o sentido do mundo, vinha revelar sua irreducibilidade à linguagem, permanecendo sempre, de certa forma, assombrado pelo não senso. E “uma verdadeira *Enciclopédia*”, em última instância, não poderia ser senão um texto por se escrever.

Creio que essa suspeita em relação à linguagem foi uma das principais razões pelas quais o romance adquiriu tanta importância na obra mais tardia de Diderot, numa articulação entre filosofia e literatura que, desde então, se imporia de maneira cada vez mais consistente e incisiva como domínio e prática do pensamento.

E é especialmente à tal articulação que se dedica Franklin de Mattos em *A cadeia secreta*, seu segundo livro dedicado a Diderot, em que vai muito além de uma arguta e necessária reconstituição da contribuição do escritor para o “lento processo de habilitação do romance no século XVIII”. Mattos mostra ao longo de sete ensaios como, nos romances do “inquieto experimentador”, redesenham-se suas “duas grandes vocações”: “o materialismo e a conversação”, mas sem por isso deixarem de manter uma *secreta* consonância, ou *cadeia*, com as obras filosóficas e dramáticas do escritor.

Conciliando capacidade de síntese com erudição crítica, Mattos retrama os elos dessa *cadeia* a partir especialmente da apresentação e da leitura de três obras primordiais: *As joias indiscretas*, *A religiosa* e *Jacques, o fatalista*. Cabe destacar dois aspectos fundamentais no que tange ao confronto incontornável entre a ordem da natureza e as convenções morais que a obra de Diderot expõe e que as análises de Mattos exploram.

O primeiro aspecto diz respeito à atenção de Diderot à dimensão *material* do desejo, que, na leitura de Mattos, aparece especialmente na perspectiva do feminino: seja ao fazer “ouvir” a “voz impertinente” das *joias* femininas, seja com a descrição de “cenas de prazer sáfico” entre religiosas, seja no teatralizado embate entre “maquiavelismo feminino” e “despotismo masculino”.

O segundo aspecto concerne à dimensão labiríntica da linguagem. A trama de *A religiosa* se configura como uma “falsa *história verdadeira*”, produzida a partir da manipulação de cartas trocadas entre personagens ficcionais e reais. *Jacques, o fatalista*, por sua vez, constitui-se como uma longa conversa em que se cruzam e recruzam vozes, reabrindo indefinidamente “os anéis da vasta cadeia que nos determina”.

Ao longo do livro, Mattos retoma e revitaliza o debate em torno do espinozismo de Diderot: “Embora *fatalistas*, continuamos a falar, pensar e escrever como se fôssemos *livres*”. Ironicamente, faz ressoar um impasse que, desde o Iluminismo do século XVIII, continua sendo nosso.

Marcelo Jacques de Moraes é professor de literatura francesa na Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Ação do Ibama no início dos anos 1990: apreensão de animais silvestres e redes usadas em pesca predatória

Luta pela floresta

Há 30 anos o Ibama atua na proteção do meio ambiente no Brasil por meio de operações baseadas em estudos tecnocientíficos

Rodrigo de Oliveira Andrade

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) completou 30 anos com o desafio de manter sua autonomia e agenda de proteção do meio ambiente. Por meio de laudos e estudos tecnocientíficos, o órgão desenvolve ações de combate a crimes ambientais e de monitoramento e controle de atividades envolvendo o uso de recursos naturais, como a exploração de petróleo, de minério de ferro, entre outras atividades potencialmente poluidoras do meio ambiente.

O Ibama foi criado oficialmente em 22 de fevereiro de 1989 durante o governo do presidente José Sarney (1985-1990). O objetivo era integrar as atividades de gestão dos recursos ambientais no Brasil, até então conduzidas por outras instituições governamentais criadas ao longo das décadas de 1960 e 1970.

Entre elas estavam a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (Sudepe) e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), ambos ligados ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e a Superintendência da



Borracha (Sudhevea), vinculada ao então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC).

“Esses órgãos surgiram em um período marcado pela construção de grandes obras, com alto impacto ambiental”, explica o agrônomo Leonardo Ribeiro Teixeira, analista ambiental do Ibama entre os anos de 2003 e 2018. É o caso da rodovia Transamazônica, na região Norte, e a construção da Usina de Itaipu, no Sul do país. Ele lembra que a situação na Amazônia em fins da década de 1980 também era alarmante, com altíssimo índice de desmatamento; a caça e a pesca avançavam sem controle, assim como os conflitos entre comunidades tradicionais e os novos ocupantes de terras.

O acúmulo de incidentes desencadeou pressão sobre o governo no sentido de fortalecer a gestão ambiental. “Uma equipe de especialistas e acadêmicos foi convocada em meados de 1988 para avaliar o estado dos recursos naturais e propor estratégias que

ajudassem a conciliar o desenvolvimento econômico e a preocupação ecológica no Brasil”, conta Teixeira.

Da iniciativa surgiu a noção de que era preciso centralizar a gestão das políticas oficiais relacionadas à proteção dos recursos naturais e seu uso adequado em um único órgão. “Foi quando se decidiu pela extinção das antigas autarquias e a incorporação de seus funcionários ao Ibama”, destaca o sociólogo Heitor Schulz Macedo, analista ambiental do Ibama entre 2003 e 2008.

BASES CIENTÍFICAS

Somente em 2002 foi realizado o primeiro concurso para a contratação de analistas ambientais no órgão. “Isso abriu caminho para o aprimoramento dos trabalhos de fiscalização, como o uso de ferramentas de georreferenciamento para a identificação e qualificação de infrações ambientais”, diz Teixeira.

Uma das marcas do Ibama hoje é o desenvolvimento de

Carregamento de madeira de desmatamento interceptado por agentes

Mais de 1 milhão de filhotes de tartaruga foram monitorados pelo órgão entre 2017 e 2018, no Pará

projetos estruturados em estudos científicos. “Suas atividades englobam um amplo conjunto de dados e informações, provenientes de processos de investigação e inteligência, que servem de base para ações estratégicas de fiscalização e licenciamento ambiental”, escreveu a economista Nadi Helena Presser, do Departamento de Ciência da Informação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em artigo publicado em 2018 na revista *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia*.

Os dados a partir dos quais o instituto estrutura as suas operações são obtidos por meio de estudos desenvolvidos no próprio órgão ou por universidades e instituições de pesquisa, a partir de convites ou licitações. Exemplo disso é a Operação Panóptico, concebida em 2018 com base em estudos realizados por analistas do órgão e pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). A operação pretende prevenir o desmatamento





na Amazônia por meio da identificação de áreas de maior risco. Isso é feito com dados georreferenciados obtidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Com a identificação dessas áreas, proprietários rurais são monitorados e orientados sobre a necessidade de solicitar autorização antes de desmatar.

Segundo Henrique dos Santos Pereira, superintendente do Ibama entre 2003 e 2009 e professor de ciências ambientais da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), o Ibama desenvolveu outros dois projetos de grande importância, sobretudo para a Amazônia: o Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea (ProVárzea) e o Projeto de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia (Promanejo), ambos no âmbito do Programa Piloto para Proteção das Florestas

Em maio de 2018 o instituto apreendeu 7.387 toras extraídas ilegalmente da terra indígena Pirititi, em Roraima

O Ibama luta para manter sua autonomia administrativa, técnica e orçamentária

Tropicais do Brasil (PPG7), iniciativa do governo brasileiro em parceria com a comunidade internacional, incluindo os países do Grupo dos 7 (G7), e o Banco Mundial.

O ProVárzea, lançado em 2001, teve como objetivo estabelecer as bases científicas, técnicas e políticas para a conservação e o manejo ambiental e socialmente sustentável dos recursos naturais das várzeas da região central da bacia amazônica. “O projeto contou com a colaboração de universidades e institutos de pesquisa da região amazônica, contratados pelo Ibama para executar estudos diversos”, esclarece o oceanógrafo Mauro Luis Ruffino, coordenador do ProVárzea.

Segundo dados obtidos via Portal da Transparência, o Ibama conta hoje com 3.922 funcionários, incluindo técnicos e pesquisadores, servidores

concursados e pessoas sem vínculo com a administração pública em cargos comissionados. Seu orçamento previsto para este ano é de R\$ 1,73 bilhão. Entre outras finalidades, esse valor deverá subsidiar as ações do Ibama em 2019, as quais se basearão no Diagnóstico dos Delitos Ambientais 2018, que mapeia problemas nacionais e em âmbito estadual.

Nos últimos meses o órgão vem lutando para manter sua autonomia administrativa, técnica e orçamentária. Desde março, as demandas de imprensa relacionadas à atuação do Ibama devem ser direcionadas à Assessoria de Comunicação do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Isso tem dificultado o acesso de jornalistas e organizações não governamentais, por exemplo, a informações e dados oficiais relacionados às ações levadas a cabo pelo órgão ambiental. ■



GÊNERO

A retomada do espaço da mulher na computação

Iniciativas estimulam meninas a explorar as áreas de tecnologia, programação e empreendedorismo no Brasil

No dia 10 de abril o mundo foi apresentado à primeira imagem dos arredores de um buraco negro, no coração da galáxia Messier 87, há 55 milhões de anos-luz do Sistema Solar. O feito é resultado do esforço de mais de 200 pesquisadores do consórcio internacional Telescópio Horizonte de Eventos (EHT). Entre eles, o nome da cientista da computação norte-americana Katie Bouman se destaca. Aos 29 anos, ela foi a responsável por desenvolver o algoritmo que auxiliou a equipe de cientistas a construir a imagem. A empreitada se deu há três anos, em seu doutorado em ciência da computação e inteligência artificial no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), nos Estados Unidos.

Uma foto de Bouman publicada nas redes sociais no dia do anúncio correu o mundo. Nela, a pesquisadora aparece diante do computador reagindo com alegria à imagem do anel amarelo-alaranjado. A imagem transformou Bouman em uma das principais personagens do trabalho feito pelo consórcio EHT – e também em um símbolo para todas aquelas que lutam para retomar seu espaço na ciência da computação.

As mulheres tinham presença marcante nos cursos de ciência da computação nos Estados Unidos e no Brasil até meados da década de 1980, quando a tendência se inverteu e a área passou a ser ocupada majoritariamente por homens. Essa situação aos poucos começou a

chamar a atenção de algumas instituições de ensino superior, como a Universidade Carnegie Mellon, na Pensilvânia, nos Estados Unidos. Ela foi uma das primeiras a tentar compreender e reverter esse desequilíbrio em seus cursos de ciência da computação. O movimento com o tempo disseminou-se por outras instituições, inclusive do Brasil. Mais recentemente, novas iniciativas foram lançadas, todas com o propósito de contribuir para que meninas e mulheres se sintam motivadas a explorar as áreas de tecnologia, programação e empreendedorismo.

Uma dessas iniciativas no Brasil é a PrograMaria (www.programaria.org), lançada em 2015 pela jornalista e empreendedora paulista Iana Chan.

O projeto nasceu como um clube de programação para mulheres. “Algumas amigas e eu decidimos nos reunir para aprender mais sobre tecnologia e programação e discutir a presença das mulheres nessas áreas”, diz. O grupo identificou vários obstáculos que contribuem para afastar meninas e mulheres desse universo, como a falta de exemplos que as inspirem a ingressar em cursos nesse campo e preconceitos que reforçam a ideia de que tecnologia é algo masculino.

Diante disso, Chan resolveu transformar a PrograMaria em um projeto maior, capaz de despertar o interesse feminino pela tecnologia, por meio de palestras, debates e oficinas de programação em parceria com outras empresas engajadas em aumentar a presença de mulheres nessas áreas. Ela também oferta cursos, nos quais ensina conceitos básicos de programação às mulheres, de modo que elas consigam desenvolver seus próprios sites.

Em três anos, a PrograMaria formou 115 mulheres. Muitas conseguiram ingressar no mercado de trabalho. É o caso de Tuanny Ruiz, de 25 anos. Ela conta que sempre se interessou por matemática e programação, mas que, por pressão dos pais, resolveu cursar engenharia civil. “Com o tempo comecei a me desinteressar pelo curso.” Sem abandonar a faculdade, decidiu estudar programação sozinha. Em outubro de 2016, participou das oficinas e fez o curso da PrograMaria.

Iana Chan fez da PrograMaria um projeto capaz de despertar o interesse feminino pela tecnologia e pelo empreendedorismo



Logo após concluir a graduação, mergulhou de vez na área. Trabalhou em empresas de São Paulo até ser chamada para atuar como programadora em uma companhia varejista norte-americana no Canadá, para onde se mudou em abril.

DÉFICIT PROFISSIONAL

A necessidade de se ter mais mulheres na ciência da computação não é só uma questão de equidade de gênero, mas também econômica. O número de

cursos de computação cresceu 586% nos últimos 24 anos no Brasil. Já o percentual de mulheres matriculadas nesses cursos passou de 34,8% para 15,5%, segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), do Ministério da Educação (MEC). O cenário também é preocupante nos Estados Unidos. O país deve chegar em 2020 com aproximadamente 1,4 milhão de vagas na área de tecnologia da informação e um déficit de mão de obra da ordem de 1 milhão de profissionais, segundo a organização Code.org. “Só daremos conta dessa demanda se inserirmos as mulheres na área”, afirma Chan.

Uma das ações nesse sentido é a Technovation Summer School for Girls, lançada este ano pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (ICMC-USP), em São Carlos. “O projeto pretende ensinar meninas de 10 a 18 anos a desenvolver aplicativos que contribuam para solucionar problemas sociais, além de apresentar possibilidades de carreira nas áreas de tecnologia e empreendedorismo”, explica a cientista da computação Kalinka Castelo Branco, pesquisadora do ICMC e coordenadora do Grupo de Alunas nas Ciências Exatas (Grace), responsável pelo projeto.



Bouman com os arquivos de dados usados para construir a imagem dos arredores do buraco negro

Contribuição feminina

Mulheres e alguns de seus feitos na ciência da computação e tecnologia da informação

Várias mulheres contribuíram para o aprimoramento da ciência da computação e da tecnologia da informação (TI) ao longo de décadas, criando componentes, cálculos e softwares ainda hoje considerados essenciais para o desenvolvimento dessas e de outras áreas do conhecimento. Por muito tempo seus nomes e trabalhos permaneceram à sombra da história, ofuscados pela noção difundida a partir de 1980 de que programação, tecnologia e empreendedorismo seriam áreas masculinas. Aos poucos, no entanto, historiadores da ciência, pesquisadores e coletivos de mulheres programadoras trabalham para resgatar suas trajetórias e lançar luz sobre seus feitos.



A matemática britânica **Ada Lovelace** (1815-1852) é considerada a primeira programadora da história. Ela descreveu como códigos poderiam ser usados para manipular letras, símbolos e números, e, assim, realizar cálculos complexos. Suas ideias foram fundamentais para que o matemático britânico Charles Babbage (1791-1871), seu amigo e tutor, projetasse uma máquina que, se construída, teria sido o primeiro computador da história.



A cientista espacial norte-americana **Katherine Johnson** ajudou a confirmar a precisão dos computadores usados pela Nasa e realizou cálculos que contribuíram para assegurar a realização de viagens espaciais mais seguras a partir dos anos 1950. Ela também é responsável por algumas das análises usadas para viabilizar o primeiro voo espacial humano em 1961.



A alemã **Stephanie Shirley** contribuiu para o avanço das mulheres na área de TI e programação de computadores ao criar a empresa de software Freelance Programmers. A companhia foi fundada em 1962 na Inglaterra e inicialmente empregava apenas mulheres.

O curso é voltado principalmente às alunas da rede pública de ensino do estado de São Paulo e em sua primeira edição teve a participação de 74 meninas e jovens entre 10 e 18 anos de idade. Elas aprenderam a desenvolver um aplicativo e a apresentá-lo em público. “As maiores de 15 anos também foram instruídas a elaborar um plano de negócio para viabilizar suas ideias”, destaca Castelo Branco. Este ano, a presença feminina no evento mais do que dobrou: 162 estudantes participaram das atividades, que não exigem conhecimento prévio de informática.

A iniciativa faz parte de outro projeto em desenvolvimento pelo ICMC em escolas públicas de São Carlos. “Nossa proposta foi um dos projetos contemplados em uma chamada do CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], realizada no final do ano passado para estimular a participação e a formação de meninas e mulheres nas ciências exatas, engenharias e computação [Stem, em inglês]”, conta



a pesquisadora. “Teremos à disposição R\$ 95 mil ao longo de um ano.”

Ela explica que o valor será usado no custeio de bolsas de pré-iniciação científica para meninas do ensino médio de cinco escolas públicas da região. O projeto também prevê uma bolsa-auxílio de R\$ 400 para uma professora de cada escola. A ideia é levá-las à universidade para que participem de palestras e oficinas sobre assuntos ligados às áreas Stem.

Parte dos recursos também será convertida em bolsas de iniciação científica para que alunos de graduação do ICMC ministrem aulas de reforço nessas escolas.

Outros exemplos de esforço na redução das desigualdades de gênero no campo da ciência da computação dizem respeito a iniciativas como o Meninas na Computação, do Departamento de Computação da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão, que pretende incentivar jovens sergipanas a ingressar na área, o Cunhatã Digital, que busca atrair meninas e mulheres da região amazônica, e o Meninas Digitais, da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), para alunas do ensino médio e dos últimos anos do fundamental de todo o país.

Também a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em João Pessoa, há algum tempo desenvolve seu projeto, chamado Meninas na Computação. “Desde 2014 realizamos oficinas de programação e robótica, desenvolvimento de aplicativos, visitas



A engenheira de software norte-americana **Margaret Hamilton** foi diretora da Divisão de Software do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e responsável pelo desenvolvimento do programa de voo usado no projeto Apollo 11, a primeira missão tripulada à Lua.

no curso de bacharelado em ciência da computação da UFPB, apenas 10% dos alunos eram mulheres. Na engenharia computacional, 17%.”

INVERSÃO DE PAPÉIS

As mulheres já foram maioria nos cursos de ciência da computação em algumas das principais universidades do Brasil. Em 1974, 14 dos 20 alunos que se formaram na primeira turma do bacharelado em ciência da computação do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da USP eram mulheres. Em 2016, porém, dos 41 estudantes que concluíram o curso, apenas seis eram mulheres. Segundo a cientista da computação Cláudia Bauzer Medeiros, do Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas (IC-Unicamp), o caso das mulheres nesse campo destoa das outras áreas Stem porque elas já foram maioria no curso.

Esse fenômeno parece seguir o mesmo movimento observado nos Estados Unidos. Segundo dados do Centro Nacional de Estatísticas da Educação daquele país, as mulheres representavam quase 37% de todos os estudantes de graduação em ciência da computação entre 1984 e 1985. Ao mesmo tempo, dados da American Bar Association, American Association of Medical Colleges e da National Science Foundation apontam para uma participação crescente de mulheres em cursos superiores nas áreas do direito, ciências físicas, medicina e ciência da computação entre as décadas de 1960 e 1980.

No entanto, a partir de 1985, enquanto a incidência de mulheres nos outros cursos continuou a aumentar, superando os 40% em 2015, na ciência da computação, o movimento virou para queda, saindo de cerca de 35% para menos de 20% em 2015. Para Medeiros, a principal explicação para o fenômeno, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos, estaria nos anos 1980, com a popularização dos computadores pessoais.

Então enormes máquinas de calcular, após o fim da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) os computadores eram usados principalmente em atividades associadas à função de secretariado, como o processamento de dados e a tabulação eletrônica. O predomínio das mulheres era evidente. No cálculo da folha de pagamento de empresas, por exemplo, elas costumavam escrever os códigos que depois seriam transformados em cartões perfurados para serem lidos pelas máquinas.

Em meados dos anos 1980, com a chegada dos primeiros computadores pessoais, esse cenário mudou. Relatório de 1985 produzido pelo Centro Nacional de Estatísticas da Educação verificou que os meninos nos Estados Unidos eram muito mais propensos a usar essas máquinas em casa do que as meninas, possivelmente porque o marketing dos fabricantes era direcionado principalmente a eles. “É possível que isso tenha contribuído para que os garotos passassem a aprender e a se interessar mais por programação”, sugere Medeiros.

Com o tempo, a noção de que a atividade de programação era masculina tornou-se a narrativa padrão, contribuindo para que fossem esquecidos os nomes de personagens femininas com importantes contribuições para a área (*ver box*). Em movimento similar ao desenvolvido pela física britânica Jessica Wade (*ver Pesquisa FAPESP nº 276*), a PrograMaria reuniu recentemente 40 jovens programadoras em uma maratona para criar, traduzir ou melhorar o perfil na Wikipédia de 45 mulheres que atuam ou atuaram nas áreas Stem, no Brasil e no exterior. ■

Rodrigo de Oliveira Andrade

aos laboratórios da universidade, debates e palestras sobre equidade de gênero nas áreas Stem em escolas públicas da região”, conta a cientista da computação Josilene Aires Moreira, do Centro de Informática da UFPB e coordenadora do projeto. Ela destaca que 65% dos 1.866 frequentadores de cursos Stem na instituição são homens. “Em 2018,



Alunas durante curso de programação oferecido no IME-USP pelo Meninas Digitais e grupo PyLadies

Para ampliar as conexões

Física brasileira Cecilia Chirenti é selecionada para participar de programa de pesquisa no Canadá dedicado a mulheres cientistas

A noção de que as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (Stem, em inglês) não são para as mulheres nunca passou pela cabeça de Cecilia Chirenti. Sua mãe é formada em engenharia eletrônica e desde 1978 leciona na Universidade Presbiteriana Mackenzie, em São Paulo, de modo que Chirenti não se sentiu intimidada ao escolher estudar no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF-USP). “Muitos colegas da graduação morriam de inveja porque eu podia tirar dúvidas de cálculo em casa”, brinca.

Só não tinha certeza se conseguiria construir uma trajetória acadêmica no Brasil. “Ainda assim, decidi estudar o que amava e fazer minha carreira dar certo.” Na faculdade, Chirenti fez dois anos de iniciação científica. A experiência foi suficiente, na avaliação de seu futuro orientador, o físico teórico Elcio Abdalla, para credenciá-la a um doutorado direto, na mesma instituição, em 2003. Foi quando começou a trabalhar com perturbações de sistemas gravitacionais, à luz da teoria da relatividade geral, proposta em 1915 pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955).

Chirenti concluiu sua pesquisa em 2007 e em seguida iniciou um estágio de pós-doutorado no Instituto Max Planck de Física Gravitacional, em Potsdam, Alemanha. “Achava que ficaria mais algum tempo no exterior para talvez fazer outro estágio de pós-doutorado”, conta. “Um dia, no entanto, Elcio Abdalla me alertou sobre a abertura de concurso para professor na Universidade Federal do ABC”, relembra.

Poucos meses antes de concluir seu estágio de pós-doutorado, em 2008, resolveu voltar para o Brasil e prestar o concurso. Foi aprovada e, aos 26 anos de idade, tornou-se professora adjunta do Centro de Matemática, Computação e Cognição da UFABC.

Em 2018, ao tomar conhecimento do programa Simons Emmy Noether Fellows, desenvolvido pelo Instituto Perimeter de Física Teórica, em Waterloo, Canadá, e voltado a físicas teóricas em início ou meados de carreira, decidiu se candidatar (*ver Pesquisa FAPESP nº 250*).

As candidatas à bolsa precisam ocupar um cargo em instituição de ensino superior e atuar em

uma das áreas da física teórica existentes no Perimeter. No processo seletivo, avaliam-se a produção das pesquisadoras e o estágio da carreira no qual se encontram. Chirenti foi contemplada junto com outras sete cientistas de vários países e campos da física teórica. Durante três meses, poderá frequentar o instituto e lá estabelecer novas colaborações de pesquisa. O objetivo é avançar em seus trabalhos sobre ondas gravitacionais, buracos negros e estrelas de nêutrons.

Chirenti é a primeira cientista brasileira a obter uma bolsa do programa, que consiste em auxílio de 3 mil dólares canadenses (cerca de R\$ 8,6 mil) por mês, além do custeio de todas as despesas com alimentação, moradia e transporte durante sua permanência no país. Ela embarcará para o Canadá em setembro. O programa também irá disponibilizar recursos para que Iara Ota, única mulher entre os seus três orientandos de pós-graduação na UFABC, possa passar um mês no instituto. “A ideia é que ela participe de seminários, desenvolva parte de seu projeto de pesquisa e inicie novas colaborações”, diz Chirenti. ■ R.O.A.



No Canadá, Chirenti pesquisará sobre ondas gravitacionais, buracos negros e estrelas de nêutrons



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



O FUTURO DO MUSEU DO IPIRANGA

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

Mais de 160 vídeos disponíveis, com um novo a cada quinzena, sempre às segundas-feiras

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

Inscreva-se no canal e receba os avisos



AMAZÔNIA ILEGAL



PREFEITO AMBIVALENTE



INVERTENDO A SETA DO TEMPO

Compartilhe conhecimento. Acompanhe!



O QUE A CIÊNCIA
BRASILEIRA PRODUZ,
VOCÊ ENCONTRA AQUI

*Nas bancas
e livrarias*

