

Pesquisa

FAPESP

ABRIL DE 2019 | ANO 20, N. 278

PESQUISA FAPESP | ABRIL DE 2019

O ECLIPSE E A RELATIVIDADE

Há 100 anos, mudança de trajetória da luz de estrelas durante ocultamento do Sol registrada no Brasil e na África comprovou pela primeira vez a teoria de Einstein



Pesquisa revela envelhecimento da magistratura e redução da participação feminina

Universidades adotam ferramentas para localizar artigos em acesso aberto

Naves privadas podem devolver aos EUA a capacidade de levar humanos ao espaço

Construtoras usam soluções digitais para aumentar a eficiência do setor

Filólogo Basilio Losada apresentou a literatura brasileira à Espanha

Pesquisa Brasil

TODA SEXTA-FEIRA, DAS 13 ÀS 14H, VOCÊ TEM UM ENCONTRO
MARCADO COM A CIÊNCIA NA RÁDIO USP FM.

Reapresentação aos **sábados, às 18h**, e às **quintas, às 2h da manhã**



Pesquisa Brasil traz notícias e entrevistas sobre ciência, tecnologia, meio ambiente e humanidades. Os temas são selecionados entre as reportagens da revista **Pesquisa FAPESP**

A cada programa, três entrevistados falam sobre o desenvolvimento de pesquisas e inovações e escolhem a programação musical



Você também pode baixar e ouvir o programa da semana e os anteriores na página de **Pesquisa FAPESP** na internet (revistapesquisa.fapesp.br/podcast)

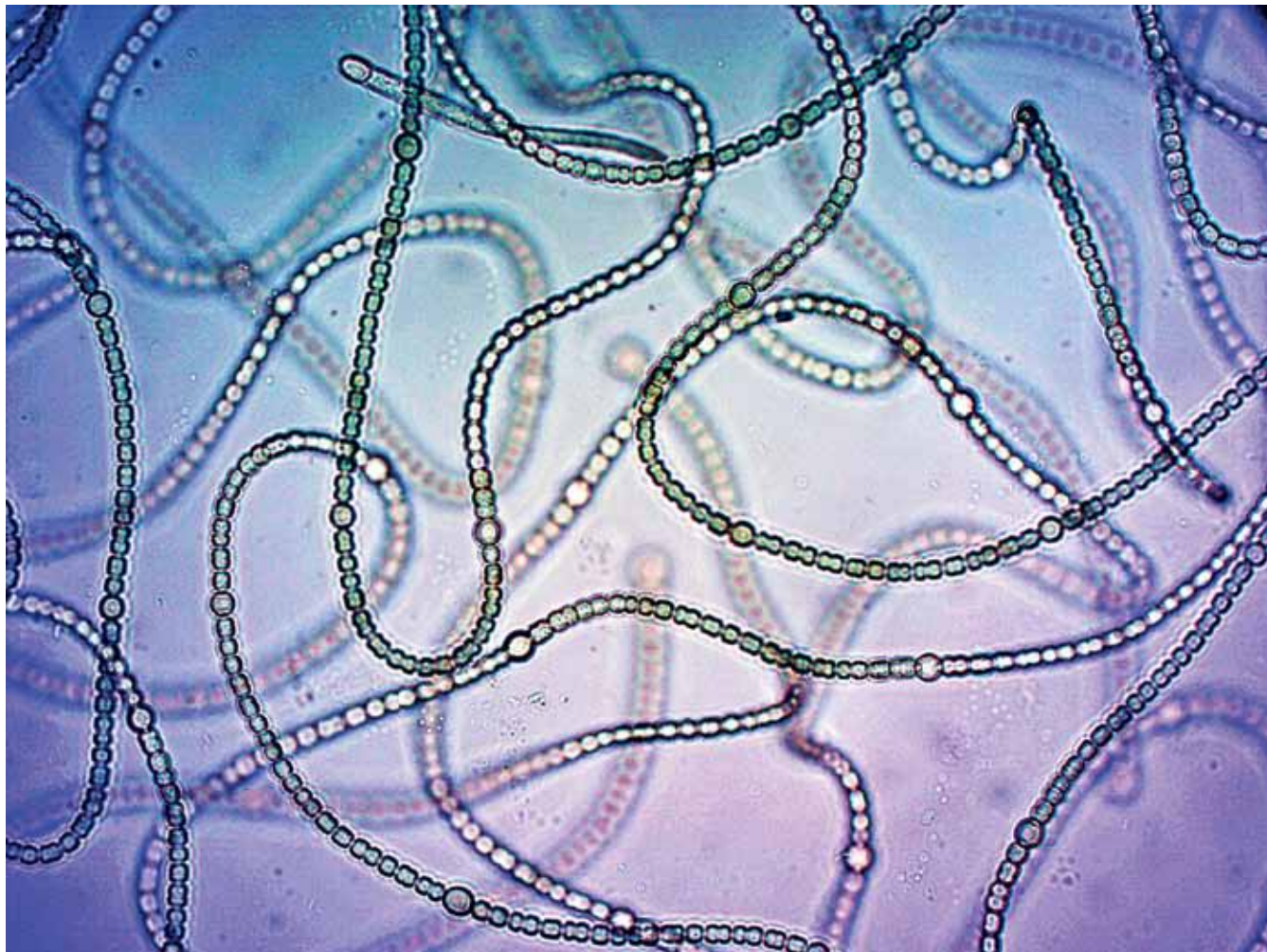
São Paulo Ribeirão Preto
93,7 mHz 107,9 mHz

Agora o programa também vai ao ar na **Web Rádio Unicamp**
Toda segunda, às 13h. www.rtv.unicamp.br

Pesquisa
BRASIL

(uspfm)))))

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



Colares medicinais

Entre as primeiras formas de vida do planeta, as algas azuis – ou cianobactérias – produzem moléculas consideradas tóxicas. “E se virarmos o jogo para usar essas toxinas para a farmacologia?”, provoca Camila Crnkovic, que encontrou substâncias promissoras e também beleza ao esquadrihar as algas sob o microscópio. “Espécies do gênero *Nostoc* são muito bonitas, parecem um colar de pérolas”, conta. A busca por microalgas em amostras de água doce foi parte de seu trabalho de doutorado, que consistiu na bioprospecção de moléculas com atividade biológica contra o câncer.

Imagem enviada pela farmacêutica bioquímica Camila Crnkovic, obtida durante doutorado finalizado em 2018 na Universidade de Illinois em Chicago, Estados Unidos

p. 18

Registro do eclipse
de 1919

CAPA

Há 100 anos, observação de eclipse solar no Brasil e na África forneceu prova da validade da teoria da relatividade

p. 18

Fenômeno de 1919 também foi assistido por expedições do Brasil e dos Estados Unidos

p. 24

O astrofísico

Daniel Kennefick fala da importância do evento visto a partir de Sobral

p. 25

Capa
concepção MAYUMI OKUYAMA
fotos OBSERVATÓRIO NACIONAL
ilustração FELIPE BRAZ

POLÍTICA C&T

34 Acesso aberto

Ferramentas digitais ajudam a localizar artigos na internet

38 Educação científica

Feira de ciências reúne projetos robustos de estudantes de todo o país

41 Publicações

Papers com vídeos dão mais transparência a experimentos

44 Inovação

Em Lausanne, na Suíça, startups de ciências da vida atraem investidores

48 Entrevista

Peretz Lavie, presidente do Technion, fala sobre o ambiente de inovação na instituição israelense

CIÊNCIA

50 Geografia

Trecho central da floresta amazônica deve ter se formado há apenas 45 mil anos

53 Geologia

Levantamento indica possibilidade de haver jazidas de cobre ao norte de Carajás

56 Nutrição animal

Frango e milho são os ingredientes principais da ração para cães e gatos no Brasil

59 Zoologia

Nova espécie de macaco é descoberta no norte de Mato Grosso

60 Pássaros teriam surgido

há 47 milhões de anos na Austrália

62 Astronáutica

Cápsula da empresa SpaceX pode devolver aos EUA a capacidade de colocar humanos em órbita

TECNOLOGIA

66 Engenharia civil

Ferramentas digitais procuram elevar a produtividade do setor de construção

72 Tecnologia da informação

Criado para o comércio de criptomoedas, blockchain dissemina-se por outras áreas



ENTREVISTA

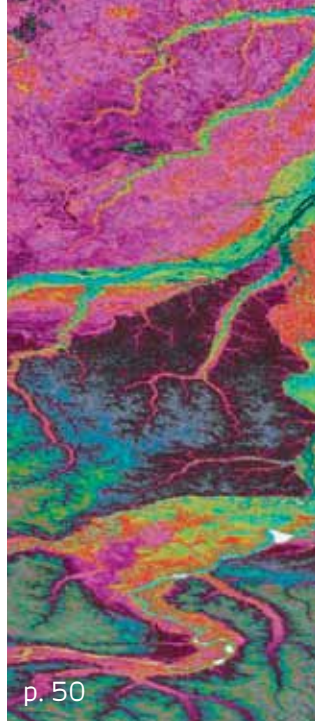
Jairton Dupont

Químico defende uma universidade mais aberta, plural e democrática

p. 28



p. 60



p. 50

HUMANIDADES

80 Direito

Estudo identifica retração, na magistratura, da participação de mulheres e de classes populares

86 Entrevista

Filólogo Basilio Losada abriu as portas da Espanha para a literatura brasileira

90 Cinema

Pesquisadores analisam 100 anos de produção nacional

SEÇÕES

3 Fotolab

6 Comentários

7 Editorial

8 Boas práticas

Assédio sexual na academia é alvo de agência de fomento e do Congresso nos Estados Unidos

11 Dados

Composição dos dispêndios em P&D – EUA (2017)

12 Notas

76 Pesquisa empresarial

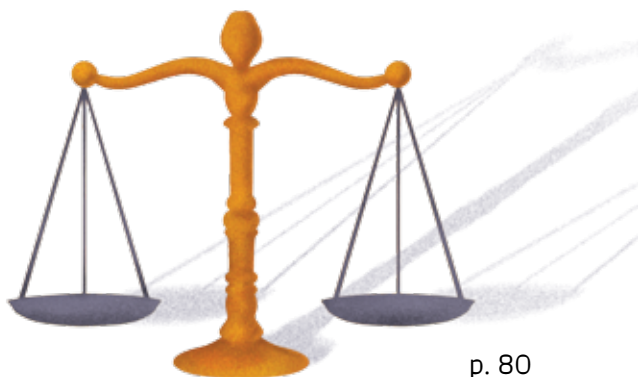
Duas Rodas investe na criação de ingredientes para a indústria alimentícia

93 Obituário

A jornalista Maria da Graça Mascarenhas ajudou a criar *Pesquisa FAPESP*

95 Carreiras

Boas apresentações auxiliam a divulgar resultados de pesquisa



p. 80

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)



▶ **Claudia Andujar: a luta Yanomami**

Mostra reúne, além de fotos, desenhos feitos pelos próprios índios nos anos 1970

bit.ly/twVCludiaAndujar



▶ **Sirius, um brilho maior**

Fonte de luz síncrotron de última geração deve elevar a qualidade da pesquisa brasileira

bit.ly/twVSirius



▶ **Um novo planeta no Sistema Solar?**

Astrônomos conseguem mais evidências de que haveria outro planeta depois de Netuno

bit.ly/twPlaneta9V

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






ESPECIAL mulheres na ciência

Programa discute entraves e conquistas femininas na esfera acadêmica

bit.ly/twPBRO8mar19




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



Financiamento da educação


 Importante investigação sobre os gastos com a educação no Brasil, inclusive para desfazer a falácia que tem sido colocada em relação aos recursos aplicados (“Engrenagem complexa”, edição 277). Não construiremos um país melhor sem uma educação forte. Também ficou muito legal a reportagem “Modelos recriados”, em que aprendemos sobre a gênese da universidade no Brasil.

Flávio Demarco

 Apenas lamento essa história ser tão pouco contada.


André Adriano Rocha Aleixo

Tabela periódica

 Difícil mesmo é produzir elementos cada vez mais pesados, instáveis e radioativos (“A encruzilhada da tabela periódica”, edição 277).

Leonardo Costa Fiorini


Francisco Costa

 A entrevista com o economista Francisco de Assis Costa (“As múltiplas faces da Amazônia”, edição 277) foi fantástica. Uma


de suas afirmativas – “precisamos ensinar ao mundo o que é um bom açaí, como os franceses fizeram com seus vinhos” – serviu de estímulo para a ideia de elaboração de uma sequência didática para o ensino de histórias e culturas indígenas na educação básica, apresentando diferentes pontos de vista acerca do fruto. Quando associada aos saberes do povo indígena Baniwa-Coripaco, o excerto da entrevista poderá ajudar como um recurso didático para o ensino de história.

Patrícia Cerqueira


Vídeos

 Adorei o vídeo “Sirius, o maior e mais complexo laboratório brasileiro”. Mais bem explicado impossível. Ultimamente não temos tido muitos acontecimentos para nos orgulhar no Brasil e ver a realização desse projeto me encheu de esperança e de orgulho.

Candida Marisa Barbieri Lamante

 Que estrutura grandiosa e superinteressante. Contribuirá muito para o avanço nas pesquisas. Quero fazer uma visita.

Edson Wander


 Projetos dessa magnitude são muito importantes, pois alavancam o desenvolvimento da ciência e tecnologia não só com as pesquisas que lá serão realizadas, mas também ao demandar soluções inovadoras e de alta tecnologia para sua construção e operação.


Natan Chikaoka

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


A mais lida de março no Facebook

Marcelle Soares-Santos:
caçadora de colisões bit.ly/fb261MarcelleSS

 47.881 pessoas alcançadas

 1.042 reações

 16 comentários

 299 compartilhamentos



REIDAR HAHN

MARCOS 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 EDITORIALCarlos Henrique de Brito Cruz (*Presidente*), Caio Túlio Costa, Eugênio Buccí, Fernando Reinach, José Eduardo Krieger, Luiz Davidovich, Marcelo Knobel, Maria Herminia Tavares de Almeida, Marisa Lajolo, Mauricio Tuffani e Mônica Teixeira**COMITÊ CIENTÍFICO**Luiz Henrique Lopes dos Santos (*Presidente*), Américo Martins Craveiro, Anamaria Aranha Camargo, Ana Maria Fonseca Almeida, Carlos Américo Pacheco, Carlos Eduardo Negrão, Douglas Eduardo Zampieri, Euclides de Mesquita Neto, Fabio Kon, Francisco Antônio Bezerra Coutinho, Francisco Rafael Martins Laurindo, Hernan Chaimovich, José Roberto de França Arruda, José Roberto Postali Parra, Lucio Anghes, Luiz Nunes de Oliveira, Marco Antonio Zago, Marie-Anne Van Sluys, Maria Julia Manso Alves, Paula Montero, Roberto Marcondes Cesar Júnior, Sérgio Robles Reis Queiroz, Wagner Caradori do Amaral e Walter Colli**COORDENADOR CIENTÍFICO**

Luiz Henrique Lopes dos Santos

DIRETORA DE REDAÇÃO

Alexandra Ozorio de Almeida

EDITOR-CHEFE

Neldson Marcolin

EDITORES Fabrício Marques (*Política & T.*),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*), Felipe Braz (*Designer digital*), Júlia Cherm Rodrigues e Maria Cecília 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 Paula Campos, Bárbara Malagoli, Carla Aranha, Domingos Zapparoli, Fabio Otubo, Jairo Rodrigues, Janaina Simões, Liane Neves, Mariana Zanetti, Maurício Pierrro, Rafael Garcia, Renato Pedrosa, Valéria França, Zé Vicente**REVISÃO TÉCNICA** Archimedes Perez Filho, Célio Haddad, Fabio Kon, Inez Batista, Humberto Coda, Karl Heinz Kienitz, Luiz Nunes de Oliveira, Maria Beatriz Borba Florenzano, Nilva Cazué Sacomura, Osvaldo Novais de Oliveira, Rafael Silva Oliveira, Sérgio Queiroz, Walter Colli**É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DE TEXTOS, FOTOS, ILUSTRAÇÕES E INFOGRÁFICOS SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO****TIRAGEM** 28.200 exemplares**IMPRESSÃO** Plural Indústria Gráfica**DISTRIBUIÇÃO** DINAP**GESTÃO ADMINISTRATIVA** FUSP – FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**PESQUISA FAPESP** Rua Joaquim Antunes, nº 727, 10º andar, CEP 05415-012, Pinheiros, São Paulo-SP**FAPESP** Rua Pio XI, nº 1.500, CEP 05468-901,

Alto da Lapa, São Paulo-SP

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO,
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CARTA DA EDITORA

Universo dinâmico

Alexandra Ozorio de Almeida | DIRETORA DE REDAÇÃO

A evolução da ciência é muito menos linear e mais viva, sujeita a percalços e acasos, do que poderia parecer à primeira vista. Frequentemente, há uma boa história por trás de descobertas importantes, às vezes controversas, depois consideradas incontestáveis. Uma delas ocorreu há 100 anos e contou com participação brasileira (*página 18*).

Em 1919, Albert Einstein ainda não era o renomado físico que viria a se tornar. Em 1905 e em 1915 publicou suas teorias da relatividade especial e geral. Pensava-se até então que a tridimensionalidade do espaço (expressa em termos de coordenadas cartesianas, direção e distância) era independente do tempo, unidimensional. Einstein juntou as quatro dimensões, criando o modelo do espaço-tempo, indivisível. Nessa proposta, a gravidade seria uma propriedade geométrica do espaço-tempo. A presença de um corpo com muita massa – como o Sol – causaria uma deformação do espaço-tempo, curvando suas coordenadas. Isso faria, por exemplo, com que a luz originária de estrelas desviasse a sua trajetória ao passar perto do Sol.

Eclipses totais apresentavam oportunidades únicas – e raras – para comprovar o desvio da trajetória da luz pela gravidade proposto na teoria da relatividade. Foram várias as tentativas malsucedidas – a prisão de um astrônomo suspeito de ser espião, entre outras dificuldades – até maio de 1919, quando uma equipe de astrônomos aproveitou os cinco minutos de ocultação total do Sol para fazer registros da posição das estrelas em Sobral, no Ceará. A comprovação do desvio proposto por Einstein abriu uma ampla área de pesquisa e revelou um universo dinâmico, no qual o espaço-tempo se expande, colapsa em buracos negros e cria ondas – a existência de ondas gravitacionais, previstas pelo físico, foi comprovada em 2016.

**

As quatro entrevistas desta edição são representativas da diversidade de temas que esta revista se propõe a cobrir. A reportagem de capa é acompanhada por entrevista com o astrofísico e historiador de ciência irlandês Daniel Kennefick, que lança neste mês um livro sobre o eclipse de 1919 (*página 25*). A complexidade da relação da academia com a indústria é tratada pelo químico Jairton Dupont, que fala ainda de desafios da academia como a defesa dos direitos humanos (*página 28*). O médico Peretz Lavie trata da essência inovadora do Technion, instituição de ensino pela qual passaram 70% dos líderes de empresas de base tecnológica de Israel (*página 48*). A tarefa de introduzir Jorge Amado e outros autores brasileiros no mercado literário espanhol coube ao filólogo e tradutor galego Basilio Losada. Ele conta que na sua primeira viagem ao Brasil, em 1968, gastou toda a remuneração de conferências que deu na Argentina em livrarias cariocas (*página 86*).

**

Março foi marcado por perdas. No dia 9, morreu Maria da Graça Soares Mascarenhas, editora-adjunta de *Pesquisa FAPESP* nos primeiros anos da publicação e gerente de Comunicação da FAPESP desde 2002. Seu obituário (*página 93*) chama a atenção pelo amplo reconhecimento de sua competência, dedicação e suavidade. Fábio Sasaki, jornalista veterano, mas presença recente nesta revista, morreu no dia 14. Fábio trabalhou mais de 10 anos na editora Abril, onde foi editor do *Almanaque* e do *Guia do Estudante*. Sua primeira colaboração com a *Pesquisa FAPESP* foi de fôlego: a reportagem de capa da edição de dezembro de 2018, sobre os 30 anos da Constituição Federal. A redação se solidariza com as famílias.

BOAS PRÁTICAS



Cerco ao assédio sexual nos laboratórios

No Estados Unidos, Institutos Nacionais de Saúde reforçam compromisso em punir pesquisadores, enquanto Congresso discute normas para as agências federais de fomento

Em uma sucessão de tweets, o geneticista Francis Collins, diretor dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) dos Estados Unidos, anunciou no dia 28 de fevereiro que foram investigados no ano passado 24 casos de assédio sexual envolvendo líderes de projetos financiados pelo órgão. Como resultado desse esforço, 14 pesquisadores principais vinculados a diversos laboratórios e universidades foram afastados da coordenação dos projetos e substituídos por outras pessoas e 21 foram punidos ou demitidos pelas instituições que os empregam. Os institutos comandados por Collins são a principal agência norte-americana de apoio à pesquisa biomédica e em saúde pública. Seu orçamento em 2018 foi de US\$ 37 bilhões, investidos em projetos realizados em universidades e hospitais, e também nos 27 centros administrados pela agência, que empregam 1,2 mil pesquisadores. Houve registros de assédio sexual igualmente no staff dos institutos. Segundo o balanço apresentado, foram abertos 35 inquéritos

administrativos envolvendo membros das equipes dos NIH, que resultaram em 10 punições disciplinares, entre reprimendas e demissões.

Foi a primeira vez que a direção da agência divulgou o espectro de casos de assédio e as penalidades aplicadas, ainda que os nomes dos punidos não tenham sido divulgados. “O assédio sexual prejudica a carreira de suas vítimas e pode deixar cicatrizes profundas e danos psicológicos que repercutem por toda a vida”, tuitou Collins. “Para todos aqueles que sofreram essas experiências, lamentamos ter demorado a reconhecer e enfrentar o ambiente e a cultura que causam tanto dano. Nos preocupa que os NIH tenham sido parte do problema. Estamos determinados a fazer parte da solução.”

Collins reconheceu publicamente a importância do trabalho da neurologista BethAnn McLaughlin, da Universidade Vanderbilt, em Nashville. Ela liderou uma campanha contra o assédio, disseminada nas redes sociais com a hashtag #MeTooSTEM, que encorajava alunas e

pesquisadoras de campos das ciências, tecnologias, engenharias e matemática a denunciar episódios de assédio sexual. McLaughlin criou uma petição on-line pedindo que os NIH proibissem cientistas, responsabilizados em investigações de assédio, de receber financiamento da agência e chegou a fazer críticas diretas a Collins. “Faço um agradecimento especial a BethAnn McLaughlin, cuja liderança no movimento MeTooSTEM deu voz às vítimas do assédio. Seu ativismo teve grande valor para calibrar a discussão nos NIH sobre como fortalecer as nossas ações”, afirmou o diretor dos NIH. Em fevereiro, a pesquisadora foi ouvida por um grupo de trabalho dos institutos criado para discutir e analisar a questão do assédio sexual, que deve divulgar suas conclusões e recomendações em junho.

FÔLEGO

O debate sobre o assédio sexual no ambiente acadêmico nos Estados Unidos ganhou fôlego nos últimos dois anos na esteira de uma série de escândalos, como o que envolveu o paleoantropólogo Brian Richmond. Ele renunciou ao cargo de curador da seção Origens Humanas do Museu Americano de História Natural, em Nova York, acusado de atacar uma colega em um hotel e de ter comportamento inapropriado com alunas em trabalhos de campo (ver Pesquisa FAPESP nº 251).

Vários estudos para dimensionar o problema foram realizados. O mais recente deles, divulgado em março por uma organização que reúne pesquisadores do campo da economia, a American Economic Association, entrevistou 9 mil membros. Nesse universo, 100 mulheres relataram ter sofrido ataques sexuais de colegas. Um estudo abrangente foi divulgado no ano passado pelas Academias Nacionais de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos e mostrou que coexistem três tipos diferentes de assédio: os comportamentos hostis contra alunas e pesquisadoras, a oferta de tratamento favorável em troca de retribuições sexuais e os ataques (ver Pesquisa FAPESP nº 269).

Disparidades no financiamento

Entre os pesquisadores principais que receberam pela primeira vez dotações para projetos dos Institutos Nacionais de Saúde (NIH) entre 2006 e 2017, as mulheres ganharam em média US\$ 39,1 mil a menos do que os homens. Enquanto o valor médio dos *grants* de pesquisadores do sexo masculino alcançou US\$ 165,7 mil, o das mulheres foi de US\$ 126,6 mil. O dado foi divulgado em um artigo da edição de março do *Journal of the American Medical Association (Jama)*. Não foram encontradas diferenças de desempenho que justificassem a discrepância, como número de artigos publicados e citações, e o problema foi observado até mesmo entre pesquisadores das universidades de maior prestígio dos Estados Unidos, como Harvard, Cornell, Yale e Princeton. A tendência só não foi notada em dotações mais significativas e concedidas por um período de tempo de três a cinco anos, como os *grants* R01, considerados mais competitivos – nesse caso, as mulheres receberam US\$ 16 mil a mais do que os homens. Em um comunicado ao jornal *The New York Times*, a direção dos NIH disse que está trabalhando para lidar com disparidades de financiamento e outras desigualdades de gênero na pesquisa biomédica. “Apoiamos de forma contínua esforços para entender as barreiras enfrentadas pelas mulheres cientistas e para implementar intervenções capazes de superá-las.”

Os NIH enfrentaram, nos últimos meses, uma pressão crescente para combater o assédio de forma mais assertiva. Em setembro, Collins havia anunciado a criação de um canal para receber as denúncias relacionadas a funcionários dos institutos, mas não mudou sua política envolvendo pesquisadores de universidades e hospitais que recebem financiamento da agência, alegando não ter amparo legal para interferir em outras instituições.

A aparente hesitação contrastou com a iniciativa da National Science Foundation (NSF), principal agência de apoio à pesquisa básica dos Estados Unidos. Em outubro, a NSF passou a exigir notificação compulsória de qualquer caso comprovado de assédio relacionado a projetos financiados por ela. As cerca de 2 mil universidades e instituições apoiadas pelo órgão também foram convocadas a informar à NSF o tipo de punição que aplicaram a pesquisadores incriminados. Outras ações estão sendo estudadas. “A NSF não considera encerrado seu trabalho para enfrentar o assédio sexual”, afirmou, na época, a astrofísica France Córdova, diretora da fundação.

No início de 2019, o Congresso dos Estados Unidos começou a discutir formas de fortalecer o combate ao assédio sexual no ambiente científico. Eddie Bernice Johnson, deputada do Partido Democrata e presidente do Comitê de Ciência da Câmara dos Representantes, apresentou juntamente com o colega Frank Lucas, do Partido Republicano, um projeto que prevê diversas medidas para enfrentar o assédio. Uma delas propõe que o Escritório de Ciência e Tecnologia do governo estabeleça normas comuns a serem seguidas por todas as agências federais que financiam ciência.

De acordo com Johnson, a política adotada pela NSF é um dos nortes do projeto. “O assédio sexual está conduzindo algumas de nossas mentes mais brilhantes para longe das carreiras em pesquisa, no momento em que mais precisamos delas”, justificou Johnson, na apresentação do projeto. “É inaceitável que os dólares dos contribuintes financiem pesquisadores culpados de assediar alunos ou colegas”, disse Frank Lucas. “Reduzir a má conduta sexual é uma prioridade e temos orgulho de que esse projeto de lei seja um dos primeiros apresentados na atual legislatura”, completou. ■

Fabrcio Marques

Por que autores procuram revistas predatórias?

O que leva um autor a publicar um artigo em uma revista predatória, aquele tipo de periódico que faz avaliação frouxa da qualidade dos *papers* e parece mais interessado em arrecadar dinheiro do que em manter boa reputação? Em busca de respostas, a pesquisadora Tove Faber Frandsen, especialista em ciência da informação da Universidade do Sul da Dinamarca, analisou um conjunto de trabalhos científicos acerca do problema.

Em um artigo de revisão publicado em janeiro na revista *Learned Publishing*, ela mostra que existem dois tipos de autores que recorrem a esse tipo de revista. De um lado, há pesquisadores mal informados, em geral em início de carreira, que são atraídos pela facilidade em publicar nesses títulos, sem necessariamente se dar conta de que suas práticas são antiéticas. De outro, há os mal-intencionados, que conhecem a natureza desses periódicos e buscam inflar artificialmente sua produção acadêmica, frequentemente para obter promoções na carreira. Segundo Frandsen, autores antiéticos costumam alegar falta de atenção para justificar suas escolhas. “Mas o fato é que eles procuram ativamente um jeito de publicar artigos com menos barreiras”, disse. A pesquisadora contesta o uso do adjetivo “predatório” no caso dos mal-intencionados, porque não existiria uma vítima enganada ou capturada: há autores que sabem o que estão fazendo e buscam tirar benefícios da prática.

Embora muitas revistas predatórias sejam editadas em países como Índia e Nigéria, o uso dessas publicações não se restringe a nações em desenvolvimento. Frandsen menciona um estudo feito em 2017 por pesquisadores da Universidade de Ottawa, no Canadá, segundo o qual um

número significativo de *papers* publicados em revistas predatórias da área biomédica tinham autores de países desenvolvidos, inclusive alguns afiliados a universidades de alto nível. Da mesma forma, cita levantamento realizado por duas emissoras públicas de televisão da Alemanha que identificou 5 mil pesquisadores do país publicando em revistas predatórias.

“Pelo menos duas abordagens diferentes para o problema são necessárias”, escreveu. Para os mal informados, as estratégias adequadas envolvem oferecer mentoria, a fim de que eles possam usar ferramentas disponíveis para avaliar a qualidade de periódicos científicos, e treinamento para que sejam capazes de atender às expectativas de revistas de alta qualidade. Já para o grupo

dos mal-intencionados, a recomendação é revogar políticas de progressão na carreira baseadas na quantidade de artigos publicados e punir quem utiliza de propósito periódicos predatórios.



ILUSTRAÇÃO MARIANA ZANETTI

Editor é afastado por homofobia

A American Heart Association (AHA) demitiu o cardiologista Roberto Bolli do posto de editor-chefe da revista *Circulation Research* em decorrência de comentários homofóbicos que ele fez fora do ambiente acadêmico. Bolli, que é professor de medicina, fisiologia e biofísica da Escola de Medicina da Universidade do Kentucky, recebeu em março de 2018 um e-mail promocional de um espetáculo de temática LGBT do Louisville Ballet, que apresentava a imagem de dois bailarinos de mãos dadas com o slogan: “Se você o ama, deixe-o ir”. O médico respondeu ao remetente acusando os organizadores do espetáculo de “promover a sodomia e a homossexualidade” e exigindo que os “lacaio de Satanás” parassem de mandar aquela “sujeira” para sua casa. A resposta foi divulgada em um

blog de temas culturais, que acusou Bolli de preconceito. Ele reagiu confirmando a autoria do comentário e dizendo que “sua visão pessoal sobre a homossexualidade não interfere de maneira alguma no atendimento a pacientes homossexuais”. A American Heart Association não foi condescendente. “Temos uma política de tolerância zero em relação a condutas pessoais que entram em conflito com nossos valores. Assumimos compromisso com a promoção de um ambiente que contemple diversidade e inclusão e valorize diferenças raciais, culturais e de gênero, porque isso nos ajuda a alcançar nossas metas e cumprir nossa missão”, disse, em comunicado, Greg Donaldson, vice-presidente responsável pela área de marketing da associação, de acordo com o site Medscape.

Composição dos dispêndios em P&D – EUA (2017)

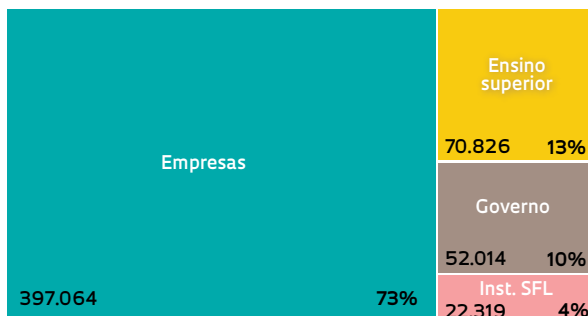
EXECUÇÃO POR SETOR

- ▶ Dos US\$ 542 bilhões aplicados em dispêndios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos Estados Unidos em 2017, 73% foram executados por empresas e 13% por universidades. Agências de governo, com 10%, e instituições sem fins lucrativos (SFL), como fundações, institutos de pesquisa e outras, com 4%, completam o quadro

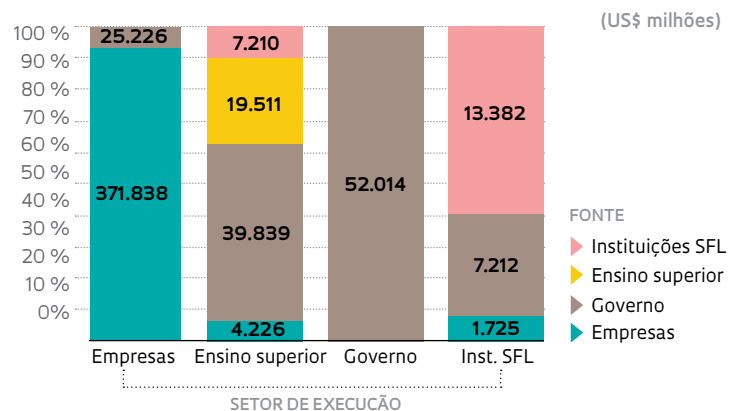
FONTES DO FINANCIAMENTO

- ▶ Do dispêndio executado por empresas, 93,6% foram financiados por elas mesmas (próprios e de terceiras) e 6,4% originaram-se de governo (6,0% do governo federal e 0,4% de governos estaduais e estrangeiros)
- ▶ Nas universidades, os governos (federal e estaduais) responderam por 56% do financiamento dos dispêndios com P&D, 28% derivaram das próprias instituições, 6,0% de empresas e 10% de instituições SFL

Dispêndios de P&D por setor de execução, EUA – 2017 (US\$ milhões)

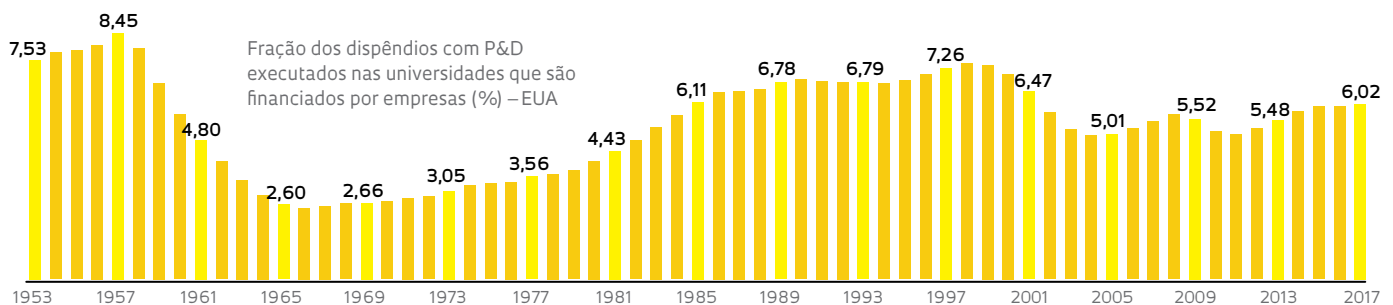


Dispêndios de P&D por setor de execução e fonte de financiamento EUA – 2017 (US\$ milhões)

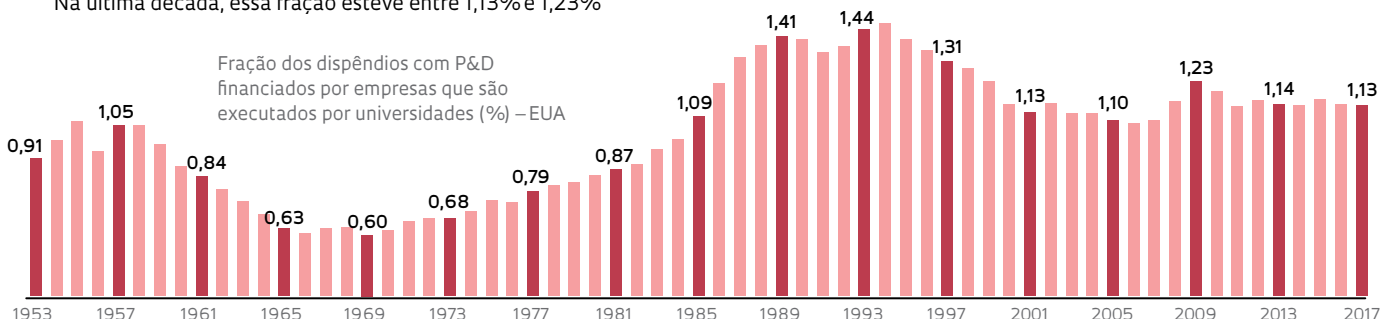


EMPRESAS NO FINANCIAMENTO DE P&D EM UNIVERSIDADES

- ▶ Desde que os dados começaram a ser registrados, em 1953, a participação de empresas no financiamento de P&D executado por universidades nos Estados Unidos foi, no máximo, de 8,45% (em 1957). Na última década, essa participação se manteve entre 5% e 6%



- ▶ Do total financiado por empresas, no máximo 1,47% chegou a ser executado por universidades no período registrado (em 1994). Na última década, essa fração esteve entre 1,13% e 1,23%



NOTAS

O peso do ar sobre a saúde na Europa

Quase 800 mil pessoas morrem a cada ano na Europa em decorrência dos efeitos da poluição do ar. São mortes que poderiam ser evitadas e, em média, abreviam em 2,2 anos o tempo de vida dos europeus (*European Heart Journal*, 12 de março). A equipe coordenada pelo pesquisador Jos Lelieveld, do Instituto Max Planck, na Alemanha, chegou a essas conclusões ao combinar informações sobre a idade e a concentração populacional nas cidades europeias; estimativas sobre o tempo de exposição aos poluentes e o impacto deles sobre a saúde. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), a maior parte das cidades mais poluídas do mundo está no Oriente Médio e no Sudeste da Ásia. Mesmo assim, por causa da elevada concentração de pessoas, os prejuízos da exposição aos poluentes no Velho Continente estão entre os mais elevados no mundo. Na Europa, em média, morrem 133 pessoas por ano em

cada grupo de 100 mil em consequência de problemas de saúde associados à poluição – a média mundial é de 120 mortes por ano a cada 100 mil pessoas. A proporção é mais elevada em países do Leste europeu, nos quais excede 200 mortes por ano em cada 100 mil, e mais baixa nos países nórdicos. A maior parte dos óbitos decorre de problemas cardiovasculares (infarto e acidente vascular cerebral) e respiratórios, consequência da ação de gases e de partículas muito finas de poluentes, que penetram nos pulmões. Ao jornal britânico *The Guardian*, Lelieveld afirmou que o uso de energia de fontes renováveis poderia mitigar o impacto humano sobre as alterações climáticas e “reduzir em até 55% as mortes relacionadas à poluição atmosférica”. O estudo estima que 8,9 milhões de pessoas morram por ano no mundo por causa da poluição. Segundo a OMS, é mais do que os 7,2 milhões de mortes anuais causadas pelo cigarro.

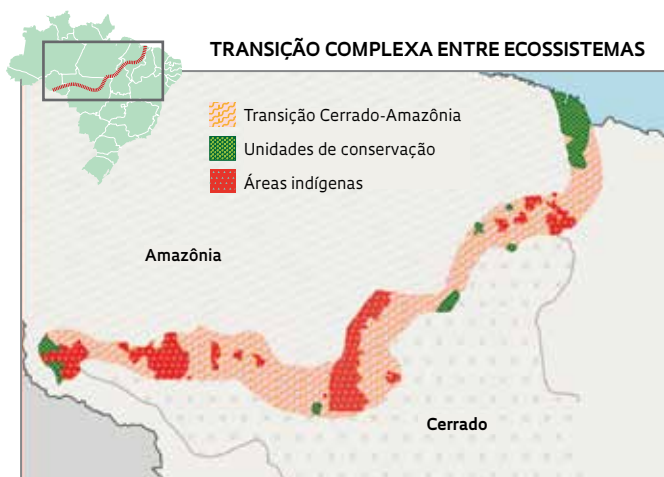
Londres: estimativa indica que a poluição do ar encurte em 1,5 ano a vida da população



Os limites entre a Amazônia e o Cerrado

Nos estados de Mato Grosso, Pará, Tocantins e Goiás, algumas áreas classificadas como Cerrado são, na verdade, Amazônia. Em outras, ocorre o inverso e também há blocos de mata que são uma combinação dos dois tipos de vegetação, segundo um mapa recente que propõe a revisão dos limites entre os biomas (*Biodiversity and Conservation*, 25 de fevereiro). No trabalho, produzido a partir de imagens de satélite, pesquisadores de universidades de Mato Grosso, do Acre e de Brasília examinaram uma área de 613 mil quilômetros quadrados (km²) nos quatro estados e reconheceram que a diversidade de formas de vegetação na região dificulta diferenciar Amazônia de Cerrado. Mostraram também que o limite entre eles é mais sinuoso e complexo do que o do mapa oficial, definido entre 1970 e 1985. Eles identificaram 151 áreas de Cerrado com

mais de 5 km² em áreas classificadas como Amazônia e 152.182 km² de áreas de transição, principalmente no Cerrado. Áreas de transição, com as duas formas de vegetação, podem se estender por até 250 quilômetros de um lado ou de outro da linha atual que separa os dois tipos de vegetação. Segundo os autores, a simplificação da divisão entre os biomas facilitou o desmatamento das áreas de transição. Por lei, os proprietários de terras têm de proteger 35% da vegetação no Cerrado e 80% na Amazônia. “Estamos encaminhando ao Ministério do Meio Ambiente, ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística um pedido para discutir a redefinição dos limites da Amazônia e propor a criação de uma zona especial de proteção na transição Amazônia-Cerrado”, diz o engenheiro florestal Ben Hur Marimon Junior, da Universidade do Estado de Mato Grosso, coordenador do estudo.



Representação tridimensional do vírus do sarampo

A difícil batalha contra o sarampo

A meta de eliminar a transmissão de sarampo no mundo até 2020 está longe de ser cumprida. Desde que a assembleia da Organização Mundial da Saúde (OMS) apoiou essa proposta feita por 195 países em 2012, o número de casos de sarampo vem diminuindo no mundo – sua transmissão já foi interrompida em 86 nações. Ainda assim, um número elevado de pessoas continua se infectando com o vírus, causador de uma doença altamente contagiosa que provoca febre alta, tosse, coriza, irritação nos olhos e manchas avermelhadas na pele. Em crianças e pessoas com o sistema imunológico debilitado, o sarampo pode levar a uma queda importante da imunidade e abrir caminho para infecções fatais. De janeiro de 2013 a dezembro de 2017, houve 634.139 casos de sarampo no mundo, quase todos em crianças. As regiões mais afetadas foram a África (224.093 casos), o leste da Ásia (142.305) e a Europa (105.851). Nas Américas foram registrados apenas 1.316 casos, mesmo assim, inesperados porque a região havia sido considerada livre do sarampo em 2016. A partir das notificações do período, Mikal Patel, do programa de imunização da OMS, e Walter Orenstein, da Universidade Emory, nos Estados Unidos, recuperaram informações sobre a situação vacinal em 434.956 casos. Em 63% deles (275.754 casos), a infecção poderia ter sido evitada se a criança tivesse recebido as duas doses recomendadas de vacina na idade adequada (*Lancet Global Health*, março). Quase metade das 156.384 infecções restantes não pôde ser prevenida porque as crianças não tinham idade para receber a primeira dose do imunizante. Com o surto de sarampo que atinge o Norte do Brasil desde fevereiro de 2018 e já afetou mais de 10,3 mil pessoas, o país deve perder a certificação de nação livre da doença, obtida em 2016.



Aranha da família Theridiosomatidae com a teia pronta para ser lançada sobre as presas

Mais ágil que um guepardo

Uma pequena aranha da família Theridiosomatidae encontrada na Amazônia peruana desenvolveu uma estratégia ágil e proativa de conseguir comida. Em vez de aguardar insetos se enroscarem na teia, ela usa a teia como um estilingue para capturar o alimento. Ao recolher um fio de seda preso a um objeto fixo, a aranha mantém a teia tensionada, em forma de cone. Quando algum desavisado se aproxima, ela solta o fio, lançando-se, junto com a teia, sobre o jantar. Na sequência, ela volta a recolher o fio e deixa a estrutura pronta para a próxima captura. Usando câmeras que registram imagens ultrarrápidas, a biofísica Symone Alexander e o engenheiro químico Saad Bhamla, do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos, calcularam a aceleração alcançada pela teia da aranha, apelidada de estilingue: 600 metros por segundo ao quadrado, quase 50 vezes superior à que um guepardo, um dos felinos mais rápidos do mundo, impõe ao seu corpo ao se lançar atrás de uma presa. Essa aceleração é suficiente para, em milionésimos de segundo, fazer a teia atingir a velocidade de 15 quilômetros por hora. Os dados foram apresentados em março no encontro da Sociedade Física Americana, em Boston, Estados Unidos. É possível ver a aranha em ação em bit.ly/2U1BKS9.

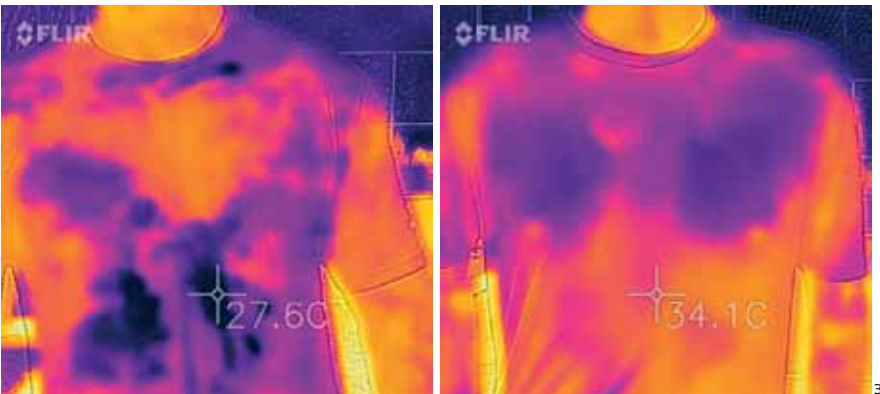
As sociedades antigas e as doenças raras

Nem sempre as sociedades antigas maltratavam pessoas com deformidades e doenças raras. Em várias delas, esses indivíduos parecem ter desfrutado de apoio social e cuidados especiais. Em alguns casos, eram até sepultados com a elite local. Exemplos de tratamento cuidadoso dispensado no passado a pessoas com doenças raras foram apresentados entre 27 de fevereiro e 1º de março no 1º Workshop sobre Doenças Raras na Antiguidade, realizado em Berlim, Alemanha. Escavando nos Andes peruanos, a antropóloga física J. Marla Toyne, da Universidade da Flórida Central, Estados Unidos,

encontrou recentemente o corpo mumificado de 800 anos de um homem do povo Chachapoya que apresentava perda óssea importante e a coluna vertebral colapsada, possivelmente decorrente de uma leucemia de células T, um câncer raro e agressivo. Segundo Toyne, o indivíduo tinha ossos frágeis, provavelmente sofria de dores nas articulações e não devia conseguir caminhar muito. Ele foi sepultado em uma tumba da elite local. "A comunidade devia estar ciente do seu sofrimento e muito provavelmente teve de fazer adaptações para cuidar dele", disse a pesquisadora à revista *Science*. Anna Pieri, bioarqueóloga independente de Livorno, Itália, recentemente identificou um homem e uma mulher com nanismo que viveram há 4.900 anos em Hierakonpolis, uma capital religiosa e política do antigo Egito, e foram enterrados em tumbas da realeza. Análises de raios X levaram Pieri a sugerir que ambos sofriam de pseudocondroplasia, que prejudica o crescimento dos ossos. Documentos e objetos indicam que, no Egito antigo, pessoas com nanismo eram consideradas especiais, pois se pensava que teriam uma conexão com o divino. Os organizadores do evento trabalham para criar uma base de dados para compartilhar os casos.



Estatueta de anão, feita em marfim de hipopótamo entre os anos 2200 e 2150 antes de Cristo



Tecido controla o calor e repele insetos

Pesquisadores e empresas brasileiras estão usando fibras têxteis contendo partículas nanométricas para desenvolver tecidos com propriedades especiais. Fios que incorporam nanopartículas de prata, cobre e zinco, com poder de eliminar fungos e bactérias, estão sendo usados, por exemplo, na fabricação de tecidos que evitam o mau odor. Nanopartículas de materiais inorgânicos podem ser adicionadas isoladamente ou em combinação aos tecidos e conferir-lhes diferentes características. Nos últimos anos, a empresa Nanox, com sede em São Carlos, interior de São Paulo, e filial nos Estados Unidos, colabora com tecelagens na produção de fios com propriedades físicas e químicas distintas. Além das fibras que evitam o mau cheiro nas roupas, há outras contendo esferas microscópicas (microesferas) revestidas por filmes

nanoestruturados de óxido de zinco, alumínio ou titânio, que refletem raios infravermelhos e ultravioleta. Em um teste de exposição ao sol, o tecido com o material nanoestruturado manteve uma temperatura até 6,5 graus Celsius inferior à de outro, sem os nanocomponentes. "Os tecidos que existem para proteger contra o sol bloqueiam ou reduzem apenas a passagem de raios ultravioleta. As microesferas que desenvolvemos refletem também o infravermelho", explicou o químico Daniel Minozzi, cofundador e diretor de operações da Nanox, à Agência FAPESP. A empresa recebeu apoio da FAPESP por meio do Programa de Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe) e desenvolveu também uma tecnologia que permite aprisionar nas micropartículas repelentes e inseticidas. "Já temos alguns projetos encaminhados com indústrias têxteis em fase de desenvolvimento final de tecidos com essas propriedades", contou Minozzi.

Imagem em infravermelho de tecido com material nanoestruturado (à esq.), que reflete o calor, e de tecido sem os nanocomponentes (à dir.)

Antenas do radiotelescópio MeerKAT, na África do Sul



Criada a organização para construir o maior radiotelescópio do mundo

Após três anos e meio de negociação, representantes de sete países reunidos em Roma assinaram em 12 de março um tratado criando a organização intergovernamental que supervisionará a construção do maior radiotelescópio do mundo, o Square Kilometre Array (SKA). Com o nome de Observatório SKA e sigla Skao, a nova entidade substituiu a organização que cuidou do planejamento e das atividades anteriores ao início das obras. A Skao terá autoridade para firmar os contratos da construção do telescópio, prevista para iniciar em 2020 e durar sete anos. Austrália, China, Itália, Holanda, Portugal, África do Sul e Reino Unido firmaram o documento na capital italiana. Índia e Suécia, que participaram das negociações, ainda realizam discussões internas antes de assinar o tratado. Juntos, os nove países são considerados membros-fundadores da organização. Para tornar efetiva a criação da Skao, o tratado ainda terá de ser ratificado pelo Parlamento de cada país, o que pode levar um ano. "Lançamos as bases que permitirão tornar o SKA uma realidade", afirmou a astrônoma francesa Catherine Cesarsky, presidente do conselho de diretores do SKA em nota à imprensa. Sediada em Manchester, Reino Unido, a rede de radiotelescópios será implantada na África do Sul e na Austrália. A fase inicial de construção deve custar US\$ 760 mil e instalar 130 mil pequenas antenas em território australiano e outras 130 grandes na África do Sul, que se somarão às 64 do telescópio MeerKAT, protótipo do SKA. Pronto, o SKA terá milhares de antenas na África e quase 1 milhão na Austrália. Permitirá estudar a evolução do Universo e buscar sinais de vida no Cosmo.



A primeira matemática a ganhar o prêmio Abel

A norte-americana Karen Keskulla Uhlenbeck é a primeira mulher a receber o prêmio Abel, um dos mais importantes da matemática. Inspirado no Nobel, o prêmio Abel é concedido anualmente desde 2003 pelo rei da Noruega a matemáticos que influenciaram de modo importante o desenvolvimento da área. Professora emérita da Universidade do Texas em Austin, Estados Unidos, Uhlenbeck teve uma atuação relevante em diferentes campos da matemática, como teoria de gauge e sistemas integráveis, com impacto na matemática e na física. Aos 76 anos, ela continua ativa: faz exercícios pela manhã e, à tarde, vai a um ou dois seminários ou encontra colaboradores para conversar sobre matemática, relatou em entrevista recente (*Scientific American*, 27 de março). Ela iniciou a graduação em física e, nas aulas de cálculo, apaixonou-se pela matemática, área em que se formou na Universidade de Michigan, em 1964. Após fazer doutorado na Universidade Brandeis, deu aulas no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e na Universidade da Califórnia em Berkeley. Casada com o bioquímico Olke Uhlenbeck, teve dificuldade para encontrar um posto fixo de professora. As universidades alegavam não poder contratar mulher e marido para evitar nepotismo. “Eu preferiria que tivessem sido honestos e dito que não me contratariam por eu ser mulher”, escreveu em um perfil autobiográfico no livro *Journeys of women in science and engineering: No universal constants* (Temple University Press, 1999). Em Austin, ela manteve um programa de mentoria em matemática para mulheres. Pelo prêmio, anunciado em 19 de março, Uhlenbeck receberá 6 milhões de coroas suecas (cerca de US\$ 700 mil).

Karen Uhlenbeck, que manteve um programa de mentoria para mulheres em matemática

Reconhecimento aos criadores do sistema GPS

Quatro engenheiros responsáveis pela criação do primeiro Sistema de Posicionamento Global (GPS) por satélite receberam o The Queen Elizabeth Prize for Engineering, concedido desde 2013 pela Academia Real de Engenharia do Reino Unido com o apoio de patrocinadores privados. Os norte-americanos Bradford Parkinson, James Spilker, Hugo Fruehauf e Richard Schwartz vão dividir o prêmio de £ 1 milhão (quase R\$ 5,1 milhões), a ser entregue em junho em uma cerimônia no Palácio de Buckingham, sede da monarquia britânica. “O GPS é um grande exemplo do impacto da engenharia na sociedade. Começou como um desafio quase impossível e hoje é universalmente acessível”, disse Christopher Snowden, presidente do júri da premiação, composto por 15 membros, entre os quais o diretor científico da FAPESP, Carlos Henrique de Brito Cruz. Os laureados

estiveram à frente do Navstar, projeto desenvolvido nos anos 1960 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos. A partir dele foi delineado o conjunto de satélites do sistema GPS. Hoje, 24 estão em órbita, posicionados a 20 mil quilômetros de altitude. Nas últimas décadas, os engenheiros foram agraciados com outras honrarias, como a Medalha Thomas Edison, concedida pelo Instituto dos Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE), associação mundial de profissionais na área de tecnologia.

Físico recebe a maior honraria nacional em C&T

Vanderlei Bagnato, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC), da Universidade de São Paulo, é o vencedor do Prêmio Almirante Álvaro Alberto em 2019. Maior honraria em ciência e tecnologia no país, o prêmio é concedido anualmente pelo Conselho Nacional de



A partir da esquerda, Richard Schwartz, Bradford Parkinson, James Spilker e Hugo Fruehauf



Bagnato, 700 artigos publicados sobre física básica e aplicada à saúde

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, a Marinha e a Fundação Conrado Wessel (FCW). Graduado em física no IFSC e em engenharia de materiais na Universidade Federal de São Carlos, Bagnato, 60 anos, estudou propriedades ópticas de cristais inorgânicos no mestrado (1982), no IFSC, e o resfriamento e aprisionamento de átomos no doutorado (1987), no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), Estados Unidos. De volta ao Brasil, prosseguiu o trabalho com átomos frios e o condensado de Bose-Einstein. Mais tarde iniciou pesquisas com laser e diodos emissores de luz (LEDs) para auxiliar o diagnóstico e tratamento em odontologia e medicina. Bagnato publicou cerca de 700 artigos científicos e coordena o Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica (CePOF), apoiado pela FAPESP. Além de diploma e medalha, ele receberá R\$ 200 mil, concedidos pela FCW.

Um retrato do som

A imagem registra a interação entre as ondas de choque geradas por dois caças ao ultrapassar a velocidade do som no ar – cerca de 1.230 quilômetros por hora. Ela foi obtida por uma equipe da Nasa, a agência espacial norte-americana, usando um sistema especial de fotografia capaz de capturar imagens em alta resolução de ondas de choque sonoras, perturbações no ar que se propagam mais rápido que o som e geram um estrondo intenso. As ondas de choque decorrem da mudança brusca na pressão que a aeronave exerce sobre o ar ao ultrapassar a velocidade do som. Segundo a Nasa, é a primeira vez que se captura, a partir de outro avião, a imagem da interação entre ondas de choque produzidas por caças supersônicos. Divulgada no início de março, a foto foi obtida durante voos para o teste do sistema aprimorado de fotografia aérea. A agência pretende usar o equipamento para avaliar o desempenho de um avião supersônico silencioso que vem sendo desenvolvido pela empresa Lockheed Martin. Se o projeto do novo avião der certo, espera-se obter das autoridades reguladoras a permissão para voos comerciais supersônicos menos ruidosos sobre os continentes.

Fotografia colorida artificialmente mostra as ondas de choque geradas por dois caças T-38 da Força Aérea dos EUA voando a velocidade supersônica



População de Sobral, no Ceará, reunida na praça do Patrocínio antes do início do fenômeno



Nenhum eclipse solar teve tanta repercussão na história da ciência como o de 29 de maio de 1919, fotografado e analisado ao mesmo tempo por duas equipes de astrônomos britânicos. Uma delas foi enviada à cidade de Sobral, no interior do Ceará; a outra, à ilha do Príncipe, então um território português na costa da África Ocidental. O objetivo era verificar se a trajetória da luz das estrelas seria desviada ao passar por uma região com forte campo gravitacional, no caso o entorno do Sol, e de quanto seria essa mudança caso o fenômeno fosse medido. Salvo alguma surpresa, as expedições trabalhavam com três resultados possíveis: a luz não mudaria de trajetória por causa da gravidade; sua deflexão seria conforme cálculos

feitos por outros físicos a partir da teoria da gravitação universal do britânico Isaac Newton (1643-1727); seu desvio seria de acordo com as previsões do físico alemão Albert Einstein (1879-1955) na teoria geral da relatividade, um valor de aproximadamente o dobro obtido pelos seguidores de Newton. Seis meses mais tarde, fotos e cálculos divulgados pelos britânicos sobre o fenômeno deram razão a Einstein.

O empreendimento é considerado a primeira comprovação experimental da teoria da relatividade geral, publicada quatro anos antes por Einstein, segundo a qual matéria e energia distorceriam a malha do espaço-tempo e, conseqüentemente, a trajetória da luz que por ela viaja. Ao dar suporte às ideias de espaço-tempo curvo de Einstein, os resultados das obser-

CAPA

Quando a luz se curvou

Observação do eclipse solar de 1919 no Brasil e na África forneceu primeira prova experimental da validade da teoria da relatividade de Albert Einstein

Marcos Pivetta e Rodrigo de Oliveira Andrade

VERSÃO ATUALIZADA EM 28/06/2019



vações do eclipse mudaram a concepção que se tinha sobre o Universo. Essa comprovação também ajudou a transformar o físico alemão em um dos mais respeitados e conhecidos cientistas do século XX.

Passados 100 anos do eclipse, é consenso na comunidade científica que a relatividade geral prevê de forma mais acurada a mudança de trajetória (deflexão) da luz das estrelas do que os cálculos feitos a partir da teoria da gravidade newtoniana. No entanto, durante décadas, astrofísicos, físicos e historiadores da ciência debateram se os dados obtidos nas observações de 1919 eram suficientemente robustos para endossar as ideias de Einstein, como, de fato, ocorreu. Alguns críticos argumentaram que as medições não teriam sido precisas o bastante para deci-

dir qual das duas teorias estava certa; outros, que o astrônomo britânico Arthur Stanley Eddington (1882–1944), diretor do Observatório da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, e chefe da expedição enviada para observar o eclipse na ilha do Príncipe, teria deliberadamente descartado dados favoráveis à teoria de Newton produzidos em Sobral. “Eddington era um entusiasta das ideias de Einstein e estava ansioso para fazer um gesto em direção à reconciliação entre o Reino Unido e a Alemanha após o fim da Primeira Guerra Mundial [1914-1918] por meio da verificação experimental de sua teoria”, destaca o físico Luiz Nunes de Oliveira, do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP). “Mas não há evidências de que houve manipulação dos dados.”

FOTOS ACERVO DO OBSERVATÓRIO NACIONAL

No rastro das estrelas

Nas primeiras décadas do século XX, vários astrônomos tentaram flagrar a deflexão da luz, quase todos sem sucesso



1911

O astrônomo alemão Erwin Finlay-Freundlich tentou medir a deflexão da luz com placas fotográficas de um eclipse solar obtidas pelo **Observatório Lick**, nos Estados Unidos



1912

Pesquisadores do Observatório Argentino liderados por **Charles Perrine** planejaram registrar um eclipse solar na serra da Mantiqueira, em Minas Gerais. Devido ao mau tempo, nada foi fotografado



1914

O início da **Primeira Guerra Mundial** novamente frustrou os planos de Finlay-Freundlich de registrar um eclipse na Crimeia, na Rússia

1916

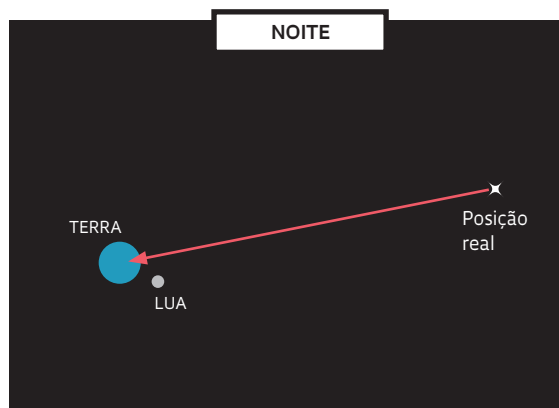
O Observatório Argentino conseguiu registrar um eclipse solar em Tucacas, na Venezuela, mas nenhuma fotografia serviu para comprovar as ideias de Einstein

O astrofísico e historiador da ciência irlandês Daniel Kennefick, da Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos, também refuta as alegações de que Eddington teria forçado a mão em favor de Einstein. “Além de não ter estado em Sobral e, portanto, não ter participado da produção dos registros, Eddington não se envolveu na análise dos dados dessa expedição. Isso foi feito por Frank Dyson [1868-1939] e seus subordinados no Observatório de Greenwich, em Londres”, argumenta Kennefick, que está lançando um livro sobre os 100 anos do eclipse (*ver entrevista na página 25*).

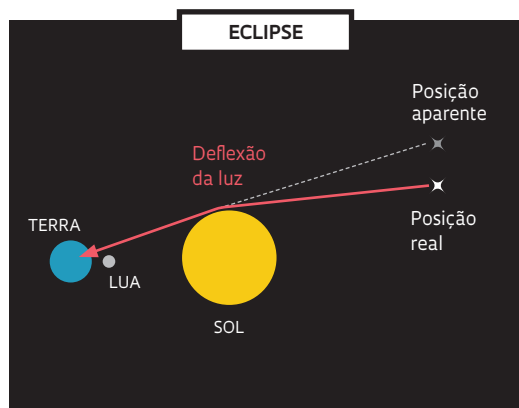
Uma região do céu com estrelas, que os astrônomos chamam de campo estelar, muda de posição continuamente. Mas a posição relativa entre suas estrelas é sempre igual em uma escala de tempo pequena, em geral de meses. “Se tirarmos uma foto hoje e outra daqui a três meses, as estrelas de um mesmo campo se superpõem perfeitamente”, explica o astrônomo Augusto Damineli, da USP. “Mas, no caso de um eclipse solar, a luz das estrelas aparece ligeiramente deslocada em relação à foto desse mesmo campo tirada à noite sem a presença do Sol. Quanto mais perto do

ILUSTRAÇÃO ZÉ VICENTE

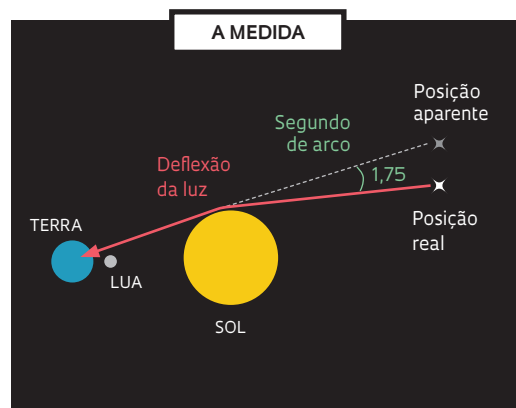
POR QUE A LUZ MUDA DE TRAJETÓRIA



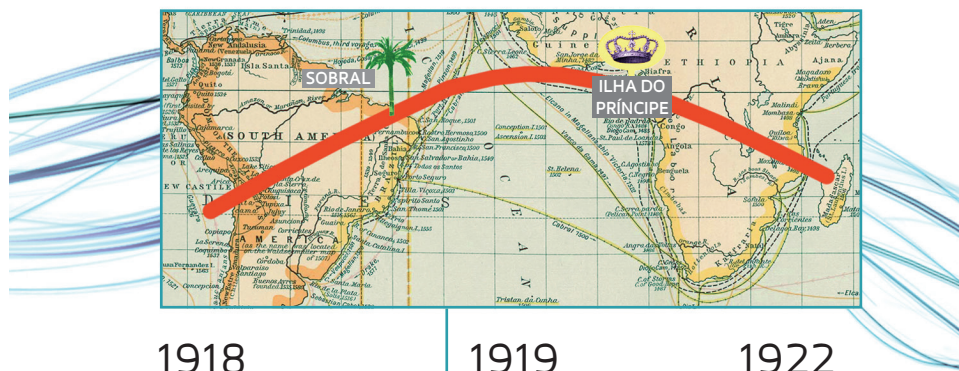
A luz de uma estrela viaja em linha reta pelo Universo até chegar à Terra, de modo que sua posição fotografada à noite corresponde a sua localização real



No eclipse, a trajetória da luz da estrela é defletida ao passar perto do Sol, cuja massa curva a malha do espaço-tempo em seu entorno, segundo a relatividade geral. A luz muda de direção ao passar por essa região



De acordo com os cálculos de Einstein, o ângulo de deflexão da luz é de 1,75 segundo de arco, mais ou menos o dobro do que havia sido previsto por outros físicos a partir da teoria da gravitação de Newton



1918

A equipe do Observatório Lick não conseguiu fotografar o eclipse do Sol nos Estados Unidos porque seus equipamentos estavam presos na Rússia desde 1914

1919

O eclipse que confirmou a ideia de Einstein cruzou a linha equatorial. Foi observado em Sobral e na ilha do Príncipe, na África

1922

Fotografias de um eclipse solar feitas na Ilha Christmas reforçaram os dados obtidos anos antes em Sobral

FONTE EARMAN, J. & GLYMOUR, C. RELATIVITY AND ECLIPSES: THE BRITISH ECLIPSE EXPEDITIONS OF 1919 AND THEIR PREDECESSOR

Sol está uma estrela, maior é o entortamento da trajetória de sua luz durante o eclipse.” Era esse efeito, então previsto, mas ainda não observado experimentalmente, que as expedições britânicas conseguiram confirmar.

No livro *Opticks*, cuja primeira edição é de 1704, Newton afirma que a trajetória da luz deveria ser entortada pela gravidade, mas não calculou de quanto seria esse desvio. Para ele, a gravidade seria uma força que atuaria entre a matéria de forma proporcional à massa dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado de sua distância. Nessa época, a natureza da luz era desconhecida. Duas hipóteses coexistiam: a de que ela seria constituída de corpúsculos (partículas) ou a de que seria um tipo de onda. Partindo da premissa de que a luz era corpuscular, mesmo sem conhecer a sua massa, o britânico John Michell (1724-1793) e o francês Pierre-Simon Laplace (1749-1827) calcularam, de forma independente, os efeitos da gravidade sobre a luz no final do século XVIII. Ao longo do século XIX ficou estabelecido que a luz era uma onda de natureza eletromagnética. “Depois de a luz ter sido considerada um tipo de onda, passou a ser completamente incerto se ela sofreria qualquer efeito da gravidade, pois, nesse caso, ela não seria matéria”, comenta Daniel Vanzella, do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da USP. “Essa questão ficou em aberto por mais de 100 anos.”

Einstein começou a se tornar conhecido dentro da comunidade científica ao introduzir em 1905 uma visão nova em relação à noção de espaço e tempo. “Com a publicação da chamada teoria da relatividade especial, espaço e tempo deixaram de ser entendidos como absolutos”, explica o astrônomo Reinaldo Ramos de Carvalho, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São

José dos Campos (SP). Segundo o físico alemão, o espaço poderia se deformar, encolher e colapsar, formando buracos negros, enquanto o tempo poderia se dilatar. No entanto, essa versão incompleta de sua teoria ainda dava o mesmo resultado que a gravitação newtoniana para a questão da deflexão da luz: 0,87 segundo de arco. Somente depois de publicar a teoria da relatividade geral em 1915, Einstein deu um passo além.

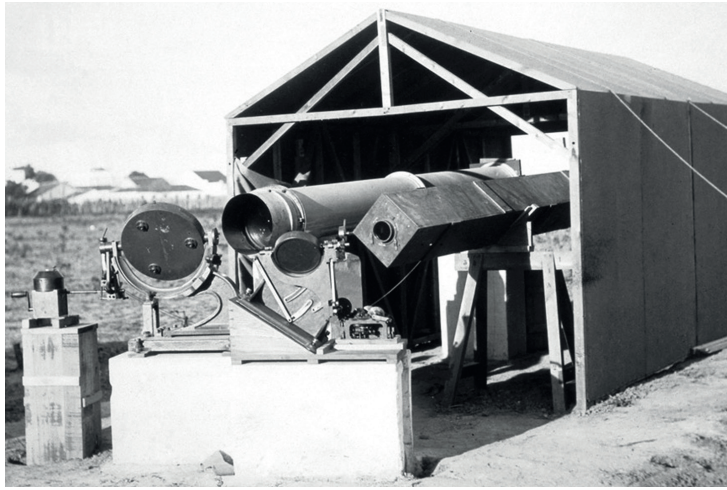
Ele introduziu a ideia de que a gravidade não era uma força trocada entre a matéria, como dizia Newton, mas uma espécie de efeito colateral de uma propriedade da energia: a de deformar o espaço-tempo e tudo o que se propaga sobre ele, inclusive ondas, como a luz. “Para Newton, o espaço era plano. Para Einstein, com a relatividade geral, ele é curvo perto de corpos com grande energia ou massa”, comenta o físico George Matsas, do Instituto de Física Teórica da Universidade Estadual Paulista (IFT-Unesp). Com o espaço-tempo curvo, o valor da deflexão da luz calculada por Einstein praticamente dobrou, atingindo 1,75 segundo de arco.

SOBRAL NO MAPA DO MUNDO

Depois da publicação da relatividade geral, astrônomos de diferentes países engajaram-se para tentar detectar esse fenômeno por meio da observação de eclipses solares totais. Nesses casos, seria possível fotografar estrelas próximas à coroa solar e, assim, verificar se sua luz mudava de posição em razão da proximidade do grande astro. No entanto, seja por causa do mau tempo ou das dificuldades impostas pela Primeira Guerra Mundial, ninguém conseguiu obter resultados que comprovassem as ideias de Einstein até o eclipse de 1919 (ver *linha do tempo na página 20*).

Em meados de 1918, pesquisadores brasileiros do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro, cientes da ocorrência de um eclipse no ano seguinte, verificaram que a pacata cidade de Sobral, a 200 quilômetros de Fortaleza, reunia condições geográficas bastante favoráveis para a observação do fenômeno. Com isso em mente, o astrônomo Henrique Charles Morize (1860-1930), diretor da instituição, elaborou um relatório detalhado sobre a região e o enviou a várias instituições científicas do mundo, incluindo a Real Sociedade Astronômica, de Londres.

Frank Dyson, presidente da Real Sociedade Astronômica, havia entrado em contato com as teorias de Einstein por meio de Arthur Eddington, que era secretário-geral da instituição. Eddington vinha se destacando dentro da comunidade astronômica europeia, segundo o historiador da ciência Matthew Stanley, do Departamento de História da Ciência da Universidade Harvard, nos Estados Unidos. “Seu trabalho em cosmologia estatística havia ajudado a estabelecer uma reputação de



Telescópio de 13 polegadas usado pelos britânicos no Ceará para registrar o eclipse

cientista criativo e talentoso, e seu trabalho com estruturas estelares ainda hoje é considerado fundamental para o desenvolvimento da astrofísica teórica”, escreveu Stanley em artigo publicado na revista *Isis* em 2003. “Tanto Eddington como Dyson sabiam que o eclipse de maio de 1919 seria especial”, comenta Oliveira. “O Sol passaria diante de um grande aglomerado de estrelas na constelação de Touro, de modo que haveria muitas luzes brilhantes para se observar.” O eclipse permitiria fotografar por alguns minutos as estrelas no fundo do céu próximas da borda do Sol, a uma distância de 150 anos-luz da Terra — cada ano-luz equivale a 9,5 trilhões de quilômetros.

DE OLHO NO CÉU

Para verificar qual teoria, a de Newton ou a de Einstein, estava correta, a Real Sociedade Astronômica organizou as expedições a regiões em que o fenômeno poderia ser melhor observado. Eddington liderou a ida à ilha do Príncipe, a 300 quilômetros da costa da África. A outra equipe, formada por dois membros do Observatório de Greenwich, Charles Davidson e Andrew Crommelin, e coordenada por Dyson a distância, foi para Sobral.

A equipe de Greenwich chegou ao Brasil em 23 de março de 1919. Eles desembarcaram no porto de Belém, no Pará, onde ficaram por algumas semanas, enquanto Henrique Morize, do Observatório Nacional, concluía os preparativos para a chegada dos britânicos em Sobral. Por cortesia do governo brasileiro, todos os equipamentos passaram pela alfândega sem que fossem inspecionados, relataram os pesquisadores britânicos em artigo publicado mais tarde na revista *Philosophical Transactions of the Royal Society*.

Davidson e Crommelin trouxeram dois telescópios refratores, ambos acoplados a arranjos de espelhos denominados celóstatos, montados

Apesar das polêmicas, as conclusões de Eddington e Dyson se mostraram corretas nas décadas seguintes

para acompanhar o Sol em seu movimento diário e projetar sua imagem de volta no equipamento. O telescópio principal tinha sido retirado do próprio Observatório de Greenwich. Tinha um campo de visão bem amplo, que, em tese, possibilitaria fotografar mais estrelas no entorno do Sol durante o eclipse. Sua abertura era de 13 polegadas, montada em um celóstato de 16 polegadas. O menor era uma espécie de equipamento reserva. Tinha abertura de 4 polegadas e se acoplava a um celóstato de 8 polegadas. O equipamento fora emprestado pelo astrônomo jesuíta britânico Aloysius Cortie (1859-1925).

Os cientistas chegaram ao município cearense no dia 30 de abril de 1919 e foram recepcionados pelo então prefeito de Sobral, Jácome de Oliveira. “Em seguida, conheceram o coronel Vicente

Saboya, que havia cedido uma de suas casas para hospedar os visitantes estrangeiros”, conta o físico Emerson Ferreira de Almeida, da Universidade Estadual Vale do Acaraú, em Sobral. “As observações seriam feitas no Jockey Clube da cidade.” Outras duas expedições com equipamentos mais modestos, uma brasileira e outra norte-americana, juntaram-se aos astrônomos ingleses dias mais tarde em Sobral. Suas medições, contudo, não tinham como objetivo verificar a validade da teoria da relatividade e não foram usadas na comprovação das ideias de Einstein (*ver reportagem na página 24*).

Do outro lado do Atlântico, Eddington e sua equipe haviam desembarcado no porto de Santo Antônio, na ilha do Príncipe, no dia 23 de abril de 1919. Na bagagem, levaram um telescópio cedido pelo Observatório de Cambridge, semelhante ao de maior porte enviado a Sobral. O tempo na ilha no dia do eclipse não foi dos melhores. O céu nublado prejudicou a qualidade das imagens produzidas. Em algumas placas, as estrelas apareciam de forma mais clara, em outras, sumiam em meio ao céu encoberto. “O dia também amanheceu nublado em Sobral”, conta o astrônomo Carlos Veiga, da Coordenação de Astronomia e Astrofísica do Observatório Nacional. “Aos poucos, porém, as nuvens se dissiparam e um clarão se abriu entre elas.” Pouco antes das 9 horas da manhã na cidade cearense, o disco da Lua começou a sobrepor-se ao do Sol, encobrindo-o por completo minutos depois. O eclipse durou 5 minutos e 13 segundos.

A equipe de Greenwich ficaria em Sobral até julho daquele ano para fotografar o mesmo campo estelar à noite, sem a influência gravitacional do Sol. Eddington, que estava na ilha do Príncipe, no

entanto, voltou para a Inglaterra antes da equipe de Sobral e produziu imagens do mesmo campo estelar no céu de Oxford. O ideal era que essas imagens de comparação tivessem sido obtidas no local de observação do eclipse.

RESULTADOS DIVERGENTES

Os astrônomos produziram três conjuntos de placas fotográficas para medir a deflexão da luz das estrelas próximas à coroa do Sol. Em Sobral, o telescópio principal registrou 12 estrelas e o auxiliar sete. O equipamento enviado à ilha do Príncipe captou cinco estrelas. Os três mediram algum nível de desvio da luz das estrelas durante o eclipse, confirmando a ideia defendida tanto por Newton como por Einstein. Mas os resultados de cada equipamento foram diferentes, com margens de erro distintas. Dois favoreciam os cálculos de Einstein. Um estava mais próximo das ideias de Newton.

Os cálculos mais confiáveis foram obtidos a partir das imagens mais nítidas captadas do eclipse — ironicamente obtidas com o menor telescópio enviado a Sobral. As análises de suas placas fotográficas, feitas depois que a equipe retornou ao Reino Unido, indicavam uma deflexão da luz de 1,98 segundo de arco (com 0,12 segundo de arco de erro), mais do que Einstein havia calculado. Todas as imagens produzidas pelo telescópio maior usado na cidade cearense estavam borradas ou fora de foco. “Isso possivelmente ocorreu porque o Sol aqueceu seu arranjo de espelhos, desregulando-os”, sugere o físico Ramachrisna Teixeira, da USP. A partir da análise desse material sabidamente de qualidade inferior, a equipe de Sobral encontrou uma forma de medir o desvio da luz e chegou a uma deflexão de 0,86 segundo de arco na trajetória da luz das estrelas fotografadas. O valor calculado estaria alinhado com as projeções baseadas na teoria gravitacional de Newton. No entanto, devido à precariedade das imagens, o valor da deflexão obtida a partir dos registros do telescópio maior foi desconsiderado na análise final dos britânicos.

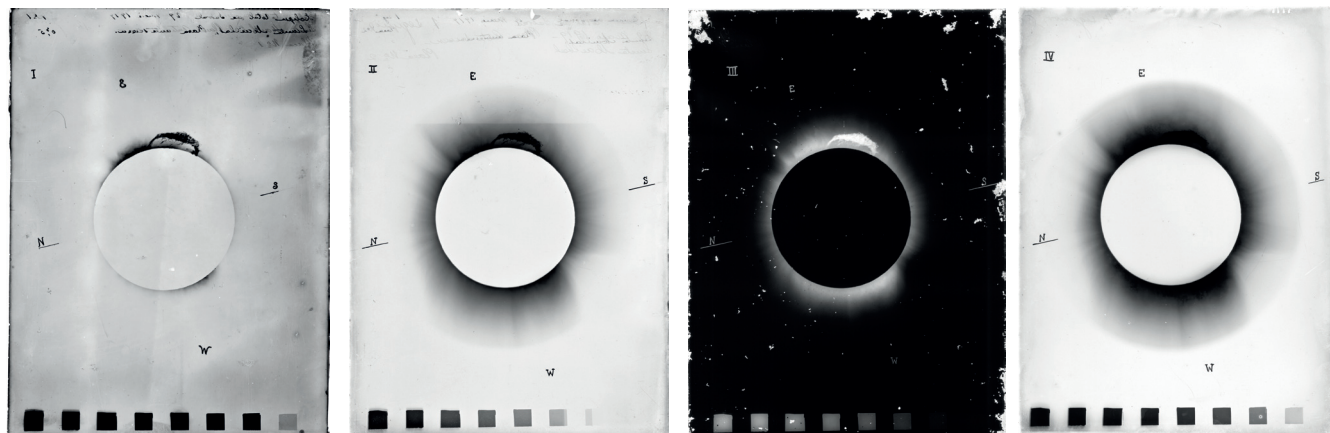
Na ilha do Príncipe, em razão do tempo ruim, as imagens de muitas estrelas ficaram imersas no halo difuso causado pela luz do Sol ou encobertas pelo disco da Lua. A turbulência atmosférica prejudicou ainda mais a qualidade das fotografias. Apesar das adversidades, Eddington conseguiu analisá-las e compará-las com as fotos do mesmo campo estelar tiradas por ele mais tarde em Oxford. O resultado foi uma deflexão de 1,61 segundo de arco, com margem de erro de 0,30 segundo de arco, valor ligeiramente inferior ao previsto por Einstein. “O maior peso deve ser dado aos obtidos com a lente de 4 polegadas em Sobral. Da superioridade de suas imagens e da maior escala das fotografias, foi reconhecido que esses [resultados] provaram ser muito mais confiáveis”, afirmaram Dyson, Eddington e Davidson em texto de 6 de novembro de 1919 que anunciou uma conclusão favorável às previsões de Einstein durante reunião na Real Sociedade de Astronomia, em Londres.

Apesar das polêmicas que surgiram mais tarde, as conclusões de Dyson e Eddington se mostram corretas. Vários outros eclipses foram observados ao longo das décadas seguintes, e as medições sempre apontaram para uma deflexão próxima à calculada por Einstein. A confirmação de sua teoria ajudou a ampliar as perspectivas de pesquisas no campo da física, astronomia e cosmologia. “As ideias do físico alemão foram muito bem interpretadas pelo físico soviético Alexander Friedmann [1888-1925], que, usando Einstein, afirmou que as galáxias estavam se afastando de nós porque o espaço-tempo, ou seja, o Universo, estava se expandindo”, destaca Carvalho.

A relatividade geral também abriu caminho para a difusão de conceitos importantes para a astrofísica, como a existência de buracos negros (regiões do espaço-tempo extremamente compactas, onde a gravidade é tão forte que nem a luz escapa) e das ondas gravitacionais, perturbações na curvatura do espaço-tempo que se propagam como ondas. Esse último fenômeno foi confirmado apenas no início de 2016. ■

Placas fotográficas produzidas pela equipe brasileira para fazer observações espectroscópicas da coroa solar

FOTOS: ACERVO DO OBSERVATÓRIO NACIONAL





Principais membros das expedições que foram ao Ceará (a partir do 3º da esq.): o norte-americano Wise, o brasileiro Morize e os britânicos Davidson e Crommelin

À sombra dos britânicos

Eclipse visto no Ceará também foi observado por expedições científicas do Brasil e dos Estados Unidos

Duas expedições menos conhecidas acompanharam a equipe britânica em suas observações do eclipse do Sol em Sobral em 29 de maio de 1919. Uma delas era formada por brasileiros, entre eles Lélío Gama, Domingos Fernandes da Costa, Allyrio Huguene de Mattos e Teófilo Lee. A equipe, chefiada pelo astrônomo Henrique Charles Morize, diretor do Observatório Nacional (ON), no Rio de Janeiro, desembarcou em Sobral no dia 9 de maio daquele ano. O objetivo era fazer observações espectroscópicas da coroa solar por meio da produção de placas fotográficas semelhantes às produzidas pela equipe de Greenwich. “Mais do que isso”, explica Carlos Veiga, da Coordenação de Astronomia e Astrofísica do ON, “Morize queria demonstrar aos pesquisadores estrangeiros a competência

científica dos brasileiros, assim como da instituição da qual era o diretor”.

Os astrônomos brasileiros instalaram seus equipamentos em uma praça em frente à igreja do Patrocínio, distante do local reservado aos britânicos. A praça hoje abriga o Museu do Eclipse, inaugurado em 29 de maio de 1999 em meio às comemorações dos 80 anos da observação do fenômeno na cidade cearense. Desde 2014, devido a problemas em suas instalações, o museu se encontra fechado. Sua reabertura está prevista para o início de maio, às vésperas das comemorações do centenário do eclipse. A instituição reúne réplicas dos planetas e satélites naturais do Sistema Solar, além de fotos do evento de 1919 e vídeos com conteúdo científico e astronômico.

Várias placas de vidro foram tiradas sucessivamente pelos brasileiros a partir

de câmeras acopladas aos telescópios, registrando o Sol e a posição das estrelas próximas à sua borda. Algumas delas foram resgatadas e restauradas por pesquisadores do ON em 2015. As placas, que medem 24 centímetros (cm) por 18, e 9 cm por 12, são cobertas por uma emulsão com sais de prata sensíveis à luz. Foram encontradas em caixas na biblioteca do ON. Após a restauração, elas foram digitalizadas e disponibilizadas na internet (bit.ly/2D2hxlW).

“Infelizmente, nada se concluiu das imagens produzidas pelos brasileiros”, destaca Veiga. A astronomia era um campo incipiente no Brasil àquela época. “Não houve condições de extrair nenhuma informação relevante das placas produzidas, de modo que a participação brasileira acabou se restringindo ao apoio logístico à equipe inglesa e alguns levantamentos climáticos”, comenta o pesquisador.

A outra equipe que acompanhou o eclipse em Sobral era formada pelos cientistas Daniel Maynard Wise e Andrew Thomson, do Departamento de Magnetismo Terrestre do Instituto Carnegie, em Washington, nos Estados Unidos. Eles estudaram efeitos do eclipse no campo magnético da Terra e a eletricidade atmosférica. ■

R.O.A

A importância de Sobral

Astrofísico e historiador da ciência diz que, sem a observação do fenômeno na cidade cearense, os resultados de 1919 provavelmente teriam sido inconclusivos



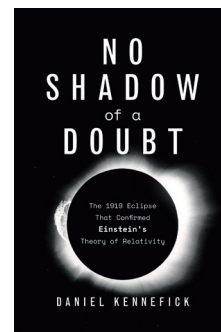
Pesquisador está lançando livro sobre o eclipse

No início dos anos 2000, o astrofísico e historiador da ciência irlandês Daniel Kennefick, hoje na Universidade de Arkansas, juntou-se à equipe do Einstein Papers Project, uma enorme empreitada iniciada em 1986 e em andamento até hoje, coordenada por pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech) que envolve a publicação comentada de milhares de escritos, científicos ou não, como cartas e outros documentos, redigidos por Albert Einstein (1879-1955). Ele entrou no projeto quando estavam editando o volume referente a 1919, ano do eclipse solar total que forneceu a primeira prova experimental de que a teoria geral da relatividade estava correta. Ao conhecer os documentos da época, percebeu que, de vez em quando, algum autor fazia uma alegação que já ouvira antes, mas à qual não dera muita atenção. O astrônomo britânico Arthur Eddington (1882-1944), que coordenou uma das duas expedições britânicas que observou o fenômeno celeste (a da ilha do Príncipe, na África), seria um grande defensor das ideias de Einstein e, por isso, teria favorecido deli-

beradamente a interpretação de que a luz das estrelas se curva, de acordo com os cálculos da teoria da relatividade, e não como previra a teoria da gravidade de Newton.

Kennefick se interessou por essa questão e, ao lado de seu trabalho como físico teórico da área de ondas gravitacionais, resolveu pesquisá-la a fundo. Nos últimos anos, visitou arquivos britânicos, para consultar escritos e cartas da época. O resultado desse trabalho está no livro *No shadow of a doubt: The 1919 eclipse that confirmed Einstein's theory of relativity*, que será lançado em inglês pela editora da Universidade de Princeton no final de abril. Nesta entrevista, o astrofísico conta detalhes das duas expedições, refuta a tese de que Eddington favoreceu Einstein e assinala que, sem os dados de Sobral, o eclipse de 1919 não teria sido útil para confirmar as previsões da relatividade geral.

Por que a atuação de Eddington na análise dos dados do eclipse de 1919 ainda gera alguma controvérsia, sobretudo em círculos acadêmicos?



No shadow of a doubt
Daniel Kennefick
Princeton University Press
416 páginas
US\$ 20,00

Eddington era defensor da teoria da relatividade no Reino Unido e acabou se tornando o cientista mais famoso associado à observação do eclipse de 1919. Alguns astrofísicos e historiadores dão a entender que ele teria deliberadamente favorecido as ideias de Einstein ao analisar os dados do eclipse. Felizmente, esse tipo de alegação não ganhou muito espaço entre o público não especializado. Mas no site da loja virtual Amazon é possível ler comentários de leitores leigos sobre algumas obras que reiteram esse tipo de crítica a Eddington. Além disso, de forma injusta, o papel de Frank Dyson [1868-1939], que era o astrônomo real do Reino Unido e foi o principal organizador das expedições, tem sido negligenciado. Eddington não esteve envolvido de maneira alguma com os dados de Sobral. Além de não ter estado no Brasil, e, portanto, não ter participado da produção desses registros, ele não fez a análise dos dados dessa expedição. Isso esteve a cargo de pessoas do Observatório de Greenwich, basicamente Dyson, que era o diretor, e seus subordinados.

É correto dizer que as duas expedições britânicas, a de Sobral e a da ilha do Príncipe, atuaram de forma independente, ainda que coordenada?

Sim. Dyson e Eddington se davam bem, tinham uma relação amigável. Por um tempo, antes de 1919, Dyson foi chefe de Eddington quando este trabalhou no



As expedições posteriores não conseguiram melhorar de forma significativa a precisão das medidas de 1919

Observatório de Greenwich. Ambos sabiam da importância do eclipse de 1919. Eles organizaram os trabalhos, mas as expedições atuaram de forma separada. Em 1919, cada um deles era diretor de um observatório inglês: Dyson, de Greenwich, e Eddington, do observatório da Universidade de Cambridge. Estavam em posições que permitiam ter expedições próprias. Dyson não viajou

com sua expedição a Sobral, mandou dois assistentes. Eddington participou da expedição à ilha do Príncipe. Como seus assistentes tinham morrido na Primeira Guerra Mundial, levou também um fabricante de relógios que trabalhava nos instrumentos do laboratório.

Por que Dyson não participou de nenhuma das expedições?

Ele nunca disse por que não participou, mas há duas explicações prováveis. A razão mais provável é que houve uma reunião muito importante no verão de 1919 que fundou a União Astronômica Internacional, que até hoje é a principal organização internacional de astrônomos. Ele participou da reunião e se tornou um dos principais líderes da área. Dyson queria estar nesse encontro. Além disso, havia pouca gente no observatório de Greenwich, em razão da guerra de 1914-1918, e ele achava que não poderia se ausentar. Provavelmente foi uma combinação dos dois motivos.

As razões alegadas para descartar os dados do telescópio maior usado em Sobral são razoáveis?

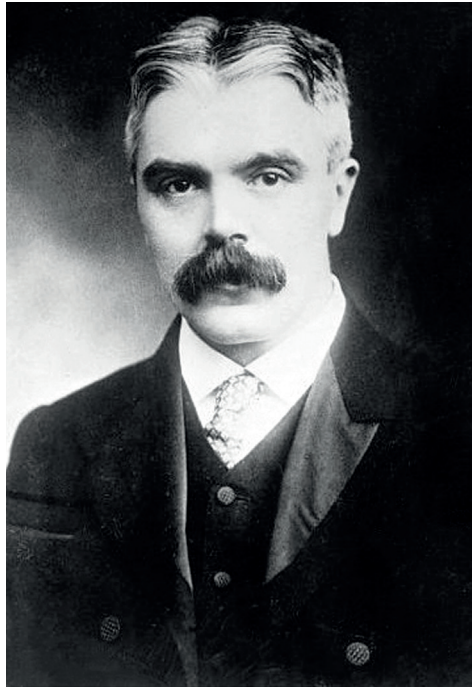
Acho que sim. Não é verdade que eles só descartaram os dados desse telescópio depois de terem obtido um resultado para a deflexão da luz que não batia com a teoria de Einstein. Consultei as anotações de Davidson, assistente de Dyson que esteve em Sobral. Elas foram feitas um ou dois dias depois do eclipse. Davidson dizia que tinham revelado as placas do telescópio maior e que elas pareciam horríveis, que não conseguiriam extrair muita informação delas. Logo de cara, eles sabiam que algo tinha dado errado nas observações com esse instrumento. Ficaram desapontados e essa situação serviu de base para a tomada de decisão, mais tarde, de descartar essas medições.

E os dados obtidos na ilha do Príncipe? Qual o peso deles no veredicto final?

Esses dados foram usados, mas não eram considerados bons. Nesse caso, o problema não se deveu ao mau funcionamento do telescópio, mas à presença de nuvens no momento do eclipse. Eles não teriam conseguido fazer nenhuma afirmação de maior impacto se contassem apenas com os dados de Príncipe. Sem Sobral, não teriam conseguido chegar a uma conclusão.



Vista aérea do Museu do Eclipse, em Sobral, inaugurado em maio de 1999 e fechado desde 2014



Os britânicos Eddington e Dyson, coordenadores das expedições para a ilha do Príncipe e Sobral

O fato de Eddington ter ido para Príncipe, e não para Sobral, pode ser interpretado como um indício de que a expedição para a África era vista como mais importante do que a de Sobral?

Os britânicos tinham medo do mau tempo. Por isso, pensaram em ir a dois lugares para minimizar esse risco. Assim aumentariam a chance de sucesso da empreitada. Acho que basicamente foi isso que os levou a escolher dois lugares. Eles provavelmente viriam para o Brasil de qualquer jeito. Eles tiveram problemas em encontrar um lugar para observar o eclipse na África. A maior parte do continente em que o eclipse seria visível estava na floresta do Congo, inacessível para eles. Em 1912, Eddington tinha observado um eclipse no Brasil. Sobral era um dos poucos lugares na rota visível do eclipse que tinha clima relativamente seco – e isso aumentava a chance de experimentarem bom tempo lá.

Por que os dados do eclipse de 1919 demoraram anos para ser totalmente aceitos pelos cientistas?

Não diria que outros cientistas, sobretudo os astrônomos, não acreditassem nos dados, penso que eles achavam que as medições tinham de ser confirmadas por outros registros. É um comporta-

mento típico da ciência, que não deve simplesmente aceitar a palavra de alguém sobre algo. Em circunstâncias normais, os cientistas tentam reproduzir imediatamente um resultado que seja muito importante. Mas, no caso da teoria de Einstein, era preciso esperar pela ocorrência de outro eclipse para tentar fazer isso. Essa particularidade torna essa situação especial. Foi preciso esperar anos para tentar fazer novas medições. Isso acrescentou uma certa dramaticidade à situação. Apesar de terem confirmado os dados de Dyson e Eddington, as expedições posteriores não conseguiram melhorar de forma significativa a precisão das medidas.

Einstein realmente não interferiu nas conclusões finais de Dyson e Eddington?

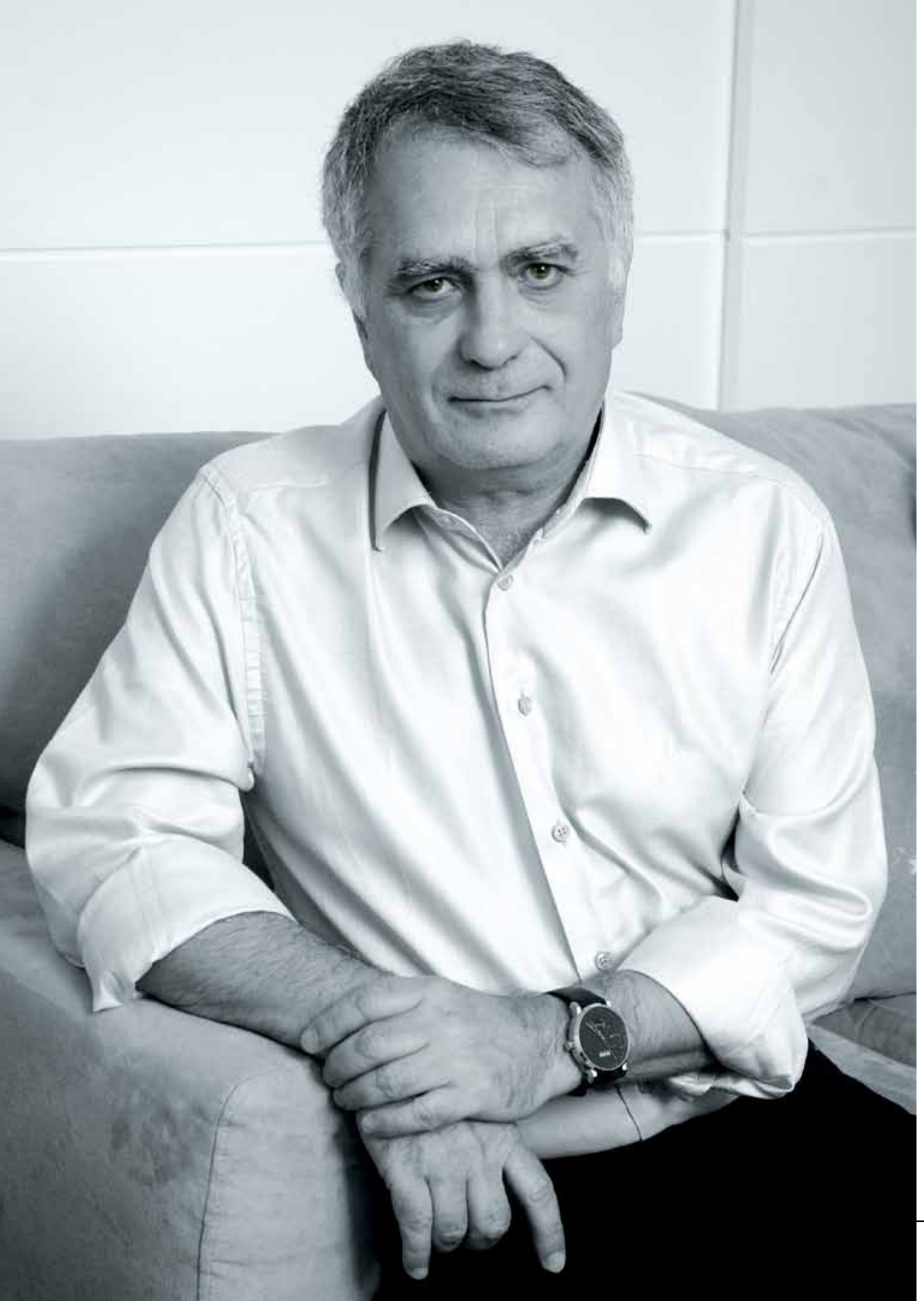
Ele não se comunicou com nenhum dos astrônomos ingleses, nem mesmo com Eddington, que mais tarde veio a conhecer razoavelmente bem. Pelos meios de comunicação, Einstein sabia que os britânicos tinham saído em uma expedição para tentar provar sua teoria. Einstein não era astrônomo, nunca se envolveu nesse tipo de medida. Mas ele estimulava as pessoas a tocarem esse tipo de empreendimento e até ajudou a levantar dinheiro para uma expedição alemã antes de 1919.

O que você viu de interessante nos arquivos britânicos das expedições?

Vi cartas que Eddington mandou para a casa de sua mãe, anotações das reuniões do comitê que organizou as expedições. Mas o mais importante foi ter tido acesso à análise dos dados produzida pelo time de Dyson. Eles mantiveram registros dos dados e dos seus cálculos. Assim, pude ver como eles fizeram as análises e chegaram a sua importante conclusão de rejeitar os dados do telescópio maior usado em Sobral.

Esse tipo de dado não estava disponível para a expedição de Eddington à ilha do Príncipe?

Infelizmente, por alguma razão que desconheço, nenhum dado dessa expedição sobreviveu. As placas fotográficas foram perdidas. Falei com muitos arquivistas e ninguém sabe dizer o que aconteceu. A perda deve ter ocorrido há mais de 50 anos. As placas de Sobral sobreviveram e foram usadas em uma reanálise dos dados do eclipse feita por outros pesquisadores em 1979. Mas eu nunca as vi. Falei com alguns astrônomos sobre isso. Eles dizem que, depois de 1979, as placas de Sobral teriam sido mudadas de lugar e ninguém sabia dizer onde exatamente estão. Devem estar no meio de outras placas. ■ Marcos Pivetta



O químico radical

Especialista em líquidos iônicos
defende uma universidade mais aberta,
plural e democrática

Yuri Vasconcelos, de Porto Alegre | RETRATO Liane Neves

IDADE 60 anos

ESPECIALIDADE
Catálise química

INSTITUIÇÃO
Universidade Federal
do Rio Grande do Sul
(UFRGS)

FORMAÇÃO
Graduação em
química na UFRGS
(1982) e doutorado
na Universidade Louis
Pasteur de Estrasburgo,
França (1988)

**PRODUÇÃO
CIENTÍFICA**
333 artigos e 2 livros

Considerado em 2011 um dos 100 químicos mais influentes do mundo pela empresa Thomson Reuters, Jairton Dupont ganhou projeção internacional, mas não perdeu suas raízes. Como um autêntico gaúcho, nascido há 60 anos em Farroupilha, interior do Rio Grande do Sul, de uma família de descendentes de imigrantes suíços e italianos, ele gosta de imprevistos e desafios – de uma boa briga, enfim. Muitas delas, apenas pelo direito de propor ideias novas para a universidade, como em 2012, quando concorreu ao cargo de reitor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), mesmo sabendo que dificilmente ganharia. De fato, não ganhou, mas obteve três vezes mais votos do que imaginava.

Professor do Departamento de Química Orgânica do Instituto de Química da UFRGS, Dupont trabalha desde a década de 1990 com os chamados líquidos iônicos, composto dotado de propriedades únicas para dissolver até mesmo o que parecia impossível por outros métodos, como a celulose. Quando começou, seu grupo era um dos cinco do mundo a adotar essa linha de pesquisa – agora, já são mais de 100. Com sua equipe do Laboratório de Catálise Molecular, ele hoje também desenvolve novas técnicas para captura e transformação do dióxido de carbono (CO₂) em compostos aproveitáveis.

Casado com uma professora de direito público internacional da UFRGS, a colombiana Martha, que conheceu nos anos 1980 durante um pós-doutorado na Universidade de Oxford, na Inglaterra, e pai de Isabel Cristina, de 10 anos, Dupont tem orgulho de ter formado 50 doutores e 34 mestres e de ter em seu grupo mais mulheres do que homens. “Há também LGBTs. E todos se dão bem”, afirma.

Ao longo da carreira, recebeu importantes reconhecimentos, entre os quais o Humboldt Young Research Award, concedido pelo Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia da Alemanha (2005), o Prêmio Finep Inventor-Inovador (2008) e o prêmio da Fundação Conrado Wessel na categoria Ciência (2010). Nesta entrevista, concedida em seu laboratório na UFRGS, ele falou sobre seu trabalho, sua visão sobre o papel da universidade e sua luta contra a discriminação social e sexual dentro e fora da academia.

Por que a maioria das pessoas parecer aversão à química?

A aversão não é só pela química, mas pelas chamadas ciências duras em geral, incluindo física e matemática. Um estudo feito no Reino Unido há alguns anos mostrou algumas possíveis causas. O estudante só tem contato com alguém que entende e use matemática e ciência depois de nove anos de escola. Lá, o contato é com quem não entende em profundidade a matemática, que não é uma ciência, mas uma linguagem. Sem conhecer essa linguagem, é difícil fazer química ou física e entender o mundo lógico. Outra razão é imaginar que o mundo lógico seja um espaço de pouca criatividade, em que pouco se possa fazer diferença para a humanidade – e é justamente o contrário.

Por quê?

A Revolução Industrial, por exemplo, se baseou na química, que nada mais é do que transformar a matéria em coisas úteis. A expectativa de vida no mundo passou de 35 anos no século XIX para mais de 70 anos por causa da química. Se não fossem os antibióticos, como seria a humanidade hoje? Sem a amônia, que é a base de fertilizantes, não teríamos alimentos suficientes. Também há muito preconceito, como quando se diz que a química é poluidora. Pode ser, sim, mas não é a química que faz isso, mas sim quem a utiliza e os modelos econômicos e políticos. A química é uma ciência central, da qual derivam várias outras. A física explica a química e a química dá sentido à física. Por sua vez, a química explica a biologia e a biologia dá sentido à química.

Seu grupo foi um dos primeiros no Brasil e no mundo a trabalhar com líquidos iônicos. Como está essa pesquisa hoje? Começamos a atuar nessa área no início



A química é uma ciência central da qual derivam várias outras. Mas existe muito preconceito contra ela

dos anos 1990 com a Petrobras, que queria saber se os então chamados sais fundidos poderiam ser usados no desenvolvimento de processos catalíticos mais limpos e ambientalmente adequados – nesses processos, a velocidade de uma reação química é acelerada com a adição de uma substância, o catalisador. O que chamamos hoje de líquidos iônicos eram conhecidos antes como sais fundidos. O sal de cozinha pode ser um deles. Aquecido a 801 graus Celsius, ele não se decompõe e se transforma em líquido, com propriedades distintas. Os resultados de nosso trabalho foram inovadores. Mais importante, conseguimos montar um modelo conceitual que explicava o que era observado, previa propriedades dos líquidos iônicos e indicava onde podiam ser empregados. Não prevíamos nem 10% das aplicações atuais dos líquidos iônicos.

Em que eles são usados hoje?

Em uma centena de processos industriais, do tratamento de biomassa à lubrificação de robôs em Marte. Os líquidos iônicos fazem parte do que chamamos alternativas verdes e ambientalmente corretas,

porque podem ser usados em processos químicos sustentáveis. Na área farmacêutica, são utilizados para criar fármacos com novas propriedades físico-químicas. Temos conhecimentos que permitem desenvolver processos químicos mais limpos, mas, evidentemente, essa não é a solução para toda a química sustentável.

Por que os líquidos iônicos se encaixam na química verde?

Em primeiro lugar, porque são suportes, e não solventes; então se usa muito menos. Em geral, não evaporam. Posso colocá-los na nossa frente e não vamos aspirá-los. Se colocarmos etanol, vamos aspirá-lo. Além disso, boa parte é bactericida e pode ser reciclada facilmente. E principalmente porque podemos modular suas propriedades físico-químicas, produzindo líquidos iônicos com maior ou menor afinidade pela água ou solubilidade. Com eles, posso dissolver produtos antes impossíveis, como a celulose, sem usar ácido. Em 2018, estive em um congresso na América do Norte e conheci uma empresa que tinha criado uma tecnologia, à base de líquido iônico, para reciclar o chamado *sandoil*, resíduo de petróleo extremamente pesado contendo areia, encontrado em alguns lugares do mundo.

Quem mais pesquisa esses compostos no mundo?

A concorrência é feroz. Mais de uma centena de grupos no mundo trabalha com líquidos iônicos. A China tem 19 laboratórios e mais de 1.200 doutorandos nessa área. No Brasil, há grupos fortes aqui, na USP [Universidade de São Paulo], Unicamp [Universidade Estadual de Campinas] e UnB [Universidade de Brasília], mas são poucos. Recentemente, a partir dos líquidos iônicos, entrei em outra área, a captura de gás carbônico, o CO₂.

Do que se trata?

Há cerca de seis anos, a Petrobras e a Braskem nos consultaram para desenvolvermos processos para capturar CO₂. Queriam também que esse gás pudesse ser empregado como matéria-prima para a fabricação de reagentes, combustíveis, *commodities* químicas, qualquer coisa. Como já tínhamos experiência com líquidos iônicos na absorção de CO₂, começamos a trabalhar na ativação da molécula, que é muito estável. O sonho de todo químico é fazer a fotossíntese ar-



Dupont e Martha, recém-casados: a união ocorreu na Inglaterra, quando ele estudava em Oxford

tificial, produzindo açúcares a partir de CO₂, água e luz. Estamos longe disso, mas esse é um dos caminhos que seguimos, usando luz para transformar CO₂ em algo aproveitável.

Que resultados já foram alcançados?

Já obtivemos monóxido de carbono [CO] sem emprego de semicondutores, uma molécula altamente reativa, que pode ser usada na cadeia industrial. Encontramos seis alternativas com potencial em laboratório para capturar CO₂. Temos de colher dados termodinâmicos, testar em planta-piloto na Coppe [Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro] e fazer análise de ciclo de vida para ver se vale a pena. Esperamos que em breve seja colocado em operação nas plataformas da Petrobras um processo industrial de captura de CO₂ usando líquidos iônicos no lugar de compostos aquosos à base de aminas, que são voláteis e corrosivos.

Como está o Brasil no campo da catálise?

Já foi muito bem, mas agora está mal. Na década de 1980, deixamos de receber os catalisadores que fazem crack [fragmentação] de petróleo, por oposição dos Estados Unidos. Então se decidiu criar a FCC, Fábrica Carioca de Catalisadores, e o Brasil ficou independente. É algo estratégico para o país. Continuamos fabricando, mas não somos mais os detentores de boa parte das tecnologias. Esse episódio me

lembra uma história ocorrida na França. Uma vez, um ministro da Ciência e Tecnologia de lá achou que era melhor não financiar mais a ciência e só investir nas bibliotecas. Afinal, outros produziam o conhecimento, que estava disponível e era só usar. O químico Jean-Marie Lehn, que depois ganharia um Prêmio Nobel em 1987, disse ao ministro que o problema era que nossa geração ainda seria capaz de entender o que estava escrito e talvez reproduzir; a próxima talvez entendesse, mas não saberia reproduzir; e a seguinte nem entender. Por isso, não podemos esquecer projetos importantes para a nação.

Por exemplo?

O submarino nuclear é um deles. Nesse projeto, não é apenas o submarino que interessa, mas toda a tecnologia que o país pode desenvolver, além da formação de pessoal para seguir adiante nessa área. Outras razões de orgulho são o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron [LNLS] e o CNPEN [Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais], a maior e melhor infraestrutura para quem trabalha em física, química e materiais. Todo o tempo em que se decidiu construir um acelerador e não comprar um pronto fez com que criássemos gerações de técnicos, engenheiros e pesquisadores, muitos deles atuando em empresas aptas a produzir itens de altíssima tecnologia.

Você dirigiu o Centro de Nanociências da UFRGS. Como foi essa experiência?

Foi uma ideia do governo reunir os laboratórios, que eram poucos e estavam espalhados pelo país. Foram criados laboratórios nacionais em universidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. São laboratórios virtuais, que concentrariam as técnicas de uso em nanotecnologia. Coube ao Ministério da Ciência e Tecnologia a compra e a manutenção de equipamentos de uso e acesso geral. Na UFRGS tivemos resultados magníficos, inclusive com produtos já colocados no mercado, como um protetor solar 100 feito com nanotecnologia por professores da química e da farmácia que usufruíram dessa infraestrutura. O que não avançou foram as políticas da universidade para contratar professores e pesquisadores dessa área. Faltou planejamento.

Por que agora se fala em nanotecnologia bem menos do que há alguns anos?

A pesquisa se espalhou e há aplicações relevantes, como na produção de tintas, mas às vezes tomamos decisões equivocadas. Quando o Brasil decidiu ingressar na área de nanotubos de carbono, deu um passo maior que as pernas. Os chineses entraram e dominaram o mercado. Nossa estratégia não foi adequada. Fizemos apenas tecnologias incrementais. Além disso, o número de pesquisadores é pequeno, o financiamento não é contínuo e as políticas das universidades, das empresas e das agências de governo estão muitas vezes equivocadas, pois são baseadas em achismos e não em evidências.

Desde a década de 1990 seu grupo recebe financiamento de empresas. Como é esse relacionamento?

O problema da pesquisa é como financiar o dia a dia, como adquirir equipamentos e reagentes e manter os laboratórios em ordem. As universidades, com raras exceções, fazem pouco. Aí vem a necessidade de buscar recursos, no CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], o grande financiador para o pesquisador individual, e na Finep [Financiadora de Estudos e Projetos], para os projetos institucionais. Felizmente existe a Capes, que investe no mais importante, as pessoas, e avalia os programas de pós-graduação, a joia da coroa científica, tecnológica e de inovação do Brasil. Podemos submeter projetos a essas agências ou procurar empresas



O pesquisador durante a inauguração do Laboratório de Catálise Molecular da UFRGS, em 2014

interessadas em fazer inovação, tecnologia e ciência. O grande problema é que a maioria dos nossos industriais é imediatista e pragmática. Querem resolver um problema por R\$ 10 mil para ganhar R\$ 100 milhões. A Petrobras é uma das raras empresas com projetos de risco que valorizam o conhecimento, não a aplicação.

Como é trabalhar com ela?

Nunca houve conflitos. O que a Petrobras tem de melhor, apesar de todas as amarras, é o corpo técnico do Cenpes [Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello]. Ela se relaciona muito bem com as universidades. Não por acaso, o Brasil é líder mundial em extração de petróleo em alta profundidade. Às vezes surgem tensões, porque o tempo da universidade é diferente do de uma empresa. Queremos publicar, porque somos cobrados, e a Petrobras quer esperar que a patente saia. Como ela entende que nosso trabalho é fazer pesquisa, as coisas se resolvem.

De que forma?

Precisamos pedir autorização, como é feito em qualquer lugar do mundo, já que temos um contrato com a empresa. Mas não há problema quanto a isso. Um cuidado que sempre tomo é envolver pós-doutorandos nos projetos de empresas, e não mestrandos ou doutorandos. Estes últimos têm um tempo exato para fazer o trabalho e, se extrapolarem, não vão obter o título. Os pós-docs são mais livres.

Como avalia o relacionamento das universidades com as empresas?

Ainda não está muito afinado. Na minha opinião, a indústria não contrata doutores por algumas razões. A principal é o preconceito. A indústria acha que a universidade tem de formar o profissional para a função específica dela, mas isso não acontece. A universidade forma profissionais que podem facilmente atuar nas mais distintas áreas, mas as especificidades são adquiridas no local de trabalho. Se faço concurso na Petrobras para ser engenheiro de petróleo, depois de contratado terei de passar seis meses em treinamento para ver o que fazer. Já estive na Fiesp [Federação das Indústrias do Estado de São Paulo], na Firjan [Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro], e eles me cobram. Eu pergunto: “De que mundo vocês saíram?”. O Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, um avanço na integração entre empresas e centros públicos de pesquisas, ainda é fechado e engessado. Não adianta pensar em maior interação com outros grupos sociais se as universidades não alterarem seu modo de funcionamento.

Que mudanças precisam ser feitas?

As universidades têm imensa dificuldade em se renovar. Muitas vezes se comportam como uma mera repartição pública. Toda vez que me pedem para fazer compras de reagentes, tenho de explicar que não posso prever o que vou precisar daqui a dois meses. Então, se não posso

so fazer o pregão, vou comprar o quê? Além disso, a maioria das universidades brasileiras é orientada para o ensino de graduação e dá pouca importância para a pesquisa e a pós-graduação. De quase uma centena de universidades públicas do Brasil, nem metade faz pesquisa. Isso não é necessariamente um problema, mas é preciso deixar claro que a prioridade é formar alunos de graduação. Na minha geração, quem não tivesse o ensino médio não conseguia facilmente um bom emprego. Hoje, se não tem uma graduação, está ralado. Em alguns anos, sem doutorado, poderá fazer parte dos excluídos.

Você fez um estágio de pós-doutorado na Inglaterra nos anos 1980 e voltou em 2014, para um período de três anos. O que foi fazer lá?

Fui um dos quatro professores contratados para montar um laboratório de carbono neutro na Universidade de Nottingham, que se propõe a ter emissão zero de carbono em 20 anos. O laboratório gera sua própria energia e tem o menor consumo de água e de energia possíveis. Foi financiado pela farmacêutica GSK, que queria ter um laboratório modelo para montar os dela no futuro, com os mesmos princípios. Foi uma ótima experiência, melhor ainda para os pós-doutorandos brasileiros que foram para lá – dois deles acabaram contratados e ficaram no Reino Unido. Enquanto estava lá, e depois de voltar para a UFRGS, tentei mostrar aos estudantes que o que realizamos aqui é pesquisa de ponta, e podemos fazer a diferença.

Qual é o significado de ter sido escolhido um dos químicos mais influentes do mundo em 2011?

Hoje, com um olhar mais maduro, vejo que minha equipe, estudantes e colegas entenderam que nessa caminhada os colaboradores que saíram daqui, depois de concluírem seus trabalhos, são as melhores testemunhas do que sou. Fiquei muito emocionado com uma festa científica que ex-alunos organizaram em dezembro de 2018 em homenagem aos meus 60 anos. Foi em Florianópolis porque tenho vários ex-alunos que são professores lá. Além disso, adoro a cidade. Vieram ex-alunos de Portugal, Espanha, Alemanha, Paquistão, pessoas que não via há 30 anos, como meu orientador de doutorado, Michel Pfeffer, já velhinho,

que abriu a conferência. Tenho orgulho de ter formado tantas pessoas, muitas com capacidade maior que a minha de entender o mundo e testar hipóteses. Uma ex-estudante ganhou uma Bolsa Humboldt, foi para Alemanha, voltou, desistiu de fazer química e trabalha agora como designer de moda. Ela seguiu um caminho que a fazia mais feliz. Não há por que achar que temos de ficar em um caminho predeterminado.

E como foi sua caminhada até tornar-se um cientista?

Em casa, minha única obrigação era estudar. Só tínhamos a Bíblia e a *Enciclopédia Britânica*. Minha mãe, extremamente católica, me fez ler a Bíblia; meu pai era anarquista, ateu. Apesar dessas diferenças, tinham uma convivência harmoniosa. A leitura da Bíblia, para desgosto de minha mãe, me fez ateu. Como um Deus pode ser genocida e escravagista? Como alguém pode falar com a cobra? Minha mãe notou que eu não ia mais à igreja e disse que, por isso, poderia ir para o inferno. Meu pai ficou bravo e falou para ela que eu era ateu e deveria fazer o que achasse melhor de minha vida. Hoje vejo que o ateísmo me deu mais curiosidade diante do desconhecido e não me deixou buscar uma explicação fácil para os experimentos que não dão certo. Convivemos com insucesso, todos os dias, mas um cientista não pode dizer simplesmente que foi obra de Deus e desistir. Aos 14 anos comecei o ensino médio, à noite, na Escola Técnica da UFRGS, e a trabalhar durante o dia. Antes disso já tinha feito muita coisa. Desde os 9 anos engraxei sapatos e vendi balas no centro de Porto Alegre. Já enfrentei muita coisa. Por isso, quando recebo ameaças não tenho medo.

Por que as ameaças?

Por causa de minhas posições políticas. Sempre fui ambicioso e quis mudar e fazer diferença. Às vezes entrei em empreitadas que não foram boas. Há 20 anos, tentei ser diretor do Instituto de Química e não consegui. Há sete, fui candidato a reitor, para protestar e apresentar ideias novas. Achava que nossa chapa teria no máximo 10% dos votos, mas conseguimos 31%. Eu estava tentando mostrar que deveríamos sair da zona de conforto, mas o sistema não estava preparado para isso. As propostas mais ousadas não cabiam nos proje-

“
A universidade tem imensa dificuldade em se renovar. Muitas vezes, se comporta como mera repartição pública

tos pessoais. Agora alguns dos colegas querem que eu seja diretor do instituto. Sou um democrata radical. Para mim, é preciso ter eleição para tudo. Voto de aluno vale tanto quanto o de professor. E a democracia tem de estar em todas as instituições, inclusive nas empresas privadas. Tenho pavor de qualquer tipo de ditadura. Do ponto de vista econômico, sou capitalista à morte. É preciso ter competição, senão o Estado intervé. Do ponto de vista social, sou um socialista. Algumas coisas não podem ter concorrência, como saúde, água e energia; o Estado tem de prover, não há outra solução. Em Nottingham, na Inglaterra, cuja população sempre votou em políticos trabalhistas, havia cinco companhias de gás e eletricidade. A cidade decidiu criar uma empresa pública de gás e energia, o que fez a competição aumentar e o preço cair pela metade. Não foi preciso estatizar. Faço militância desde a faculdade e ainda hoje saio à rua sempre que necessário, para defender direitos humanos. Sou contra a homofobia, o racismo, a misoginia e o fundamentalismo religioso.

Algum episódio recente?

Outro dia soube que uma aluna estava sendo assediada por um colega. Conversei com ela e recomendei que o denunciasse à ouvidoria. “Não faça só isso”, eu disse. “Tem uma delegacia aqui perto. Vai lá, se quiser vou junto, e diz que foi assediada.” Não quer dizer que de vez em quando eu mesmo não tenha atitudes homofóbicas, misóginas e racistas. Tenho. Uso expressões de que me arrependo de ter empregado. Mas procuro ampliar minha visão de mundo, sempre. Em meu laboratório tenho mais pesquisadores mulheres do que homens. Há também LGBTs, e todos se dão bem. O instituto é o primeiro da UFRGS a ter um professor negro transexual. A discriminação racial e homofóbica aparentemente diminuiu com as cotas e a universidade ficou mais alegre, diversa, plural e intelectualmente rica. Vale lembrar Paulo Freire [1921-1997]. Ele dizia que, se a educação não for libertadora, o sonho do oprimido é virar opressor. Eis um dos maiores desafios da educação.

Na juventude, você gostava muito de matemática, mas acabou trocando-a pela química. Por quê?

Porque adoro imprevistos. Matemática era minha paixão desde criança. Quando entrei na universidade, no curso de ciências, que formava professores para o ensino fundamental, a matemática era fácil, mas a química colocava perguntas que não sabia responder. Além disso, a química é empírica e permite criar mais facilmente hipóteses. Fiz a licenciatura curta e depois a plena, focada em química e, ao terminar a graduação, fiz uma especialização no exterior, na Universidade Louis Pasteur de Estrasburgo, na França. Em seguida, emendei o doutorado também em Estrasburgo.

Você já declarou que não conhece bom químico que não seja um bom gourmet. Você cozinha?

É minha paixão. O conhecimento sobre química ajuda a combinar texturas, sabores e cores, a entender as reações e a ver o que usar e quanto tempo cozinhar. Todo dia, quando chego em casa, vou cozinhar, em geral com minha filha de 10 anos, Isabel Cristina. O que faço de bom é o que ela aprova. Também tenho paixão por astrofísica e filosofia moderna. E adoro ver futebol na televisão e torcer pelo Inter, quando tenho tempo. ■



Como sobreviver SEM ASSINAR revistas científicas

Ferramentas digitais e redes sociais ajudam estudantes e pesquisadores a encontrar artigos na internet

Fabrcio Marques

Universidades de vários países estão criando novos arranjos para ampliar o acesso à literatura científica depois de suspender contratos de assinaturas com grandes editoras, considerados caros e abusivos. Para atender ao menos em parte as necessidades de informação de seus alunos e pesquisadores, as instituições apostam em ferramentas que ajudem a localizar na internet cópias de *papers* disponíveis em acesso aberto e no apoio de redes de bibliotecas e de mídias sociais para obter artigos de conteúdo restrito. A Universidade da Califórnia (UC), nos Estados Unidos, por exemplo, anunciou em fevereiro o rompimento com a editora holandesa Elsevier, por meio do qual, a um custo de quase US\$ 11 milhões por ano, seus 273 mil estudantes e 68,4 mil docentes e pesquisadores podiam ler documentos publicados em 2,4 mil periódicos. Responsável por cerca de 10% de toda a produção científica norte-americana, a UC pressionava a Elsevier a aceitar um novo acordo, em que fariam parte de um único pacote o preço das assinaturas e as taxas pagas pelos pesquisadores da universidade

para publicar seus artigos em acesso aberto em títulos da editora. A Elsevier insistiu em manter o esquema tradicional para a maioria de seus periódicos, cobrando assinaturas e taxas de publicação de artigos e exigindo quantias extras quando o autor quer divulgar seu *paper* livremente na web.

Sem poder consultar as revistas, a UC reuniu em uma página da internet um conjunto de caminhos alternativos para seus estudantes e pesquisadores (bit.ly/UCalternative). Sugeriu a eles adotar estratégias como a busca de *papers* em bases de dados acadêmicas, a exemplo do Google Scholar e do PubMed, e o uso de programas *plugins*, que oferecem funcionalidades específicas em navegadores da internet – nesse caso, localizar cópias em PDF de artigos científicos. Se isso não for suficiente, a recomendação é pedir ajuda às bibliotecas de seus 10 *campi*, que integram redes nas quais se compartilham artigos e livros, ou então usar redes sociais acadêmicas, em que é possível solicitar trabalhos diretamente a seus autores. “Apoiamos nossos professores, alunos e funcionários empenhados em quebrar as barreiras que impedem o compartilhamento de pesquisas inovadoras”, disse,



Estratégias para localizar *papers*

Extensões de navegadores, redes sociais e buscas em repositórios são úteis para obter documentos



PLUGINS

GOOGLE SCHOLAR BUTTON

bit.ly/ScholarButton

A extensão adiciona um botão no navegador que ajuda a localizar um texto. Basta selecionar o título do artigo e clicar no botão

UNPAYWALL

unpaywall.org

Conecta o usuário a 22,7 milhões de artigos em acesso aberto de mais de 50 mil periódicos e 5 mil repositórios

OPEN ACCESS BUTTON

openaccessbutton.org

Também rastreia artigos de acesso aberto e, quando o texto não está disponível na web, solicita uma cópia diretamente ao autor

KOPERNIO

kopernio.com

O serviço faz buscas, fornece PDFs e os arquiva em bibliotecas pessoais. Também identifica se o usuário tem direito de acesso a artigos fechados



SOLICITAÇÕES

REDES SOCIAIS

researchgate.net, academia.edu, hcommons.org

Pesquisadores com perfis em redes como o Research Gate, Academia e Humanities Commons costumam oferecer cópias de seus trabalhos para download. As vezes, é preciso fazer uma solicitação

#ICANHAZPDF

twitter.com/search?q=%23icanhazpdf

A hashtag é usada no Twitter, associada ao link da publicação desejada, para pedir arquivos em PDF. Há chance de que um usuário com acesso ao documento o compartilhe

REDDIT

www.reddit.com/r/Scholar

A rede social tem uma página utilizada por estudantes e pesquisadores para solicitar artigos e livros a outros usuários e divulgar conteúdos



REPOSITÓRIOS

DIRETÓRIO DE REVISTAS DE ACESSO ABERTO

doaj.org

A plataforma reúne 3,8 milhões de artigos publicados por mais de 12,8 mil revistas de acesso aberto que seguem bons padrões de qualidade

OSF PREPRINTS

osf.io/preprints

O serviço dá acesso a mais de 2,2 milhões de documentos arquivados nos principais repositórios de *preprints*, como arXiv, bioRxiv, PeerJ, CogPrints

SCIENCE OPEN

www.scienceopen.com

A plataforma está conectada a mais de 53 milhões de artigos, na maior parte em acesso aberto

CRUESP

www.repositorio.cruesp.sp.gov.br

O repositório do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas disponibiliza a produção científica da USP, da Unicamp e da Unesp, entre artigos, dissertações e teses

OASIS

oasisbr.ibict.br/vufind

Criado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), dá acesso a artigos de mais de 800 revistas do Brasil

em comunicado, a presidente da universidade, a advogada Janet Napolitano.

A estratégia da UC não chega a ser original. Recentemente, instituições de ensino superior da Alemanha, da Suécia e da Noruega também decidiram não renovar assinaturas de revistas da Elsevier e adotaram expedientes parecidos. “Essas ferramentas digitais deram às universidades um poder de barganha inédito”, avalia Abel Packer, coordenador da biblioteca de revistas de acesso aberto SciELO Brasil. “Antigamente, cortar assinaturas seria impraticável, pois inviabilizaria o trabalho dos pesquisadores. Hoje, as universidades têm alternativas.” Esse movimento ganhou mais fôlego em setembro do ano passado, quando a União Europeia e agências de fomento à pesquisa de 14 países lançaram o Plan S, iniciativa de alcance internacional que estabelece a partir de 2020 a publicação imediata em acesso aberto de artigos que receberam financiamento público (ver Pesquisa FAPESP nº 276).

Uma consulta a sites de busca, às vezes, é suficiente para localizar o PDF de um artigo – se ele estiver disponível, naturalmente. Nos últimos

anos, surgiu uma série de ferramentas digitais gratuitas que tornam essa tarefa mais simples. Uma das mais populares é o Google Scholar Button, *plugin* que dá acesso ao conteúdo do Google Acadêmico e permite localizar textos disponíveis na web e em bibliotecas universitárias. Basta selecionar o título do documento na página que estiver sendo visitada e clicar no botão para localizar a íntegra.

Há outras extensões com as mesmas características, como o Open Access Button, desenvolvido por um grupo do Reino Unido ligado a uma rede de bibliotecas que promovem a publicação em acesso aberto. O serviço tem uma funcionalidade importante: se o artigo não estiver disponível na web, solicita-se diretamente ao autor uma cópia do trabalho. A manutenção e a atualização do Open Access Button foram garantidas, nos últimos dois anos, por uma doação de US\$ 420 mil feita pelo fundo filantrópico Arcadia, mantido por Peter Baldwin, filantropo e professor de história da Universidade da Califórnia, Los Angeles. “Essas ferramentas funcionam dentro da legalidade e têm boas intenções. Mas seus resultados são sempre limitados, porque há muita pesquisa que não é publicada em acesso aberto”, afirma Moreno Barros, bibliotecário na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e doutor em história da ciência.

Outro exemplo bem-sucedido é o Unpaywall, serviço gratuito criado nos Estados Unidos que dá acesso a 22,7 milhões de artigos e manuscritos em *preprint* disponíveis em acesso aberto e *papers* de acesso pago que tiveram uma cópia arquivada legalmente em repositórios de instituições. Segundo a ImpactStory, criadora da ferramenta, ela atingiu em fevereiro a marca de 200 mil usuários ativos. Não é a solução para todas as demandas de pesquisadores, mas resolve ao menos a metade delas sem desrespeitar direitos autorais. Um levantamento feito em 2017 com base em buscas feitas por usuários do Unpaywall mostrou que 47% dos *papers* solicitados estavam disponíveis para leitura em algum lugar na web. “Oferecemos limonada de graça bem ao lado das bancas de limonada das grandes editoras”, disse ao *The Chronicle of Higher Education* o cientista da informação Jason Priem, que lançou o serviço em parceria com Heather Piwowar, pesquisadora da Universidade de Pittsburgh, nos Estados Unidos.

Embora disponíveis em acesso aberto, artigos arquivados em repositórios nem sempre são fáceis de encontrar

A popularidade dessas ferramentas se explica: nem sempre é fácil encontrar um artigo mesmo quando ele está disponível em acesso aberto. Uma coisa é localizar um *paper* publicado em uma revista que não cobra assinatura e oferece todo o seu acervo na web – uma simples pesquisa na internet, nesses casos, consegue resolver. Desafio mais complexo é encontrar um texto divulgado em um periódico de conteúdo restrito, que teve uma cópia arquivada no repositório de alguma instituição. Frequentemente, eles não ficam bem indexados em sites de busca. Essa situação é frequente e os *plugins* facilitam o acesso ao rastrear múltiplos repositórios.

Em fevereiro, a FAPESP aperfeiçoou sua política para acesso aberto a publicações científicas, que foi lançada em 2008 e resultou na criação do Repositório da Produção Científica do Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas (Cruesp), abastecido com artigos, teses, dissertações e outros trabalhos científicos publicados por pesquisadores das universidades de São Paulo (USP), Estadual de Campinas (Unicamp) e Estadual Paulista (Unesp). As novas diretrizes estabelecem que artigos que resultem, total ou parcialmente, de pesquisas financiadas pela Fundação deverão ser divulgados em revistas que permitam o arquivamento de uma cópia dos *papers* em um repositório público, onde eles possam ser consultados na web por qualquer pessoa.

O arquivamento da cópia deverá ser feito assim que o *paper* for aprovado para publicação ou em prazos compatíveis com as restrições de cada revista – algumas delas impõem períodos de embargo entre seis meses e um ano. Os pesquisadores têm liberdade para selecionar os títulos nos quais querem publicar seus artigos, mas a recomendação é que a escolha recaia sobre títulos que permitam o depósito de cópias em um repositório. Para saber qual é o modelo de cada periódico, a sugestão é consultar o site Sherpa-Romeo (www.sherpa.ac.uk/romeo/index.php), um serviço oferecido por um grupo de universidades de pesquisa do Reino Unido que reúne as normas adotadas por editoras ou sociedades científicas em relação ao acesso aberto de suas publicações.

Há revistas que permitem o depósito não do artigo publicado, mas de versões do texto anteriores ao processo de revisão por pares. A ferramenta Kopernio, que funciona como uma extensão de



Biblioteca Geisel, da Universidade da Califórnia, em San Diego: contrato da instituição com a editora Elsevier custava quase US\$ 11 milhões por ano



browsers, rastreia também cópias preliminares. Segundo seus criadores, consegue encontrar 70% dos manuscritos procurados pelos usuários. O serviço foi criado por uma startup e adquirido em 2018 pela Clarivate Analytics, responsável pela base de dados Web of Science. Baseia-se em um *plugin* que utiliza um software de inteligência artificial e pode ser usado também por quem tem direito de acessar artigos de periódicos fechados. O usuário deve abrir uma conta no serviço e informar se é afiliado a uma instituição ou assinante de alguma revista.

O Kopernio armazena os direitos de acesso e remete instantaneamente ao conteúdo se o artigo solicitado for de uma revista fechada. Essa facilidade pode ser útil, segundo os criadores do *plugin*, para quem tem assinaturas legítimas patrocinadas por suas instituições mas usa ferramentas de busca ilegais, apenas porque elas fornecem artigos com mais rapidez. “Muitos pesquisadores usam sites piratas não por necessidade, mas porque é mais conveniente”, disse à revista *The Bookseller* o norueguês Jan Reichelt, um dos criadores do Kopernio. Ele se referia ao Sci-Hub, repositório que franqueia cópias obtidas irregularmente de 64 milhões de artigos científicos. Antes de fundar a Kopernio, Reichelt foi um dos criadores do Mendeley, software organizador de bibliografias acadêmicas que se converteu em uma rede social de pesquisadores e foi comprado pela editora Elsevier em 2013.

Redes sociais também podem desempenhar um papel importante na busca de artigos científicos. Às vezes, pesquisadores com perfis na Research

Gate, Academia, Mendeley e Humanities Commons oferecem cópias de seus trabalhos para download. Também é possível enviar mensagens diretas ao autor pedindo o artigo desejado. Outras estratégias são menos eficazes e não garantem que a obtenção do arquivo respeitou direitos autorais. É o caso da hashtag #icanhazpdf, usada na rede social Twitter. Pesquisadores associam a palavra-chave ao endereço da publicação desejada e esperam que outro usuário com acesso ao documento o compartilhe. A rede social Reddit também tem uma página usada para solicitar e divulgar cópias de artigos e livros.

De acordo com Abel Packer, da biblioteca SciELO, o compartilhamento de artigos em meio digital tornou-se uma versão moderna do empréstimo interbibliotecário – antes do advento da internet, pesquisadores procuravam bibliotecas em busca de artigos e livros e elas obtinham cópias em papel de instituições parceiras. “Hoje isso se faz por meio de redes sociais. Quando preciso de um artigo de difícil acesso, peço para alguém que o tenha”, afirma. Em algumas situações, a fronteira da legalidade é ultrapassada, mas esse limite, observa Packer, tornou-se difuso na comunicação científica. Um estudo publicado em 2017 por Heather Piwowar, do Unpaywall, mostrou que 58% dos artigos consultados livremente na internet vinham de periódicos de acesso fechado e foram disponibilizados pelas próprias editoras sem que houvesse licença formal para isso. “Editoras acabam fazendo um jogo duplo, pois não querem reduzir as chances de que os artigos de suas revistas sejam citados e tenham impacto”, explica. ■

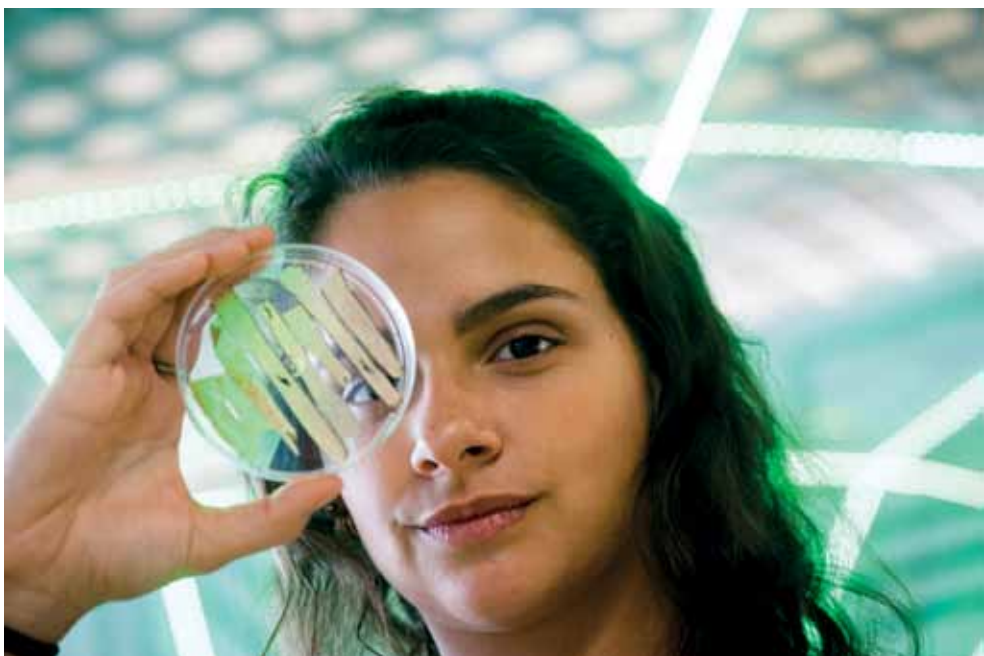
ASAS PARA A CURIOSIDADE

Em sua 17ª edição, Feira Brasileira de Ciências e Engenharias reúne projetos robustos de estudantes de todas as regiões do país

Carla Aranha

Quando viu em um site de notícias a foto de uma tartaruga com um canudo plástico encravado no nariz, a estudante paulista Maria Terossi Pennachin, de 16 anos, ficou inconformada. “Tive muita pena da tartaruga e fiquei pensando em uma solução que ajudasse a diminuir a quantidade de lixo nas praias”, conta. Aluna da Escola Estadual Culto à Ciência, de Campinas (SP), ela desenvolveu no laboratório do colégio o projeto de um canudo biodegradável à base de inhame e gelatina, sob orientação das professoras Claudia Caniati e Aloísia Moretto. O material se degrada depois de 40 minutos imerso em líquidos como água e refrigerante. Ela vê potencial comercial do produto, que é comestível, e cogita substituir a gelatina por algum ingrediente de origem vegetal para criar um canudinho vegano.

O projeto foi apresentado na 17ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (Febrace), realizada entre os dias 19 e 21



de março no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), em São Paulo, e ganhou cinco prêmios, entre os quais o segundo lugar na categoria Ciências Biológicas na feira e uma vaga para participar da National Youth Science Camp, encontro internacional de ciência voltado a alunos do ensino médio.

Para se preparar para a Febrace, muitos participantes acompanharam cursos on-line criados pela organização do evento, que, entre outros temas, ensinam a transmitir o conceito do projeto científico em uma linguagem acessível. Um deles, sobre Internet das Coisas, mostra como produzir sensores e coletar dados com a ajuda do celular. “Projetos e protó-

Juliana Estradioto, de 18 anos, mostra biomembrana sintetizada a partir de resíduos de macadâmia, uma possível matéria-prima de embalagens



Arthur Sary, 17 anos, de Curitiba, e Wictoria dos Santos, 14 anos, de Maceió, conheceram a USP em março, selecionados como finalistas da Febrace

tipos apresentados na feira estão se tornando mais robustos a cada ano graças a esse material didático e à experiência acumulada de professores orientadores que participaram de edições anteriores da feira”, diz a engenheira eletrônica Roseli de Deus Lopes, coordenadora-geral da Febrace desde a sua primeira edição, em 2003 – ela trouxe a ideia para o Brasil depois de participar como avaliadora, em 2001, da Intel Isef (International Science and Engineering Fair), maior feira pré-universitária do mundo. Segundo a pesquisadora, os alunos que participam da Febrace voltam para suas escolas e disseminam as práticas que aprenderam. “Observamos que muitos desses alunos têm trajetórias acadêmicas mais rápidas, em alguns casos publicando artigos ainda na graduação”, afirma Lopes, professora da Escola Politécnica da USP, cujo Laboratório de Sistemas Integráveis promove a feira.

A edição deste ano teve 72 mil projetos inscritos. As 332 equipes finalistas eram compostas por 751 estudantes dos ensinos fundamental, médio e técnico de todas as regiões do Brasil. Quase 300 projetos receberam algum prêmio, entre troféus, certificados, viagens para feiras internacionais de ciência, bolsas de pesquisa do Conselho Nacional de



lógico (CNPq) e assinaturas semestrais da revista *Pesquisa FAPESP*. Além dos quatro primeiros colocados em sete categorias, houve premiações oferecidas por empresas e instituições, como a Petrobras, a Intel e a American Psychological Association. A Febrace se abastece de projetos apresentados em 116 feiras de ciências espalhadas pelo país e afiliadas a ela, além da submissão direta de trabalhos. Os critérios de seleção são baseados em inovação, relevância, rigor científico utilizado na metodologia e qualidade do relatório a respeito do projeto.

Mesmo alunos mais novos, que acabaram de entrar no ensino médio, apresentaram projetos consistentes. A adolescente Wictoria Stepaniy Juiany dos Santos, de 14 anos, desenvolveu painéis de fibra de coco para isolamento acústico. Wictoria ganhou um certificado e um convite para a publicação de um artigo no jornal brasileiro *Scientia Prima*, voltado para a divulgação de pesquisas de estudantes pré-universitários. Filha de uma empregada doméstica, ela estuda em uma escola pública de Maceió. “Ainda não sei se vou cursar artes cênicas ou en-



Maria Pennachin, 16 anos, desenvolveu canudos biodegradáveis feitos de inhame e gelatina no laboratório da escola estadual Culto à Ciência, em Campinas

Nove equipes premiadas em São Paulo vão em maio aos EUA participar de feira internacional

coleta seletiva”, explica Estradioto, que tem 18 anos e foi orientada por dois professores de sua escola, a engenheira de alimentos Flavia Twardovski Pinto e o químico Thiago Rafalski Maduro.

Em meio a um grande volume de trabalhos, não foi tarefa simples selecionar os vencedores. Uma equipe de mais de 200 professores universitários e avaliadores voluntários participou da comissão de seleção da feira. Nove equipes conquistaram a oportunidade de participar da Intel Isef, que acontece entre os dias 12 e 17 de maio em Phoenix, nos Estados Unidos. A análise da presença de defensivos agrícolas em amostras de água subterrânea no vale do Jaguaribe, no Ceará, apresentada pelos alunos José Guilherme de Oliveira Matias e Yanne Lara Gurgel Pinheiro, foi um dos projetos selecionados. O objetivo dos alunos, que moram na região, era observar o impacto de agrotóxicos no surgimento de doenças neurológicas, como Alzheimer e doença de Parkinson. Os alunos constataram que as moléculas de defensivos agrícolas encontradas se conectam a proteínas e podem causar modificações cerebrais. A dupla formada por Amanda de Souza Maloste e Jessica Cristina Burda, de Campo Largo, no Paraná, foi outra vencedora deste prêmio. As estudantes desenvolveram uma pesquisa sobre o uso do sabugo de milho como uma alternativa ao poliestireno, resina empregada na confecção de embalagens e copos descartáveis. A Febrace pela primeira vez foi realizada no Inova USP, o recém-inaugurado centro de inovação da universidade. “A escolha do prédio, que vai abrigar laboratórios avançados, tem um valor simbólico”, diz Roseli Lopes. “Estamos dizendo a esses estudantes que queremos vê-los aqui no início de suas jornadas, em um ambiente próprio para desenvolver sua capacidade criativa.” ■

genharia, mas quero contribuir com algo legal para o país”, conta. Em março, ela viajou pela primeira vez para São Paulo para participar da mostra dos projetos finalistas da Febrace, realizada na USP. “Foi uma experiência incrível. Conheci vários estudantes de todas as partes do Brasil e troquei ideias com eles”, diz.

Um dos novos conhecidos de Wictoria foi o estudante curitibano Arthur José Sary, de 17 anos, também um finalista. Ele criou sensores capazes de medir a intensidade dos ventos e das chuvas que atingem diferentes pontos da fachada de edifícios. O objetivo é tornar as reformas mais baratas e eficientes. “Determinadas fachadas, mais expostas às condições climáticas, podem receber reforço, enquanto outras em geral não precisam de muitos reparos”, explica. A Defesa Civil, que apoiou a Febrace, convidou Arthur a conhecer seu centro de emergências, com direito a um almoço com técnicos no local.

Entre os finalistas deste ano da Febrace, havia 407 meninas e 344 meninos, com uma maioria (67%) de colégios públicos. “Com frequência, alunos que vêm

de regiões mais carentes conseguem trazer problemas mais relevantes, que muitos deles conhecem de perto e enfrentam em seu cotidiano”, diz Lopes. Rafaela Souza de Almeida, de 17 anos, elaborou um estudo sobre o manejo sustentável da planta *Mauritia flexuosa*, o buriti, com o objetivo de gerar renda no sudoeste do Maranhão. Moradora de Imperatriz, uma cidade da região, ela conhece bem a realidade local. O projeto de Rafaela foi laureado com o primeiro lugar em ciências sociais e recebeu um prêmio da Society for Science & the Public Award for Community Innovation, organização não governamental norte-americana.

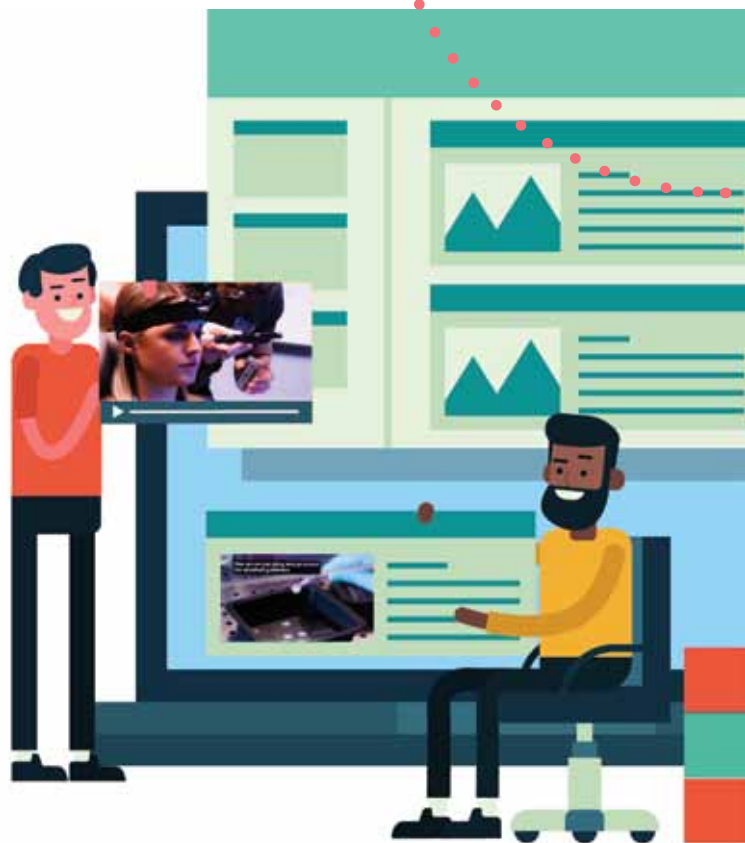
Juliana Davoglio Estradioto, aluna do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), na cidade gaúcha de Osório, conquistou o primeiro lugar na categoria Ciências Agrárias com um projeto que propõe o reaproveitamento de resíduo agroindustrial da macadâmia para a produção de embalagens biodegradáveis. “Meu maior interesse é o descarte correto dos resíduos. Geralmente os sacos de lixo são feitos de plástico e podem atrapalhar a

Artigos *animados*

Revistas científicas publicam vídeos para dar mais transparência e didatismo a experimentos e resultados

Bruno de Pierro

VERSÃO ATUALIZADA EM 19/04/2019

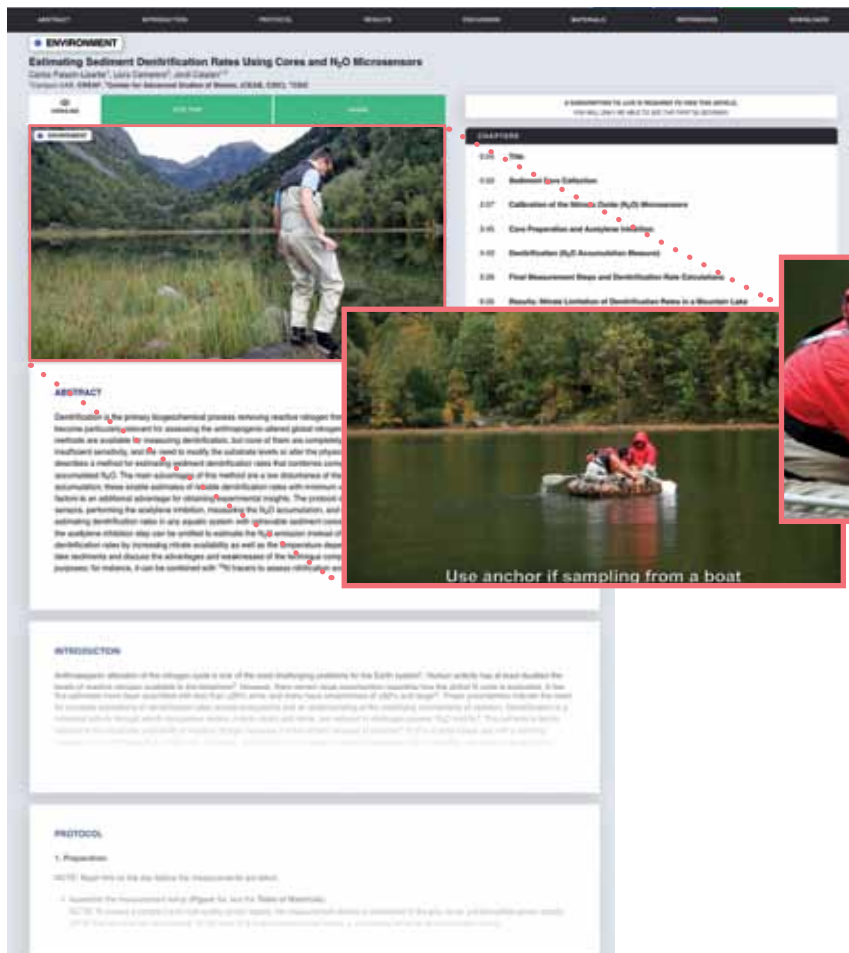


O uso crescente de imagens no lugar da palavra escrita, que deu força à criação de canais de vídeo no YouTube em prejuízo dos blogs da internet, começa a se refletir também na comunicação científica. Surgiram nos últimos anos diversas revistas acadêmicas que publicam videoartigos, *papers* que, além de texto e eventuais fotos e gráficos, são acompanhados de vídeos demonstrando, em geral, detalhes de procedimentos realizados no estudo. Títulos publicados pela editora holandesa Elsevier contam com seções exclusivas para videoartigos, como o *Journal of Minimally Invasive Gynecology*. A revista *The Anatomical Record*, da norte-americana Wiley, divulga videoartigos desde 2014. “Realizar um experimento em laboratório é um ato físico. Vídeos conseguem mostrar de forma mais eficiente como um método é aplicado”, disse à *Pesquisa FAPESP* o

biomédico russo Moshe Pritsker, um dos pioneiros desse modelo de publicação.

Em 2006, após uma tentativa frustrada de reproduzir um estudo sobre células-tronco na Universidade Princeton, nos Estados Unidos, onde trabalhava, Pritsker criou o *Journal of Visualized Experiments (JoVE)*, com o objetivo de mostrar visualmente o que pesquisadores fazem para obter seus resultados. “Os vídeos ajudam a perceber sutilezas, como o ângulo em que se deve segurar uma placa de Petri, o que, às vezes, é crucial para um experimento dar certo.” Pritsker passou a apostar nos videoartigos como uma estratégia para ampliar a oferta de informações detalhadas e ajudar outros cientistas a reproduzir os achados.

Seguindo a experiência do russo, outros periódicos do gênero foram lançados. E revistas convencionais também abriram espaço para abrigar esse tipo de publicação. Um exemplo é a *Fungal*



Use anchor if sampling from a boat

Em um vídeoartigo publicado em 2018 no JoVE, biólogos de três universidades da Espanha demonstram como coletar e analisar amostras de sedimentos para estimar o acúmulo de óxido nítrico no fundo de um lago

Genetics and Biology (FGB), em circulação desde a década de 1970. Em 2015, o periódico passou a divulgar vídeoartigos em uma seção especial chamada *The Dynamic Fungus*. Na visão da bióloga norte-americana Nancy Keller, editora-chefe da *FGB*, a principal vantagem dos vídeos é dar dinamismo às imagens que geralmente são analisadas de forma estática. “À medida que as ferramentas para estudar biologia celular foram aperfeiçoadas, percebemos que as imagens em movimento de células vivas capturam melhor a ação de fungos do que fotografias”, diz Keller, que é professora da Universidade de Wisconsin-Madison, nos Estados Unidos.

O apelo dos vídeos sobre a comunicação científica não é exatamente uma novidade. Revistas de prestígio, entre elas *Nature*, *Science* e *Cell*, há tempos fornecem conteúdos audiovisuais, os chamados *video abstracts*, em que autores explicam brevemente o objetivo e os achados de seus trabalhos. A *Cell*, por

exemplo, tem um canal no YouTube, o Cell Press, para divulgar semanalmente alguns dos principais estudos publicados pela revista.

O advento dos vídeoartigos não se presta apenas a facilitar a compreensão e a reprodutibilidade de pesquisas, avalia o biólogo e comunicador científico Átila Iamarino, de São Paulo. “A divulgação de uma pesquisa utilizando recursos gráficos ou animações para explicar conceitos complexos ajuda a atrair a atenção do público e de jornalistas”, explica Iamarino, apresentador de um canal de ciência no YouTube, o Nerdologia. “Um pesquisador que tem sucesso em divulgar seu trabalho desfruta de um poder maior para obter financiamento. O ambiente acadêmico é cada vez mais competitivo, principalmente em países centrais como os Estados Unidos, e os pesquisadores usam todas as estratégias a seu alcance para disputar recursos.”

Também há exemplos do uso de vídeos como material didático produzido e fornecido por periódicos. Além de publicar vídeoartigos, o *Journal of Visualized Experiments* tem um braço dedicado à educação científica. Seus vídeos educativos oferecem aulas e orientações para estudantes e técnicos de laboratório. Um deles explica como operar uma centrífuga, equipamento largamente utilizado para fazer a separação de amostras em laboratório. O acesso ao conteúdo pedagógico, e também aos vídeoartigos, é restrito, garantido por assinatura. O *JoVE* também cobra dos autores de vídeoartigos uma taxa de US\$ 1,2 mil a US\$ 2,4 mil para cobrir gastos com equipes de cinegrafistas, roteiristas e editores de imagem contratados pela revista para produzir os vídeos junto com os pesquisadores.

O autor ainda pode pagar uma tarifa extra de US\$ 1,8 mil para que seu trabalho seja divulgado em acesso aberto. Mais de mil universidades, instituições e empresas assinam o *JoVE*. “O Brasil representa mais de 15% do total de assinaturas na América Latina e está crescendo”, diz Pritsker. A revista atual-



mente publica uma média mensal de 100 videoartigos em áreas como medicina, química e bioengenharia e seu site passou de 6 milhões de visitas por mês. No total, já foram divulgados 43 trabalhos assinados por autores brasileiros.

Um deles é o médico Thiago Cabral, professor do Hospital Universitário Cassiano Antônio de Moraes, vinculado à Universidade Federal do Espírito Santos (Ufes). Ele participou de um estudo, em parceria com pesquisadores dos Estados Unidos, que analisou a dosagem de proteínas na retina, região do olho responsável pela formação das imagens enviadas ao cérebro. Dada a variedade de técnicas e processos envolvidos, os autores se interessaram pela ideia de publicar um videoartigo. “Os resultados, a discussão e as conclusões foram apresentados na forma de texto. A parte ‘braçal’ da pesquisa, ou seja, a dissecação e a coleta de frações distintas da retina humana, está no vídeo”, conta Cabral. A análise das proteínas utilizando a técnica de espectrometria de massa também é apresentada no filme.

O vídeo foi gravado em um laboratório na Universidade de Iowa, nos Estados Unidos. As imagens foram captadas e editadas por profissionais cedidos pelo *JoVE*, que conta com uma rede de cinegrafistas em 28 países. Uma equipe costuma ser convocada logo depois que o artigo passa pelo processo de revisão por pares. São produzidos vídeos para todos os manuscritos aceitos para publicação. Há casos em que a equipe de *videomakers* não é necessária, quando os próprios pesquisadores dominam técnicas de filmagem e edição.

Vídeos conseguem mostrar de forma mais eficiente como um método é aplicado, diz Moshe Pritsker

Lançado em 2014 pela Elsevier em parceria com a Sociedade Americana de Endoscopia Gastrointestinal, a revista *VideoGIE* é um dos poucos periódicos exclusivamente de acesso aberto dedicados aos videoartigos. Tem como objetivo informar médicos, pacientes e estudantes sobre novas técnicas e procedimentos – muitos vídeos são de exames de endoscopia, em que um tubo fino e flexível com uma microcâmara embutida percorre o sistema digestivo. A parte escrita dos *papers* não tem mais do que três páginas, ressalta o médico Everson Luiz de Almeida Artifon, professor da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e editor-associado da *VideoGIE*. “É um modelo de publicação que tende a crescer, sobretudo na área médica, cujos profissionais muitas vezes não têm tempo para ler artigos científicos longos”, avalia Artifon. “Nos últimos tempos, as editoras têm adotado estratégias para diversificar suas fontes de receita, e o modelo baseado

em videoartigos pode agregar valor aos seus negócios.”

Existem, é certo, entraves para a disseminação desse tipo de publicação. Uma delas é a dificuldade de identificar tópicos do conteúdo de vídeos utilizando ferramentas de busca na internet. “No caso de textos, é fácil fazer buscas por palavras ou expressões contidas no artigo. Com os vídeos, isso não é possível”, explica Iamarino. O *JoVE* está nas principais bases internacionais, como PubMed, Scopus e Web of Science, o que aumenta seu alcance, mas as pesquisas na internet só conseguem rastrear os textos dos videoartigos. Outro desafio, diz Moshe Pritsker, é mobilizar os autores para produzir as imagens. “Eles geralmente querem publicar seus resultados o mais rapidamente possível. E fazer um vídeo de alta qualidade requer tempo de produção e cooperação dos pesquisadores em uma atividade com a qual não estão acostumados”, afirma o russo.

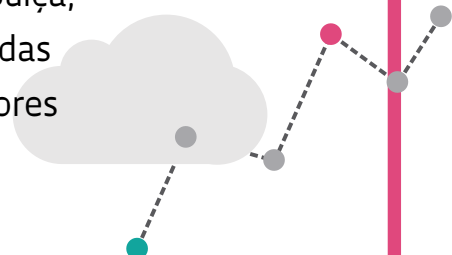
Há evidências de que o modelo já está sendo apropriado pelas revistas predatórias, aquelas que aceitam publicar artigos sem fazer uma revisão por pares adequada, em geral em troca apenas de dinheiro. Em março, o portal Ottawa Citizen, no Canadá, denunciou três periódicos predatórios que aceitaram publicar um resultado esdrúxulo sobre evolução: a descoberta de uma espécie defeituosa, o “Homem da Flórida”, que comprovaria que o processo de evolução pode andar para trás. O material de apoio era um vídeo, uma peça de ficção e humor, em que um falso cientista, na verdade um jornalista, despeja uma garrafa com um líquido azul na neve e apresenta gráficos sem sentido. ■

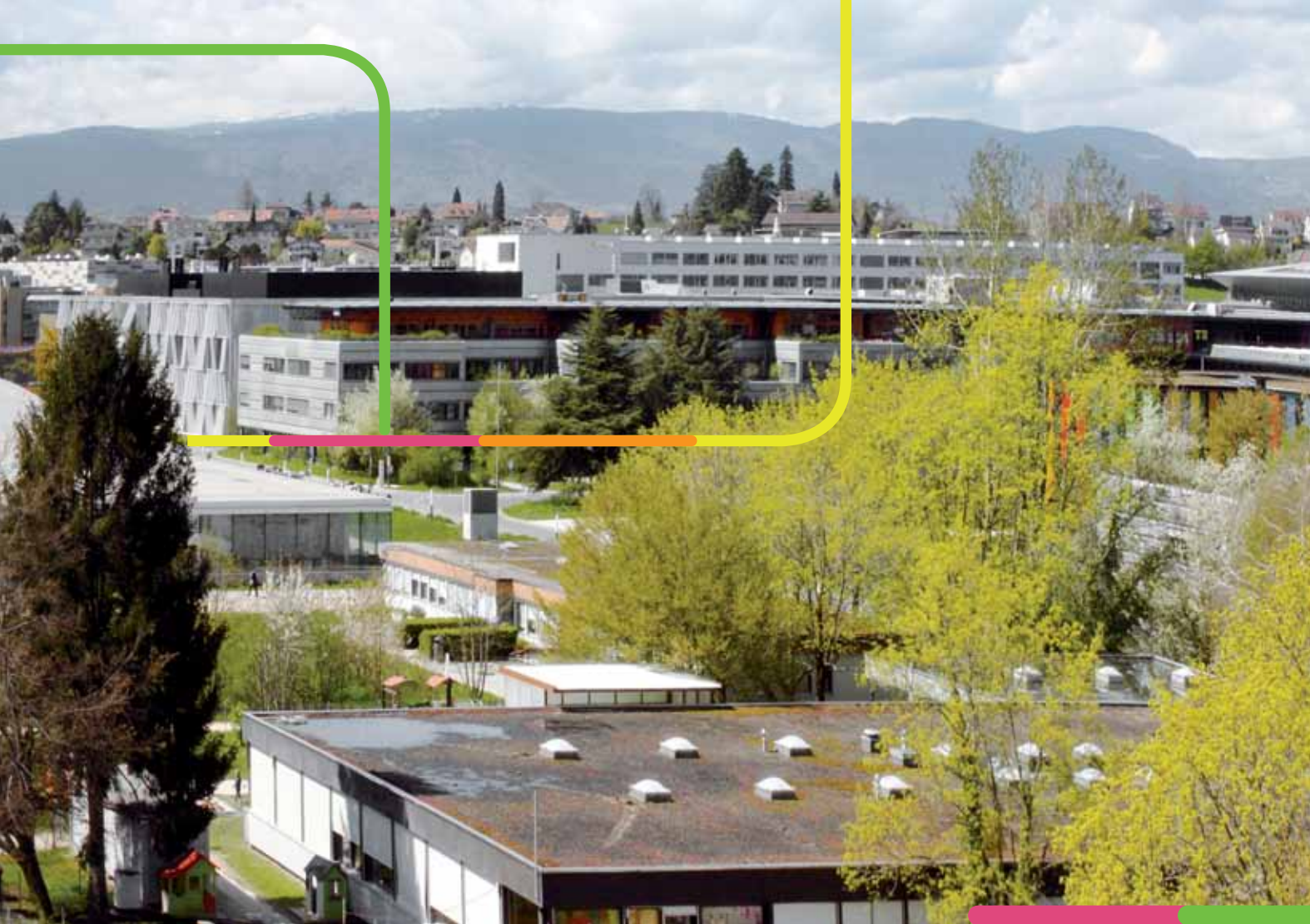


Multiplicação de startups



Nos arredores de Lausanne, na Suíça, empresas inovadoras no campo das ciências da vida atraem investidores





O Rolex Learning Center, no *campus* da Escola Politécnica Federal de Lausanne: conhecimento municipla empresas de base tecnológica

Uma área no oeste da Suíça que abriga universidades de pesquisa, hospitais e laboratórios de empresas vem ganhando destaque como um polo de startups no campo das ciências da vida. Nos arredores de Lausanne, capital do cantão de Vaud, despontaram nos últimos anos cerca de mil empresas inovadoras, boa parte delas em áreas como oncologia, biotecnologia, medicina de precisão e nutrição, municipladas pelo conhecimento produzido por instituições como a Escola Politécnica Federal de Lausanne (EPFL), o Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer ou o Centro Hospitalar Universitário de Vaud (Chuv).

Nenhum outro cantão – como são chamadas as 26 unidades da confederação suíça – atraiu tanto capital de risco no passado recente como Vaud. Foram 1,12 bilhão de francos suíços, o equivalente a R\$ 4,2 bilhões, entre 2014 e 2017, de acordo com dados da Innovaud, uma

plataforma criada pelo governo em 2013 para estimular a captação de capital de risco e oferecer infraestrutura a empresas. “Vaud se tornou o coração do Vale da Saúde da Suíça, que reúne instituições de pesquisa de classe mundial e um cluster de empresas de tecnologia. Contamos uma nova startup a cada semana”, disse o bioengenheiro Pierre-Jean Wipff, conselheiro de inovação do Innovaud.

O caso mais bem-sucedido é o da Mindmaze, primeira startup do país a atingir valor de mercado superior a US\$ 1 bilhão antes de abrir capital, que trabalha com neurociência e realidade virtual para criar interfaces homem-máquina. Ela foi criada em 2012 pelo engenheiro e neurocientista indiano Tej Tadi, de 38 anos, que se estabeleceu no país em 2004 para fazer um doutorado na EPFL. A empresa, que emprega 50 pesquisadoes, já obteve US\$ 110 milhões em cinco rodadas de captação de capital de risco. Seu primeiro produto foi o MindMotion

Pro, um dispositivo que usa recursos de realidade virtual para acelerar a recuperação de pacientes que sofreram acidente vascular cerebral. O equipamento cria programas de reabilitação personalizados e facilita a interação do usuário, com o apoio de câmeras de captura de movimento em três dimensões e programas de reconhecimento de objetos. As ambições da companhia se estendem para outros segmentos, como games e redes sociais: em 2017, a Mindmaze lançou o Mask, uma espécie de visor que consegue capturar movimentos faciais e os mapeia em um avatar de realidade virtual. Um dos investidores dessa nova iniciativa foi o ator norte-americano Leonardo Di Caprio.



O neurocientista Tej Tadi, da Mindmaze, cria interfaces homem-máquina

Expertise de empresas farmacêuticas e interação com universidades criaram ecossistema inovador

O avanço das startups em Vaud se deve, em boa medida, à tradição da Suíça em abrigar empresas que produzem tecnologia no campo das ciências da vida – 40% das exportações do país vêm da indústria farmacêutica – e também à interação das empresas com o conhecimento produzido em universidades. “O ecossistema de inovação suíço sempre funcionou muito bem nesse domínio”, explicou ao jornal *Le Temps* o analista de mercado Thomas Heimann, da empresa de investimentos HBM Healthcare. Embora as sedes de empresas de medicamentos se concentrem no norte do país, na região da Basileia, várias multinacionais mantêm laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas cercanias de Lausanne, como é o caso da Merck, Novartis e Johnson & Johnson.

Com 20 mil pesquisadores e 4 mil estudantes em áreas das ciências da vida, o cantão de Vaud é pródigo em atrair talentos de fora. Com uma área duas vezes maior que a cidade de São Paulo, tem 800 mil habitantes – 30% deles são estrangeiros. De acordo com Heimann, a expertise criada na EPFL ajuda a explicar o impulso das empresas inovadoras no cantão. “É uma escola orientada para a prática e um terreno fértil para startups, que ganharam força com

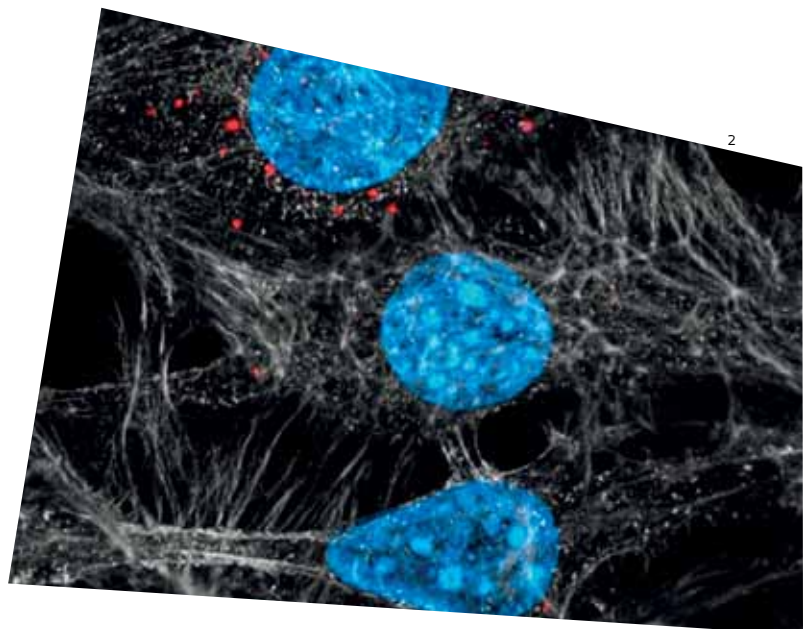
a chegada de novos fundos de capital de risco à Suíça”, afirmou. No ranking de 2018 das melhores universidades do mundo da Times Higher Education, a EPFL, que tem 10 mil alunos e quase 4 mil professores, aparece em 38º lugar. A instituição foi fundada em 1859, mas tornou-se uma escola federal, com estrutura de universidade de pesquisa, em 1969. Mantida pelo governo suíço, é ativa em transferência de tecnologia e contabiliza 245 startups criadas entre 2000



e 2017 resultantes de pesquisas feitas na instituição. As escolas de Ciências da Vida, Engenharia e de Ciências da Computação da EPFL são as unidades mais produtivas em geração de patentes – foram 97 depósitos em 2017 – e em empresas nascentes – 120 startups e 26 grandes empresas estão instaladas no parque tecnológico da universidade, vizinho a seu *campus*. A EPFL também tem tradição em colaborações com o setor privado. Apenas em 2018, parceiros do setor industrial investiram em pesquisas na instituição 34 milhões de francos suíços, o equivalente a R\$ 127 milhões.

Outra startup de destaque em Lausanne é a ADC Therapeutics, que desde 2012 já levantou mais de 455 milhões de francos suíços, o equivalente a R\$ 1,7 bilhão. Seu foco é o desenvolvimento de ADCs (antibody-drug conjugates), substâncias usadas

para atacar tumores de modo bastante específico. A empresa utiliza anticorpos monoclonais de antígenos tumorais que são conjugados a uma classe de antibióticos para matar seletivamente células cancerígenas. A empresa tem seis ensaios clínicos em andamento com pacientes com linfomas, leucemia e alguns tipos de tumores sólidos que já não respondem a tratamentos convencionais. A AstraZeneca, multinacional com sede no Reino Unido, vem investindo na ADC desde

Consórcio de laboratórios em Lausanne busca terapias personalizadas contra o câncer





Um centro de desenvolvimento de inovações digitais para saúde foi aberto em março no complexo Biopôle

do Swiss Business Hub Brasil, escritório brasileiro de uma agência ligada aos ministérios da Economia e das Relações Exteriores da Suíça encarregada de promover pequenas e médias empresas do país no exterior. Praz conta que o mercado consumidor brasileiro está na mira de empresas de várias regiões da Suíça, como as que fabricam equipamentos médicos e odontológicos. Segundo ele, startups que atuam no mercado de drones também têm interesse em vender seus produtos para agricultores do país. “Em 2019, montaremos estandes de empresas suíças para participar de feiras dessas áreas no Brasil”, afirmou.

Em relação às *fintechs*, o interesse é de mão dupla. Praz cita exemplos como a Bit One, startup fundada no Rio de Janeiro que desenvolveu tecnologia para uso de criptomoedas como forma de pagamento em e-commerce. Em 2017, ela foi uma das 15 empresas selecionadas para participar de um programa de aceleração de *fintechs* em Zurique – e hoje estabeleceu-se na Suíça, onde o mercado de criptomoedas está regulamentado. “Em 2018, organizamos uma missão de *fintechs* na Suíça que teve a participação de 25 startups brasileiras e teremos uma nova missão nesse ano”, diz Praz. ■

Fabrice Marques,
de Lausanne


2013. De acordo com o CEO da empresa, Chris Martin, o ecossistema de inovação de Lausanne se tornou um ativo importante para a ADC, que tem parcerias com grupos de pesquisa da EPFL e do Chuv.

A ADC está instalada no Biopôle, um *campus* de ciências da vida no distrito de Épalinges, em Lausanne, criado para estimular colaborações entre grandes empresas, pesquisadores e empreendedores. O complexo, com 134 mil metros quadrados, reúne laboratórios de 25 grupos de pesquisa de universidades da região, que atuam em conjunto com uma incubadora de startups com laboratórios multiusuários e um centro de bioinformática. As instalações serão ampliadas até 2021 e devem ganhar mais 48 mil metros quadrados de área construída, com dois prédios de escritórios e laboratórios, um deles dedicado ao Departamento de Medicina Personalizada do Chuv. Também serão construídos 9 mil metros quadrados de laboratórios do Instituto Ludwig, que prevê investimentos na região de US\$ 100 milhões nos próximos 10 anos.

A presença do Ludwig – instituição filantrópica norte-americana que administra um fundo de US\$ 1,2 bilhão – em Lausanne é antiga e foi reforçada em 2013, quando constituiu uma parceria com a EPFL e o Chuv para criar o Swiss Cancer Center Léman, um consórcio dedicado à criação de tratamentos personalizados contra o câncer. A escolha da região não foi ocasional: pelo menos 60 grupos de pesquisa em oncologia estão concentrados

em instituições sediadas em Vaud. Outra empresa de mudança para o Biopôle é a indiana Glenmark Pharmaceuticals, que vai transferir 20% de seus técnicos e pesquisadores da sede no cantão vizinho de Neuchâtel para um centro de pesquisa translacional no *campus* de Lausanne. A empresa, que iniciou suas atividades produzindo medicamentos genéricos, tem como foco hoje o desenvolvimento de drogas contra câncer, doenças respiratórias e dermatológicas.

Vaud não é um exemplo isolado de concentração de startups na Suíça. Zurique, no nordeste do país, agrega centenas de empresas de tecnologia de informação e comunicação, sob impulso da expertise também de uma grande escola politécnica federal instalada na cidade. Essa vocação teve reflexo em cantões vizinhos, como o de Zug, de 23 mil habitantes, que abriga dezenas de empresas de criptomoedas e de *blockchain* – registro de transações digitais com garantia de autenticidade. “Trata-se de um polo emergente de empresas financeiras de alta tecnologia, as *fintechs*”, disse Philippe Praz, diretor



A Abionic, startup instalada no cantão de Vaud, desenvolveu um teste rápido para detectar alergias

Para construir um ecossistema de inovação

Presidente do Technion fala sobre princípios e orientações que levaram universidade israelense a se tornar uma referência mundial

Para Lavie, a universidade precisa ter uma missão clara para ajudar a sociedade e a economia de um país

Haifa, terceira maior cidade de Israel, é estratégica para o país. No início do século XX, a expansão de seu porto no Mediterrâneo incentivou o desenvolvimento industrial e econômico da região, então sob domínio britânico. Em 1924, duas décadas antes da fundação do Estado israelense, foi criado na cidade o Technion, posteriormente denominado Instituto de Tecnologia de Israel, que viria a formar gerações de engenheiros, arquitetos e cientistas e a desempenhar um papel estrutural na implantação de indústrias de alta tecnologia.

Em fevereiro, o presidente do Technion, o médico Peretz Lavie, esteve em São Paulo, onde assinou um acordo de cooperação com a Universidade de São Paulo (USP) e fez uma palestra sobre o poder transformador das universidades na economia. A preocupação com recursos humanos talhados para a inovação

é uma das marcas do instituto. Aproximadamente 70% dos israelenses fundadores ou gerentes de empresas de base tecnológica passaram pelo Technion.

A instituição se dedica ao conhecimento de fronteira em tópicos como engenharia aeroespacial, nanotecnologia, medicina regenerativa e pesquisa com células-tronco. A abertura para a biotecnologia é fruto de sua faculdade de medicina, inaugurada em 1969 – uma das poucas do mundo instaladas em um instituto tecnológico. À frente do Technion desde 2009, Lavie, de 70 anos, faz parte de seus quadros desde 1975. Lá, criou o Centro de Medicina do Sono – o israelense é um dos pioneiros nesse campo. Foi fundador de cinco empresas que desenvolvem dispositivos médicos ou fornecem serviços de diagnóstico. Nesta entrevista, ele falou sobre as estratégias da instituição para fomentar a inovação.

Como o Technion contribuiu para transformar Haifa em um polo tecnológico?

Alunos e docentes desempenharam, ao longo dos 95 anos da instituição, um papel importante na construção de um ecossistema de tecnologia. Os estudantes, principalmente os de engenharia, mas também os de física, matemática e química, trabalham em meio período nos centros de pesquisa e desenvolvimento que ficam a 15 minutos de carro do local onde está localizado o Technion. Depois de se formarem, muitos seguem trabalhando nas empresas de alta tecnologia nas quais estagiaram. Nossos docentes têm duas obrigações: ensinar e pesquisar. Eles podem se envolver com consultoria para a indústria uma vez por semana, não mais do que isso. Também podem participar do processo de abertura de startups com estudantes. Como o Technion promove pesquisa básica e aplicada, as empresas podem conduzir



projetos em conjunto com pesquisadores do instituto. Outro ponto é que nossos programas educacionais têm muitos elementos relacionados à inovação. Realizamos cursos, palestras e competições sobre o universo do empreendedorismo e dispomos de aceleradoras e incubadoras de empresas de base tecnológica.

Como as condições para criar esse ambiente de inovação em Haifa poderiam ser reproduzidas em outros lugares?

Criar um ecossistema como o de Haifa requer estreita colaboração entre universidade, indústria e governo. A universidade precisa ter uma missão clara para ajudar a sociedade e a economia do país. Deve incentivar alunos e professores a se envolver com pesquisa básica e aplicada e oferecer aos docentes oportunidade para atuar no setor privado. Os estudantes precisam receber treinamento em empreendedorismo e inovação, com oportunidade de ter

experiência prática, não apenas teórica. A indústria deve estar pronta para receber estudantes e implementar projetos de pesquisa com a universidade. E o governo precisa criar mecanismos para apoiar esses projetos e financiar startups.

Que estratégias Israel adotou para criar uma cultura de inovação no país?

É preciso reconhecer o caráter nacional israelense, que se caracteriza pela prontidão em assumir riscos e sustentar fracassos e por atitudes que se traduzem em expressões como “a necessidade é mãe da invenção”. Também destaco o serviço militar obrigatório de três anos para homens e dois anos para mulheres. Isso contribui para criar autoconfiança e senso de independência nos jovens. Tudo colabora para os alunos chegarem à universidade com certa maturidade. Por fim, existe o fator Technion, que semeia o espírito de inovação entre os alunos.

Como o Technion equilibra o apoio a ciência básica e aplicada?

Embora tenha sido estabelecido com uma visão para formar engenheiros, o Technion se tornou, a partir de 1954, uma universidade voltada para a pesquisa. Faz parte do DNA da instituição promover pesquisas e formar recursos humanos. A qualidade da pesquisa básica que realizamos é atestada pelos três prêmios Nobel concedidos a membros do corpo docente e pelo número de publicações de alta qualidade difundido por seus professores. A qualidade da pesquisa aplicada pode ser medida por sua contribuição à economia israelense.

O Technion tem uma faculdade de medicina. De que forma o curso de medicina dialoga com as disciplinas tecnológicas?

A decisão de abrir uma faculdade de medicina foi tomada em 1969. A visão era de que medicina e tecnologia caminhariam de mãos dadas. Hoje a medicina depende imensamente da tecnologia. Graças a essa decisão, Israel se tornou um império da indústria de equipamentos médicos.

Como é a experiência de manter campi nos Estados Unidos e na China?

Essas iniciativas contribuíram para atrair alunos desses países e expor nossos estudantes a outras culturas. Tem sido possível conduzir projetos de pesquisa, ter acesso a agências de apoio nos Estados Unidos e na China e aumentar a visibilidade do Technion no mundo, o que tem importância estratégica para Israel. Não é simples supervisionar o ensino e a pesquisa em dois campi a milhares de quilômetros de distância da matriz. Também há desafios para superar diferenças de mentalidades. É difícil convencer membros do nosso corpo docente a se mudarem para as filiais em outros países.

A universidade tem um Departamento de Humanidades e Artes. Qual a importância disso para um instituto de pesquisa tecnológica?

Oferecer cursos ligados às ciências sociais e humanidades para alunos de engenharia é muito importante. É fundamental ampliar o horizonte desses jovens, a fim de que possam contribuir para a sociedade. Esperamos que sejam não apenas bons engenheiros, mas tenham valores morais e sensibilidade para compreender aspectos sociais. ■ Bruno de Piero

A parte jovem da AMAZÔNIA

Trecho central da floresta pode ter se formado há apenas 45 mil anos com a redução das áreas alagadas

Carlos Fioravanti

Grande parte dos terrenos da região central e oeste da Amazônia deve ter se formado há cerca de 45 mil anos. De acordo com um estudo publicado em março na revista *Quaternary Science Reviews*, a formação da floresta não alagável, a chamada terra firme, na Amazônia central, decorre da mudança no curso dos rios e da redução da área da planície alagável. Entre 250 mil e 45 mil anos atrás, a área de várzea pode ter sido quatro vezes maior do que a área atual, equivalente a uma vez e meia o estado de São Paulo. Em consequência, a mata com árvores de até 20 metros (m) de altura que viviam sob a água boa parte do ano pereceu e a floresta de terra firme que a cercava, com maior riqueza biológica e árvores de até 60 m, avançou. Esse movimento, segundo os autores do estudo, teria originado a paisagem atual nessa região da Amazônia (ver mapas na página ao lado).

“O processo de remodelamento dos cursos dos rios, de redução da várzea e de formação de terra firme deve ter ocorrido várias vezes nos últimos 2 milhões de anos nessa região da Amazônia”, diz o geógrafo Fabiano Pupim, da Univer-

sidade Federal de São Paulo (Unifesp), *campus* de Diadema, que coordenou o estudo. As conclusões foram obtidas por meio da determinação da idade de soterramento de sedimentos coletados em 25 pontos ao longo de mil quilômetros das margens do rio Solimões, entre as cidades de Manaus e Santo Antônio do Itá, em outubro de 2015, e poderiam refletir fenômenos que ocorreram em uma área de 1 milhão de quilômetros quadrados (km²), equivalente a cerca de 20% da área da floresta que ocupa a região Norte do Brasil e parte de países vizinhos. O trabalho faz parte do programa Biota Dimensions, promovido pela FAPESP e pela National Science Foundation dos Estados Unidos, que reúne brasileiros e norte-americanos em busca de uma visão integrada de fenômenos naturais (ver Pesquisa FAPESP n.º 244).

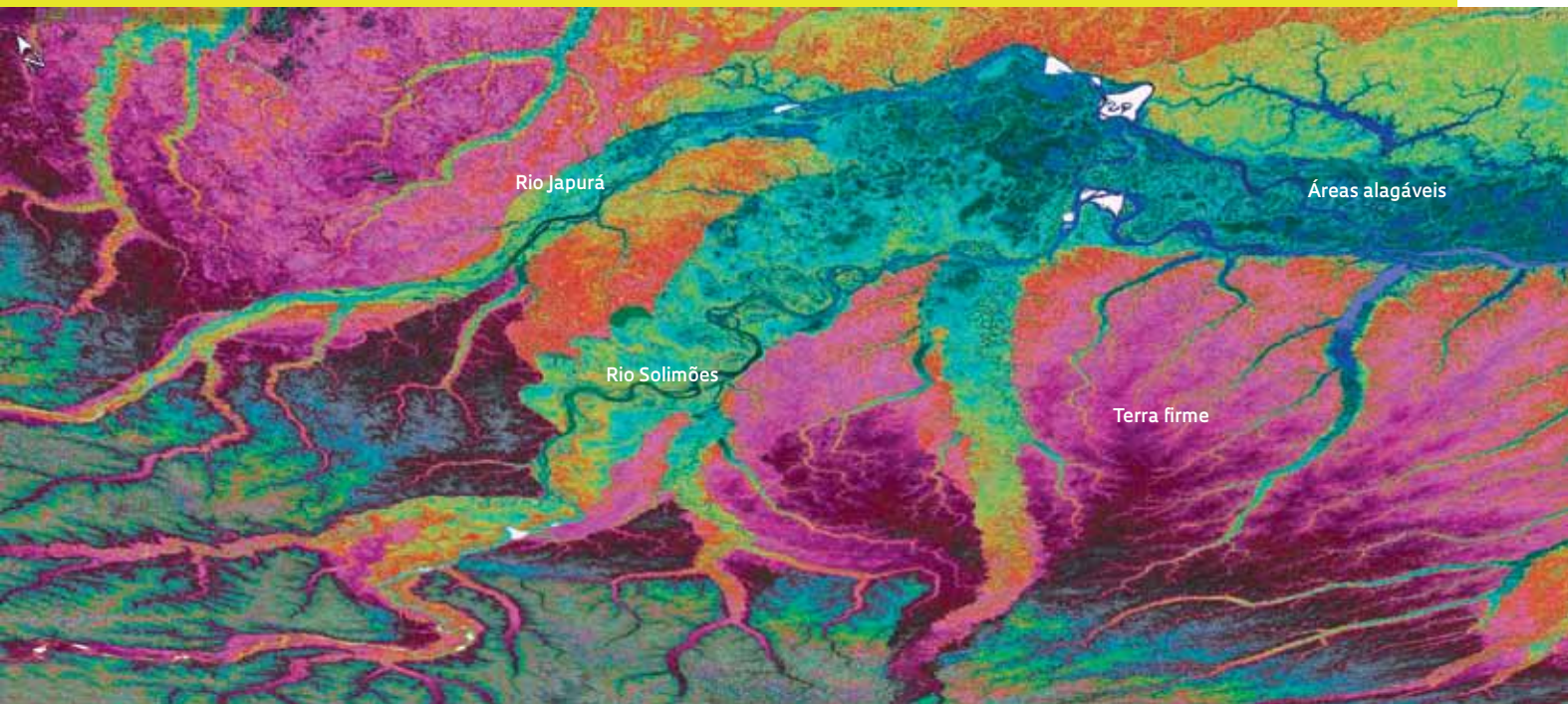
Os resultados reforçam as conclusões do grupo da geóloga Dilce Rossetti, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Em uma série de estudos, iniciados em 2005 com um artigo na *Quaternary Research*, a equipe de Rossetti, com base em 250 amostras de sedimentos, verificou que os terrenos se-

dimentares da Amazônia central teriam se formado nos últimos 380 mil anos. “A floresta da Amazônia central é muito jovem mesmo, não há mais dúvida”, diz ela. Em colaboração com biólogos, Rossetti verificou que houve várias fases em que a floresta de terra firme próxima ao médio rio Madeira se expandiu, entre 6 mil e 920 anos, como detalhado em um artigo publicado em 2018 na revista *Ecosphere*.

TRAJETOS DOS RIOS

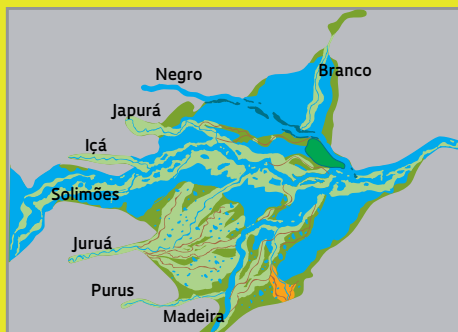
No Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), o geólogo Renato Paes de Almeida, que trabalha com Pupim, abre em seu computador uma imagem do Google Earth e mostra uma série de linhas sinuosas brancas em forma de leque ao longo do atual curso do Solimões e um de seus afluentes, o Juruá. As linhas correspondem a canais por onde a água corria no passado remoto e que foram depois abandonados. “O desenho atual dos rios da região central e oeste da Amazônia tem menos de 45 mil anos”, explica.

Não se descartam alterações mais recentes. Rossetti verificou que trechos do rio Madeira se deslocaram 30 km para



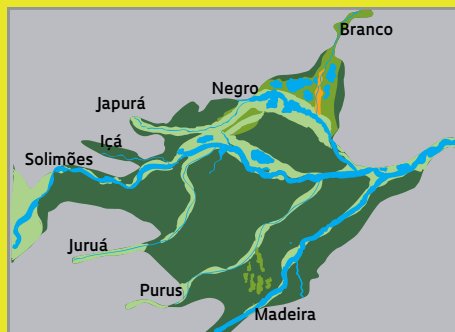
Troca de florestas

A redução da área alagada permitiu o avanço da floresta de terra firme



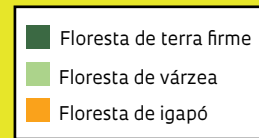
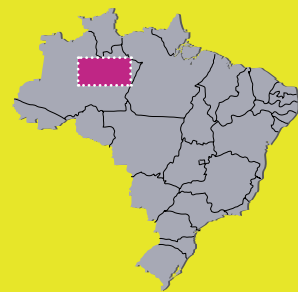
ENTRE 250 MIL E 45 MIL ANOS ATRÁS

As planícies alagáveis eram extensas e favoreceram o avanço das florestas de várzea e de igapó



45 MIL ANOS ATRÁS

Os rios começaram a fluir em vales, as muitas áreas alagáveis secaram e a floresta de terra firme avançou



FONTES: NASA E RENATO PAES DE ALMEIDA / USP

leste durante os últimos 40 mil anos e um trecho do médio rio Branco conectou-se com outro rio, tornando-o um afluente do Negro, há cerca de 18 mil anos. Grandes mudanças nos cursos dos rios podem, em menos tempo ainda, ser vistas no Pantanal, como o rio Taquari, cuja foz se deslocou cerca de 100 km em menos de 20 anos (ver Pesquisa FAPESP nº 227).

Segundo Rossetti, as mudanças decorrem tanto de variações na quantidade de chuvas, que interfere no volume de sedimentos transportados pelos rios,

quanto de movimentos das camadas de rochas que formam a bacia Amazônica, o chamado tectonismo. “Em Humaitá, no sul do estado do Amazonas, vimos depósitos sedimentares que se formaram após um abalo sísmico ocorrido há cerca de 1.800 anos”, afirma a pesquisadora. “Os movimentos tectônicos em geral rebaixam terrenos, aumentam as áreas inundadas e causam mortandade em massa da vegetação.”

Os dois grupos – o da USP e Unifesp e o do Inpe – encontraram amostras de

grãos de pólen de plantas de florestas mais frias como os Andes, dos gêneros *Podocarpus*, *Ilex* e *Alnus*, nos sedimentos da região central da Amazônia. Para a geóloga austríaca Andrea Kern, do grupo da USP, a diversidade de pólenes indica mudanças na estrutura da vegetação. Rossetti acrescenta: “Espécies de plantas subandinas conseguiram se adaptar em meio à floresta amazônica, antes do máximo glacial, entre 38 mil e 32 mil anos”.

Do ponto de vista da biologia, a implicação mais visível dessas mudanças



Trecho da floresta ocupado por um rio, perto de Manaus

foi a redução das áreas dos dois tipos de florestas alagáveis: a de igapó, periodicamente alagada pelos rios de água preta, como a do Negro, e clara, como a do Tapajós; e a de várzea, sazonalmente alagada pelos rios de água branca ou barrenta, como a do rio Solimões. No lugar delas cresceu a floresta de terra firme, que não sofre alagamentos.

A diminuição das áreas alagáveis também deve ter afetado outros processos de transformação da região. “De tempos em tempos, as comunidades de plantas e animais devem passar por grandes mudanças, de acordo com a extensão das áreas alagáveis e de terra firme”, diz a bióloga Camila Ribas, pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e coautora do artigo na *Quaternary Science Reviews*.

Segundo Ribas, a variação na conectividade entre as populações de animais e plantas adaptadas aos diferentes ambientes molda a distribuição das espécies, causando seu isolamento ou, inversamente, sua expansão. “As aves de terra firme ganharam espaço na Amazônia central, enquanto as de várzea se retraíram”, exemplifica. “As transformações da paisagem devem ter causado muitas mudanças na distribuição das espécies em tempos recentes, explicando a grande complexidade biológica que vemos hoje na Amazônia.” ■

Projetos

1. Reconstrução de mudanças no sistema fluvial da Amazônia durante o Cenozoico tardio (<5 Ma) por meio da integração de análises por luminescência opticamente estimulada (OSL) e núclídeos cosmogênicos (TCN) (nº 14/23334-4); **Modalidade** Bolsas no Brasil – Pós-doutorado; **Pesquisador responsável** André Oliveira Sawakuchi (USP); **Bolsista** Fabiano do Nascimento Pupim; **Investimento** R\$ 156.196,89.

2. Estruturação e evolução da biota amazônica e seu ambiente: Uma abordagem integrativa (nº 12/ 50260-6). **Modalidade** Projeto Temático; **Programa** Biota; **Pesquisadora responsável** Lúcia Garcez Lohmann (USP); **Investimento** R\$ 6.297.928,48.

Artigos científicos

PUPIM, F. N. *et al.* Chronology of Terra Firme formation in Amazonian lowlands reveals a dynamic Quaternary landscape. *Quaternary Science Reviews*. v. 210, p. 154-63. 15 abr. 2019.

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



Novas reservas de minério de cobre (*acima*) ficariam ao norte das atuais jazidas no Pará

GEOLOGIA ▲

Cobre ao norte de Carajás

Levantamento indica que pode haver importantes jazidas do metal na região de Bacajá

Rafael Garcia

Um estudo detalhado sobre como a força da gravidade varia em torno de Carajás, a principal província mineral do Brasil, no Pará, indica que a área com potencial para exploração de cobre é bem maior do que se imagina. A constatação foi feita por uma equipe da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que investigou a estrutura geológica da região em mais detalhe, mesclando dados da América do Sul colhidos por satélite a outros obtidos em sobrevoos de pequenas aeronaves. Esse novo cenário foi esboçado pelos geólogos Carlos Roberto de Souza Filho, professor da Unicamp e coordenador de um estudo que pode alterar o cenário de prospecção mineral nesse trecho da Amazônia, e seu aluno de doutorado João Motta. Eles produziram um mapa que aponta áreas potencialmente promissoras para exploração desse metal num perímetro ainda pouco investigado por mineradoras, na região de Bacajá, a distâncias de mais de 100 quilômetros (km) de onde hoje se situam as minas de cobre em Carajás, cujas reservas conhecidas de minério de cobre chegam a cerca de 3 bilhões de toneladas.

Para fazer o mapeamento, os pesquisadores estudaram inicialmente os dados do domínio tectônico (subdivisão de placa tectônica) de Carajás – o primeiro a ter sido inteiramente coberto por dados gravimétricos colhidos em avião no Brasil na escala regional. Quando a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), hoje denominada Serviço Geológico do Brasil, realizou os voos para a pesquisa, entre 2013 e 2014, alguns especialistas suspeitavam que o domínio Carajás poderia apresentar grandes anomalias de gravidade. Ali já havia depósitos de cobre e ferro em exploração. Em 2017, após a conclusão dos trabalhos de validação e de um período de embargo, os dados se tornaram públicos. “Assim que os dados foram disponibilizados à comunidade, possivelmente fomos um dos primeiros grupos de acadêmicos a ter acesso a essas informações”, conta Souza Filho. “Como já havíamos observado as anomalias a partir da gravimetria por satélite, tínhamos uma grande curiosidade para saber como as mesmas apareceriam nesses dados da CPRM. Passamos dias seguidos processando e analisando os dados e constatamos que a anomalia realmente existia, agora comprovada por informações derivadas de forma independente, em escalas diferentes.”

Após analisar conjuntamente os dados da CPRM e aqueles derivados por levantamentos de satélite, como as missões Gravity Field and Steady-State Ocean

Anomalias da gravidade são maiores onde há rochas mais pesadas ou com grande volume de metal e podem indicar jazidas

Circulation Explorer (Goce), da Agência Espacial Europeia (ESA), e a Gravity Recovery and Climate Experiment (Grace), um projeto conjunto da Nasa e da DLR alemã, a equipe da Unicamp identificou um grande potencial para ocorrência de cobre em outro domínio tectônico, o de Bacajá, ao norte de Carajás, que estava apenas parcialmente coberto pelos levantamentos de avião. A combinação dos

dois tipos de dados permitiu estender a área de abrangência do mapa inicial feito pela CPRM (ver mapa na pág. 55). A metodologia para unificar os dois tipos de informação com graus de precisão diferentes – e depois analisá-los à luz daquilo que já se conhecia da geologia local – não foi trivial. Para conseguir validar as conclusões derivadas da gravimetria por satélites, Souza Filho recorreu a uma colaboradora na Universidade de Trieste, no norte da Itália, Carla Breitenberg, que tem experiência nessa abordagem. A parceria, por fim, deu a robustez que o grupo da Unicamp buscava para o trabalho final, publicado em 22 de fevereiro de 2019 na revista *Scientific Reports*.

VARIAÇÃO DA GRAVIDADE

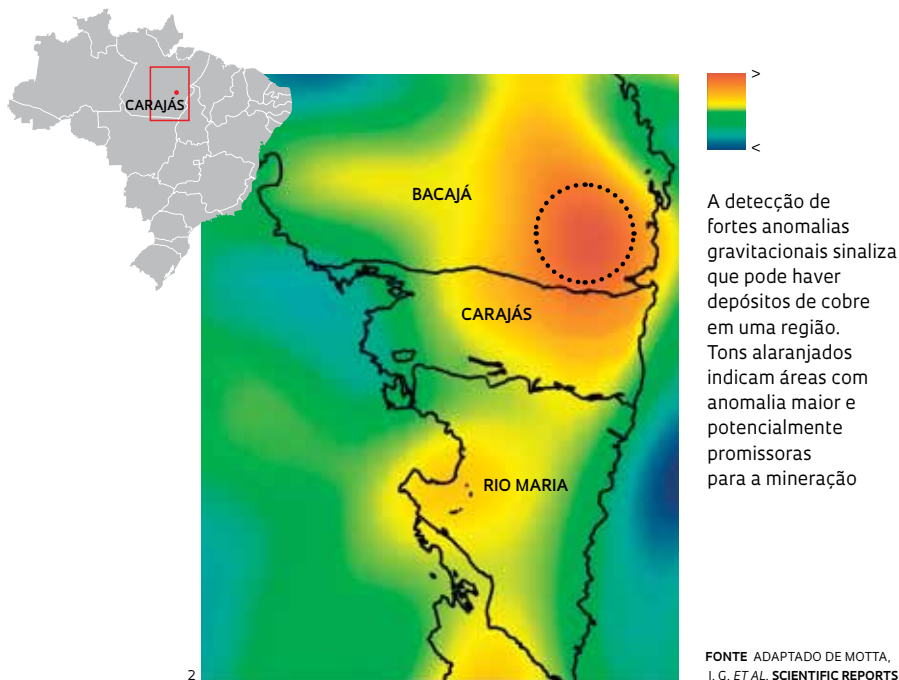
O estudo de anomalias de gravidade é importante para a prospecção mineral porque, onde há rochas mais pesadas ou com grande volume de metal contido em profundidade, essa força é ligeiramente maior. Para detectar essas alterações, os geólogos e geofísicos usam instrumentos chamados gravímetros, que, *grosso modo*, são similares aos sistemas massa-mola da física clássica. Uma massa pendurada numa mola, quando submetida a uma gravidade maior, faz a mola se estender um pouco mais, um efeito que pode ser medido. Esse é o princípio básico por trás do funcionamento dos gravímetros, que, nas versões mais modernas, são extremamente sensíveis



Mina de Salobo, um dos projetos de mineração de cobre no Pará

Localização das possíveis reservas

Área no sudeste do domínio tectônico de Bacajá (círculo pontilhado) abrigaria potenciais jazidas de cobre



e sofisticados. Aqueles a bordo de aviões, por exemplo, possuem sistemas de compensação para anular a trepidação da aeronave. Para reunir dados relevantes, porém, um levantamento gravimétrico aéreo precisa cobrir o maior número de pontos possível.

Na região de Carajás, a CPRM analisou uma área de cerca de 400 km por 300 km, totalizando 120 mil quilômetros quadrados (km²), comparável à metade do território paulista. Para isso, teve que sobrevoá-la em várias latitudes e longitudes, cada linha com 3 km de distância da outra. Foram usados dois aviões bimotores equipados com gravímetro. Juntos, os pilotos das aeronaves voaram mais de 58 mil km na região, equivalente a dar uma volta e meia na Terra. Países industrializados com setor de mineração forte, como Estados Unidos, Canadá e Austrália, dispõem de 100% de seu território mapeado por gravimetria de avião. No Brasil, porém, esse tipo de levantamento ainda é caro, e não teve continuidade depois de a CPRM ter investigado a região de Carajás, um trabalho que custou cerca de R\$ 12,5 milhões.

“Começamos por Carajás porque é a principal província mineral do Brasil, mas existem planos para, depois de 2020, fazer levantamentos também nas regiões de Tapajós, Alta Floresta e no Amapá”, diz Luiz Gustavo Rodrigues Pinto, chefe da Divisão de Sensoriamento Remoto e Geofísica da CPRM. Além da gravimetria, foram feitos mapeamentos por magnetometria e gamaespectrometria na região, que medem, respectivamente, o magnetismo e a radioatividade natural da crosta, ajudando a entender a estrutura geológica.

MINERAÇÃO E DESMATAMENTO

Mesmo que os trabalhos feitos pela Unicamp e pela CPRM mostrem um potencial para a exploração de cobre ao norte de Carajás, há um longo percurso a percorrer até que eventualmente seja possível extrair o metal da região. Tipicamente, o período medido das fases iniciais de prospecção até que as primeiras minas comecem a funcionar é da escala de pelo menos uma década. Caso o valor do cobre suba no mercado mundial, esse hiato pode ser menor. “A procura

pelo cobre está em alta”, diz Souza Filho. “Indústrias emergentes como a de carros elétricos e de telefonia celular estão demandando cada vez mais o metal.”

Quando se imagina operações de mineração na Amazônia entra em debate uma outra implicação: o impacto ambiental, sem falar do risco de rompimento de barragens, como ocorreu em Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais. Apesar de a implantação e o funcionamento das minas não serem uma atividade que desmate tanto quanto o agronegócio, esse tipo de projeto deixa marcas na região. Um estudo de 2017 feito por um grupo liderado pelo cientista Britaldo Soares-Filho, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), estima que 9% do desmatamento ocorrido na Amazônia pode ser atribuído à mineração.

As lavras em si não derrubam tanta floresta, mas a construção de infraestrutura de apoio às mineradoras tem um impacto relevante: é preciso abrir estradas, ferrovias ou portos, construir barragens, levar energia até as minas. Para Soares-Filho, mesmo que o potencial de exploração de cobre ao norte de Carajás seja ainda teórico, as autoridades de conservação precisam ficar atentas. “Tudo é muito preocupante, como a abertura das áreas protegidas para mineração”, afirma.

De qualquer forma, o trabalho que vai efetivamente mostrar onde exatamente está o cobre da região – caso ele esteja de fato lá – ainda não começou. Antes de se decidir pela implantação de qualquer projeto, seria preciso iniciar uma fase de prospecção de novos depósitos por meio de levantamentos geológicos e geofísicos em detalhe. Também seria necessário realizar trabalhos de campo para se determinar as áreas mais interessantes para realizar sondagens em profundidade. “Aquilo que encontramos agora foi um potencial”, afirma o geólogo da Unicamp. “Os depósitos de cobre podem existir ali, mas também podem ter sido consumidos por outros processos geológicos após a sua formação.” A gravimetria fornece uma pista de que pode haver jazidas, mas, para confirmar sua existência, as sondagens são imprescindíveis. ■

Artigo científico

MOTTA, J. G. et al. Archean crust and metallogenic zones in the Amazonian Craton sensed by satellite gravity data. *Scientific Reports*. 22 fev. 2019.

Dieta à base de FRANGO E MILHO

Estudos apontam que esses dois ingredientes predominam nas rações brasileiras de cães e gatos, em uma mistura nem sempre ideal



Em média, as rações de cães analisadas tinham 60% de nutrientes de origem animal e 40% de vegetal

Embalagens de ração para cães ou gatos normalmente exibem a imagem de alimentos que, em tese, são os principais na composição do produto. Apesar de não existirem embalagens ilustradas com milho ou subprodutos de frigoríferos de aves, como farinha de vísceras de frango, esses são os ingredientes que os animais de estimação do Brasil mais consomem, segundo dois estudos feitos na Universidade de São Paulo (USP). Carne bovina ou peixe, ingrediente nobre em alimentos para gatos, quase não há na comida industrializada para esses animais de estimação, afirma o coordenador das pesquisas, o engenheiro-agrônomo Luiz Antônio Martinelli, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), no *campus* de Piracicaba da USP.

Um dos trabalhos analisou 82 amostras de 25 marcas de ração para cachorro, seca e úmida, e constatou que, em média, os produtos têm 60% de nutrientes de origem animal e 40% de vegetais. “A embalagem mostra uma coisa, induzindo o consumidor a pensar na ‘nobreza’ dos ingredientes, mas, na verdade, quase tudo se reduz a milho e frango”, diz Martinelli. “Essa prática não é ilegal, pois a legislação brasileira é muito permissiva.” Os resultados do estudo foram divulgados em um artigo científico publicado no periódico *PeerJ* em 20 de fevereiro deste ano.

As conclusões do segundo trabalho, que determinou a composição de 52 amostras de 28 marcas de comida para gato, foram parecidas. Embora a porcentagem de proteína animal, essencialmente frango, detectada nas rações para felinos tenha sido em média até maior do que nos alimentos industrializados para cachorro, a quantidade de ingredientes de origem vegetal, novamente milho e um pouco de soja, foi considerada excessiva pelos pesquisadores. Em somente 20% das amostras havia menos do que 10% de conteúdo de origem vegetal, rico em carboidratos. “O cão é um carnívoro flexível e adaptou-se a um regime com mais vegetais ao longo da evolução”, diz a bióloga Janaina Leite, aluna de mestrado no Cena que fez as análises sobre rações de felinos. “Mas o gato é um carnívoro restrito, com menor capacidade para digerir carboidratos. Por isso, alguns autores

recomendam que sua dieta seja composta de, no máximo, 10% desse ingrediente.”

Mesmo nas amostras de ração úmida para felinos que enfatizavam no rótulo a presença de carne bovina ou de peixe, a presença dos ingredientes de origem animal não passou de 25%, de acordo com a análise do Cena. O temor dos pesquisadores é de que, a longo prazo, como sugerem alguns estudos, as quantidades exageradas de carboidrato do milho levem os gatos a desenvolver diabetes e problemas renais com mais frequência. Um artigo científico com os resultados detalhados do estudo com as rações de felinos foi submetido para uma revista científica e aguarda aprovação.

Para inferir quais ingredientes estão presentes nas rações e em que quantidade, o grupo de Martinelli determina a proporção de duas variantes (isótopos) estáveis do elemento químico carbono e duas do nitrogênio encontradas nos alimentos industrializados. Cada grupo de plantas e tipo de proteína animal apresenta uma assinatura isotópica característica. No caso dos vegetais, de acordo com a proporção de dois isótopos de carbono, o raro e pesado carbono 13 e o leve e abundante carbono 12, é possível descobrir se existem plantas do grupo C3 (soja, arroz e trigo) ou do C4 (milho) na composição da comida. Os vegetais são classificados como C3 ou C4 em função do tipo de fotossíntese que fazem. As plantas absorvem gás carbônico e, sob a luz solar, realizam reações químicas que geram moléculas de açúcar com três átomos de carbono (sendo denominadas C3) ou quatro carbonos (as C4).

Um raciocínio semelhante pode ser empregado para determinar que tipos de carne (bovina, suína, de frango ou peixe) fazem parte dos ingredientes de uma ração, só que usando duas diferentes formas de nitrogênio, o escasso nitrogênio 15 e o comum nitrogênio 14. “As análises isotópicas são um método reconhecido de estudo da composição de alimentos e bebidas e também do perfil da dieta de populações”, comenta Martinelli, que já

Embalagens, às vezes, mostram um bife, mas a ração pode conter só aromatizante de carne bovina, diz Luiz Antônio Martinelli, do Cena-USP

empregou essa abordagem no estudo de vinhos, cervejas e shoyu.

O cuidado extremo com os animais de estimação faz com que seus donos atribuam um maior valor a produtos que teriam ingredientes considerados mais nobres pelos seres humanos. Segundo o grupo de Martinelli, mesmo as rações classificadas como premium, mais caras e supostamente de melhor qualidade, que associam ao seu produto a presença de carne bovina ou peixe, são compostas fundamentalmente de frango e milho, insumos mais baratos no Brasil. “A legislação sugere que os ingredientes das rações devem ser listados no rótulo em ordem decrescente, do mais abundante para o menos, mas isso é só uma recomendação”, afirma Leonardo Galera, aluno de doutorado do Cena, autor principal do artigo sobre a comida de cães. A ausência de obrigatoriedade desse princípio na legislação abre espaço para propaganda enganosa, de acordo com os autores do trabalho. “A ração pode mostrar a figura de um bife no pacote e ter só um flavorizante ou um aromatizante de carne, sem conter carne de verdade”, comenta Galera. O conteúdo ideal de carboidrato que gatos devem ou podem ingerir ainda não é, de fato, um consenso.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), todas as marcas sob sua representação seguem a legislação

Mercado brasileiro de ração para animais de estimação fatura cerca de R\$ 20 bilhões por ano

brasileira à risca e atendem as normas da comunidade veterinária. A mistura de insumos usados na fabricação das rações segue diretrizes de estudos internacionais, afirma o principal dirigente da entidade. “De fato, entre as proteínas animais, o frango apresenta predominância, e o milho é o mais utilizado entre as matérias-primas vegetais”, diz, em comunicado, o presidente-executivo da entidade, José Edson Galvão de França.

“O alimento industrializado para cães e gatos deve conter entre 30% e 60% de ingredientes de origem animal e de 40% a 57% de vegetais. Por fim, entre 3% e 10% de sua composição deve ser de ingredientes de origem mineral, vitaminas ou aditivos.”

COMPOSIÇÃO QUALITATIVA

As regras atuais de rotulagem para rações no Brasil constam da instrução normativa nº 30, de 5 de agosto de 2009, do Ministério da Agricultura. O documento, que recebeu emendas posteriormente, lista apenas a exigência de se especificar a composição básica “qualitativa” dos produtos, sem especificação de sua quantidade. “A respeito das rotulagens, é obrigação dos fabricantes dar clareza ao consumidor a respeito dos ingredientes contidos em cada produto”, afirma França. “Sobre embalagens e estratégia de marketing, desde que sigam as leis e boas práticas, cada fabricante pode chamar a atenção para os diferenciais do produto e decidir como comunicá-los para o consumidor.” O artigo 43 da instrução normativa afirma que fotos e inscrições nas embalagens do produto não devem “induzir o consumidor a equívoco, erro, confusão, falso entendimento ou engano, mesmo por omissão”, sobre sua composição e qualidade.

Os pesquisadores do Cena não divulgaram os nomes das marcas de ração analisadas. O objetivo inicial dos trabalhos era obter uma visão geral dos produtos no mercado no Brasil, onde há cerca de 130 milhões de pets, entre cães, gatos, peixes e aves de estimação. Porém eles estão colhendo uma amostragem mais ampla dos produtos disponíveis no setor nacional de rações, que fatura mais de R\$ 20 bilhões por ano, para futuramente realizar análises de marcas individuais. Também preveem fazer testes que simulem a capacidade de digerir as rações. “Não basta a ração conter determinado ingrediente de origem animal se sua digestibilidade for baixa”, comenta o engenheiro-agrônomo Adibe Luiz Abdalla Filho, outro autor do estudo, que faz estágio de pós-doutorado no Cena. ■ **Rafael Garcia**



Segundo o estudo, a maioria das amostras de comida para gatos tinha quantidade excessiva de carboidrato de milho

Artigo científico

GALERA, L. A. *et al.* Carbon and nitrogen isotopic composition of commercial dog food in Brazil. *PeerJ*. 22 fev. 2019.

O zogue- -zogue de Alta Floresta

Marcos Pivetta

Nova espécie de macaco é descoberta no norte de Mato Grosso

Desde 2002, foram descritas sete novas espécies de macacos da subfamília Callicebinae, grupo de primatas de médio porte popularmente denominado zogue-zogue que vive apenas na América do Sul. A mais recente delas é *Plecturocebus grovesi*, avistada em 2012 pela primeira vez em matas vizinhas ao município de Alta Floresta, no norte de Mato Grosso, perto da divisa com o Pará. Com *P. grovesi*, o número de espécies de zogue-zogues sobe para 33. “De imediato, o que nos chamou a atenção foi sua cauda toda preta, não comum em macacos zogue-zogue da região sul e sudeste da Amazônia”, explica o primatólogo brasileiro Jean Boubli, da Universidade de Salford, no Reino Unido, autor principal do artigo científico em que a espécie é descrita, publicado na edição de março da revista científica *Molecular Phylogenetics and Evolution*. “O aspecto geral da coloração do dorso, com as costas em tons avermelhados, e da pelagem da face também nos despertou o interesse.” Pesquisadores de outros 10 institutos ou universidades, do Brasil e dos Estados Unidos, são coautores do trabalho.

Os zogue-zogues são agrupados em três gêneros, de distribuição geográfica distinta. *Callicebus* ocorrem no leste do Brasil. *Cheracebus* são encontrados nas bacias dos rios Orinoco, Negro e no Alto Amazonas. E *Plecturocebus*, gênero a que pertence a nova espécie, vivem na Amazônia meridional e na região do Chaco paraguaio. Além das características específicas da pelagem, outros dois fatores levaram os pesquisadores a conferir o *status* de espécie aos exemplares de *P. grovesi*: sua história evolutiva, estudada por meio de seu material genético e traços anatômicos, que indicaram diferenças em seu DNA em relação a espécies muito assemelhadas, como *Plecturocebus moloch*, e sua área de ocorrência particular.

O recém-identificado zogue-zogue habita exclusivamente a área entre os rios Juruena e Teles-Pires, em Mato Grosso. “Foi surpreendente termos descoberto uma espécie nova de macaco perto de zonas urbanas e de Alta Floresta, um lugar de fácil acesso e que já foi visitado por muitos pesquisadores”, comenta Boubli. A região em que os zogue-zogues de Alta Floresta vivem faz parte do chamado arco do desmatamento, trecho sul da Amazônia em que o desflorestamento é significativo. ■

Artigo científico

BOUBLI, J. P. *et al.* On a new species of titi monkey (Primates: *Plecturocebus* Byrne *et al.*, 2016), from Alta Floresta, southern Amazon, Brazil. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. v. 32, p. 117-37. mar. 2019.

Exemplar de
Plecturocebus
grovesi



Tui (*Prosthemadera novaeseelandiae*), um dos pássaros endêmicos da Nova Zelândia

A origem dos pássaros

Grupo que representa mais de 60% das espécies de aves teria surgido há 47 milhões de anos na Austrália

A ordem dos Passeriformes, os pássaros ou passarinhos, grupo que representa mais de 60% das espécies atuais de aves, teria surgido por volta de 47 milhões de anos atrás na região do Pacífico Sul, nos arredores da Austrália e da Nova Zelândia. Dali essas pequenas aves, que hoje incluem exemplares famosos por seu canto melodioso, como os canários, ou onipresentes no globo, como os pardais, espalharam-se pelos demais continentes. As conclusões fazem parte de um estudo internacional coordenado por pesquisadores da Universidade Estadual da Louisiana (LSU), dos Estados Unidos, com a participação de colegas de 10 países, inclusive o Brasil. O trabalho resultou em um artigo, publicado em 1º de abril na revista científica *PNAS*.

A equipe analisou o material genético de 221 exemplares de pássaros, que representam todas as 137 famílias que compõem essa ordem, além de 13 registros fósseis de pássaros e de aves de ordens aparentadas. Assim reconstruiu a história evolutiva e montou uma árvore genealógica desse grupo de seres alados. O estudo também identificou uma nova família de pássaros, a dos Hylidae, da África, e confirmou o *status* taxonômico de outras seis famílias.

Os resultados do trabalho confirmam outros estudos que também situaram o lugar de origem dos pássaros no hemisfério Sul, geralmente nas cercanias da Austrália ou na América do Sul. Mas sinalizam que essa ordem teria surgido mais recentemente, por meio de processos evolutivos mais complexos, ainda não devidamente compreendidos, do que defende a visão mais convencional da ornitologia. “Nossos dados indicam que os pássaros surgiram 35 milhões de anos depois do que afirma a estimativa prevalente nos últimos 15 anos”, comenta o biólogo evolucionista Carl Oliveros, da LSU, principal autor do estudo. O trabalho também sinaliza que os aumentos na taxa de diversificação desse grupo de aves em sua história evolutiva não estão ligados a mudanças na temperatura global ou à colonização de novas terras. “Esse resultado foi surpreendente e indica que outros processos ainda não conhecidos influenciaram a diversificação dos pássaros”, comenta o ornitólogo

brasileiro Alexandre Aleixo, hoje curador do Museu de História Natural da Finlândia, ligado à Universidade de Helsinque, um dos autores do trabalho. Até o início de 2019, Aleixo era pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém.

Historicamente, grandes mudanças geológicas têm sido apontadas como um fator determinante para a criação de condições ambientais propícias para o surgimento dos pássaros. No caso dessa ordem das aves, a alteração comumente citada teria se dado há cerca de 82 milhões de anos. Por volta dessa época, a Nova Zelândia se separou do que ainda restava do antigo supercontinente austral Gondwana, que chegou a reunir América do Sul, África, Índia, Oceania e Antártida. Segundo essa linha de raciocínio, os pássaros, aves delicadas e de menor porte do que seus parentes mais distantes, teriam evoluído e adquirido novas formas nesse pedaço de terra isolado do Pacífico, desprovido de mamíferos terrestres predadores e com poucos répteis. Há, no entanto, uma parte truncada nessa narrativa. O registro paleontológico nunca amparou essa estimativa cronológica. Fósseis de pássaros são raros, sua preservação é difícil, e os mais antigos remontam a cerca de 50 milhões de anos.

Em um esforço de conciliação de dados genéticos, paleontológicos e de biogeografia (estudo da distribuição das espécies no planeta), o novo artigo chega a uma síntese evolutiva que aponta para uma origem mais recente dos pássaros. “Nosso artigo é o mais completo sobre os Passeriformes. Acho que não resta muita margem de discussão sobre o tema”, avalia Luís Fábio Silveira, curador da seção de ornitologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZ-USP),



Esqueleto de *Eozygodactylus americanus*, um dos 13 fósseis de pássaros usados no estudo

um dos autores do estudo. “Para calibrar os resultados temporais obtidos com as análises de DNA, nas quais encontramos mais de 4 mil regiões genômicas ultraconservadas entre as famílias de pássaros, levamos em conta apenas fósseis que claramente eram de aves dessa ordem ou de ordens próximas.” Silveira enviou amostras de cerca de 20 pássaros brasileiros para o trabalho, como o saíra-sete-cores (*Tangara seledon*), típico da Mata Atlântica.

O trabalho ratifica a divisão hoje mais aceita entre os Passeriformes. A família mais antiga da ordem seria a dos Acanthisittidae, as corruíras neozelandesas, aves endêmicas daquele país que vivem em regiões altas. Essa família, às vezes também classificada como uma subordem, teria surgido apenas 3 milhões de anos antes das outras duas subordens mais antigas de pássaros, ambas originadas há 44 milhões de anos: a dos Ty-

ranni, que inclui bem-te-vis, arapongas e uirapurús entre suas mais de mil espécies, a maior atualmente encontrada na América do Sul; e a dos Passeri, com cerca de 4 mil espécies, bem distribuídas pelo globo, como os sabiás e os pintassilgos. Desses três grupos ancestrais descendem todas as mais de 6 mil espécies de pássaros espalhadas pelo planeta.

As primeiras aves, como o registro fóssil e numerosos trabalhos científicos atestam modernamente, formavam uma das linhagens de dinossauros, há mais de 150 milhões de anos. Como esses dinossauros com penas deram origem, algumas dezenas de milhões de anos mais tarde, aos graciosos pássaros encontrados na natureza, ainda é um processo evolutivo não muito bem compreendido. “Queremos fazer com ornitologistas de todo o mundo estudos ainda mais refinados das relações das aves ao nível de espécie e de gênero como parte do nosso projeto OpenWings”, comenta o ornitólogo Brant Faircloth, da LSU, coordenador do esforço internacional que resultou no *paper* da PNAS. ■ Marcos Pivetta

Projeto

Sistemática, taxonomia e biogeografia de aves neotropicais: Os Cracidae como modelo (nº 07/56378-0); Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisador responsável Luís Fábio Silveira (MZ-USP); Investimento R\$ 86.928,28.

Artigo científico

OLIVEROS, C. H. *et al.* Earth history and the passerine superradiation. PNAS. 1º abr. 2019.



Saíra-sete-cores (*Tangara seledon*) no Parque de Itatiaia, no Rio de Janeiro

A conquista privada do Cosmo

Cápsula da empresa SpaceX voa até a Estação Espacial Internacional e pode devolver aos Estados Unidos a capacidade de colocar em órbita seres humanos

Ricardo Zorzetto

Eram 2 horas e 49 minutos da madrugada de 2 de março, na Flórida, Estados Unidos, quando foram acionados os motores do foguete Falcon 9, produzido pela empresa SpaceX, do bilionário e entusiasta de viagens espaciais Elon Musk. De uma base no Centro Espacial Kennedy, partia para um teste inaugural a primeira cápsula projetada e desenvolvida por uma companhia privada para levar seres humanos ao espaço. Produzida sob a supervisão da Nasa, a agência espacial norte-americana, a Crew Dragon comporta sete pessoas. Naquele sábado, levava apenas um manequim portando o traje espacial da empresa com sensores para medir a aceleração a que um astronauta seria submetido no voo.

Três minutos após o lançamento, o Falcon 9 já se encontrava a 90 quilômetros (km) de altura e deixava para trás seu primeiro estágio, que pousaria para ser reutilizado em outra missão. O motor do segundo estágio impulsionou a cápsula a até 200 km de altitude e a cerca de 27 mil quilômetros por hora. Nesse momento, aos 10 minutos de voo, um globo terrestre

de pelúcia passou a flutuar ao lado do manequim, apelidado de Ripley em homenagem à personagem da atriz Sigourney Weaver no filme *Alien* (1979). A Crew Dragon estava no espaço. No dia seguinte a cápsula se conectaria de modo autônomo à Estação Espacial Internacional (ISS), antes de retornar à Terra em 8 de março e ser resgatada no Atlântico, próximo à costa da Flórida. Após o restauro, ela deverá ser usada em outro voo-teste para avaliar os dispositivos de segurança em caso de falha no lançamento. As cápsulas Crew Dragon, depois de um voo, ainda podem servir para o transporte de carga.

O teste da Crew Dragon é um feito inédito e duplamente simbólico. Demonstra que uma empresa comercial alcançou maturidade tecnológica para realizar voos até a órbita terrestre com eficiência, segurança e um custo inferior ao de programas tradicionais das agências espaciais governamentais. Também indica que os Estados Unidos estão perto de recuperar a autonomia para levar seres humanos ao espaço por conta própria. Hoje o país depende dos foguetes russos Soyuz.





O foguete Falcon 9, pronto para ir ao espaço, com a cápsula Crew Dragon no topo (à esq.); chegada da cápsula à Estação Espacial Internacional (acima)



Lançamento do Atlantis, o quarto ônibus espacial norte-americano, em 3 de outubro de 1985

“Fazer um módulo autônomo de transporte de astronautas chegar à ISS é um grande feito”, afirma o engenheiro de infraestrutura aeronáutica Carlos Augusto Teixeira de Moura, presidente da Agência Espacial Brasileira (AEB). “Sair do nível de transporte de cargas para o de tripulantes exige a superação de uma série de desafios técnicos, o que torna o projeto extremamente caro”, diz.

Há oito anos os norte-americanos dependem dos russos para ir à ISS, a um custo cada vez maior (US\$ 80 milhões por assento). De 1981 a 2011, os astronautas da Nasa chegavam lá em ônibus espaciais, mais confortáveis, sofisticados e, sobretudo, caros. Eles levavam até sete pessoas e eram mais versáteis – podiam trazer satélites de volta à Terra ou ser usados no reparo do telescópio Hubble. Em 135 voos, houve dois acidentes: a explosão do Challenger, em 1986, e a do Columbia, em 2003. Cada viagem custava de US\$ 450 milhões a US\$ 1,5 bilhão. Com os anos, elas consumiram boa parte do orçamento da Nasa.

“Os ônibus espaciais eram como uma Ferrari”, compara Oswaldo Loureda, doutor em engenharia aeroespacial e professor da Universidade Federal da Integração Latino-americana (Unila), em Foz do Iguaçu, Paraná. “Seus motores eram uma obra de arte da engenharia, mas cada um custava quase US\$ 1 bilhão e, após cada viagem, exigia revisões e reparos que podiam durar um ano”, conta Loureda, também fundador e diretor-técnico da Acrux Aerospace Technologies, startup brasileira especializada na produção de pequenos foguetes, drones e estruturas para microssatélites.

Os russos tiveram seu ônibus espacial, o Buran, que voou apenas uma vez. O preço levou-os a optar pelos foguetes Soyuz, robustos, confiáveis e baratos – o voo sai por US\$ 50 milhões. Em diferentes versões, o Soyuz foi ao espaço 1.700 vezes desde 1966, com raros acidentes.

“As naves Soyuz nunca prezaram pelo conforto dos viajantes”, conta o engenheiro aeroespacial Lucas Fonseca. Ex-integrante da missão Rosetta, da Agência Espacial Europeia (ESA), Fonseca dirige a Airvantis, empresa de tecnologia aeroespacial voltada para a produção de microssatélites e apoiadora da missão brasileira Garatá-L, que pretende levar um deles à órbita da Lua. “Na Soyuz, os

“O lançamento bem-sucedido de hoje marca um novo capítulo em excelência americana, deixando-nos mais perto de, outra vez, fazer astronautas americanos voarem em foguetes americanos a partir de solo americano”, escreveu James Bridenstine, diretor da Nasa, no Twitter após o lançamento. Mais tarde, em entrevista à imprensa, ele foi mais conciliador: “Queremos ter certeza de que manteremos nossa parceria com a Rússia, forte desde a era Apollo-Soyuz, mas também queremos ter certeza de que temos capacidade própria de ir à Estação Espacial Internacional e retornar”. A parceria da Nasa com a SpaceX integra o *new space*, modelo de negócios em que a agência espacial compra produtos e serviços de empresas privadas.

Não é a primeira vez que uma cápsula da SpaceX aporta na ISS. De 2012 a 2018, uma versão mais simples – a Dragon, destinada ao transporte de carga – realizou 15 voos e atracou 14 vezes à estação, um laboratório situado a uma altitude que varia de 330 km a 435 km, na órbita baixa do planeta, essencial para experimentos em ambiente de microgravidade e a investigação dos efeitos de longos períodos no espaço sobre o corpo humano. Sua cons-

trução e manutenção consumiram US\$ 150 bilhões – um terço, em viagens para reabastecimento e troca de tripulação.

A fim de baixar os custos, a Nasa contratou em 2008 os voos da SpaceX e de um consórcio concorrente, a United Launch Alliance (ULA), formado pela Boeing e pela Lockheed Martin, fabricantes de aviões comerciais e militares, satélites e mísseis. As 12 primeiras viagens da SpaceX saíram por US\$ 1,6 bilhão, dinheiro que ajudou a evitar a falência da empresa espacial de Musk, também fundador da fabricante de carros elétricos Tesla (ver Pesquisa FAPESP nº 265).

Há uma grande diferença entre transportar alimentos e equipamentos ou astronautas. No segundo caso, as exigências de segurança e controle ambiental da cabine (como pressão e temperatura) são bem mais rigorosas. A aceleração do foguete pode levar o corpo dos tripulantes ao limite do suportável. No caso do Falcon 9, o empuxo equivale ao de cinco Boeing 747 com motores à plena força, capaz de pôr 22,8 toneladas na órbita baixa da Terra (até 2 mil km de altura). Além disso, mecanismos de controle e propulsão têm de ser extremamente confiáveis, com sistemas redundantes.

tripulantes são submetidos a acelerações próximas ao limite do suportável.”

Com a Crew Dragon, a SpaceX promete mais conforto a um custo mais baixo. Em março, enquanto a cápsula permaneceu no espaço, o astronauta canadense David Saint-Jacques, o primeiro tripulante da ISS a visitá-la, descreveu-a como “uma experiência de ‘classe executiva’”.

“O voo da Crew Dragon à ISS serviu como teste de validação da tecnologia e do modelo concorrencial”, afirma o engenheiro e empreendedor brasileiro Sidney Nakahodo, cofundador e diretor-executivo da New York Space Alliance, startup sediada nos Estados Unidos que fomenta o desenvolvimento de startups espaciais e atua para facilitar a transferência de tecnologia da Nasa para as empresas. “O evento é um marco na era espacial. A SpaceX mostrou ser capaz de atender os requisitos da Nasa e que problemas tão complexos podem ter soluções oferecidas pelo mercado”, afirma.

Outros dois voos da Crew Dragon estão planejados para breve. No primeiro, a cápsula, sem tripulantes, simulará um abortamento de missão após o lançamento. Se os sistemas de segurança funcionarem como o esperado, em julho, os astronautas Robert Behnken e Douglas Hurley devem usá-la para ir à ISS. Ainda este ano, a cápsula de transporte de astronautas CST-100 Starliner, da Boeing, projetada para ser reutilizável, deve realizar seu primeiro voo não tripulado.

A aposta na SpaceX e na Boeing é parte do programa Commercial Crew, da Nasa. Iniciado há uma década, ele visa reduzir os gastos com projetos ao comprar produtos desenvolvidos e testados por novas empresas do setor aeroespacial. Nele, a agência identifica uma necessidade a ser atendida – por exemplo, a construção de um módulo de transporte –, determina as características do produto e, em geral, um limite a ser gasto. A execução fica por conta de uma ou mais empresas vencedoras da licitação, que escolhem a tecnologia de manufatura e o modelo de negócio.

É uma estratégia diferente da seguida pelas agências espaciais desde a Guerra Fria, quando a Nasa e a agência espacial da então União Soviética, a Rosaviakosmos (hoje Roscosmos), não poupavam esforços e recursos. Nos Estados Unidos, a Nasa projetava um foguete ou uma



Módulo russo Soyuz, em viagem de retorno da Estação Espacial Internacional para a Terra em abril de 2006

cápsula do início ao fim e contratava uma empresa para construí-la, usando a infraestrutura e técnicos da agência. Nesse sistema, o *old space*, não havia limite de gasto. Adotando a política de preços *cost-plus*, a Nasa pagava o custo do desenvolvimento e uma porcentagem de lucro.

Os princípios do *new space* surgiram nos anos 1970 e tomaram corpo nas duas últimas décadas com a criação de empresas como a Blue Origin, do multibilionário Jeff Bezos, dono da Amazon; a SpaceX, de Elon Musk; e Virgin Galactic, do magnata britânico Richard Branson. “Na essência, são empresas de tecnologia de gestão enxuta que propõem modelos de negócio próprios e sustentáveis, baseados em atividades de infraestrutura espacial. Elas não dependem dos ensejos governamentais, mas podem ter o governo como cliente”, explica Fonseca, da Airvantis. Essas empresas nasceram com a intenção de baratear o acesso ao espaço e já são cerca de 500 no mundo – poucas no Brasil, como a Airvantis e a Acrux.

“Há um movimento disruptivo rápido na indústria aeroespacial”, afirma Loureda, da Acrux. Caso avance, o novo modelo pode complicar a vida das agências que operam à moda antiga. Para alguns especialistas, seria uma chance

de negócio para países sem tradição na área espacial. “Esse movimento permite envolver o setor privado no desenvolvimento de projetos que, *a priori*, não se sabe quanto vão custar e antes ficavam a cargo das agências governamentais”, comenta Luiz Gylvan Meira Filho, presidente da AEB de 1994 a 2001. “Isso pode estimular empresas brasileiras a atuarem em atividades que não são do interesse de órgãos governamentais locais.”

Moura, da AEB, também vê no *new space* uma oportunidade. Há no Brasil cursos de engenharia aeroespacial e uma infraestrutura que existe em poucos países, como o laboratório para a montagem de satélites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão. Caso o Congresso brasileiro e o norte-americano aprovem o acordo de salvaguardas tecnológicas assinado em março, Alcântara pode despertar o interesse de países que queiram colocar satélites em órbita a custo mais atraente e, por exemplo, impulsionar o desenvolvimento de empresas que atuem no apoio a lançamentos. “O Brasil é um grande comprador de serviços espaciais. Temos de aproveitar o embalo do *new space* para nos tornarmos fornecedores”, afirma.

As empresas brasileiras poderiam atuar ainda no fornecimento de equipamentos de satélites, pequenos lançadores e experimentos em microgravidade. Para que isso ocorra, lembra Nakahodo, o desafio do Brasil é criar um ambiente favorável aos empreendedores. Loureda, da Acrux, afirma: “É o momento de o país decidir se vai ser ator ou espectador”. ■

Canteiros de obra high tech

Novas tecnologias, como ferramentas digitais e industrialização de processos, procuram elevar a produtividade do setor

Domingos Zapparoli

VERSÃO ATUALIZADA EM 16/04/2019



Conjunto habitacional em Rio Verde (GO) erguido pela Tecverde com placas de madeira pré-moldadas

A construção civil brasileira começa finalmente a incorporar recursos tecnológicos digitais, tendência já percebida em outros setores da economia. Projetos desenvolvidos de forma colaborativa em ambiente virtual, aplicativos para celulares e tablets que permitem a gestão da obra e equipes, drones que auxiliam a inspeção das estruturas erguidas e sistemas de rastreamento que monitoram o movimento dos materiais são ferramentas que começam a chegar aos canteiros de obras. Especialistas avaliam que o uso de novas tecnologias e a industrialização dos processos produtivos vão modernizar o setor, historicamente marcado pela baixa produtividade.

Um estudo da consultoria norte-americana McKinsey constatou que globalmente a produtividade na construção evoluiu 1% ao ano nas últimas duas décadas, bem abaixo do crescimento do setor industrial como um todo, de 3,6% ao ano. A construção é uma das atividades menos digitais do mundo, o que é uma das causas de sua menor produtividade. O estudo avalia que o uso de tecnologia digital, a automação de processos, a capacitação da mão de obra e a produção em massa em

processos industriais têm potencial de aumentar a produtividade do setor.

Uma tecnologia promissora, que já vem sendo usada em larga escala em países desenvolvidos, embora ainda engatinhe no Brasil, é o Building Information Modeling (BIM), processo digital de construção apoiado por diversas ferramentas de informática que organizam e disponibilizam a informação de cada etapa da edificação, permitindo o trabalho colaborativo e simultâneo de diferentes profissionais. “É um modelo que gera eficiência ao reduzir erros e imprevistos”, diz o engenheiro eletrônico Eduardo Toledo Santos, professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP).

Com o BIM, a edificação é detalhada no computador de forma tridimensional (3D). Sabe-se exatamente onde há uma viga, dutos elétricos, encanamentos, portas e janelas. O sistema permite simular virtualmente a construção e acompanhar o impacto de cada modificação feita no conjunto da obra. “Evita-se a necessidade de correções de falhas do projeto com a obra em andamento, o que sempre gera atrasos e desperdício de materiais”, enfatiza Toledo. Além do módulo 3D, o BIM agrega extensões menos disseminadas no país, como o BIM 4D, que acrescenta a dimensão do tempo, com um cronograma das atividades e o sequenciamento ideal de cada

etapa da obra, e o BIM 5D, que gera o cálculo dos materiais, permitindo programar previamente o custo e recalculá-lo quando há mudanças.

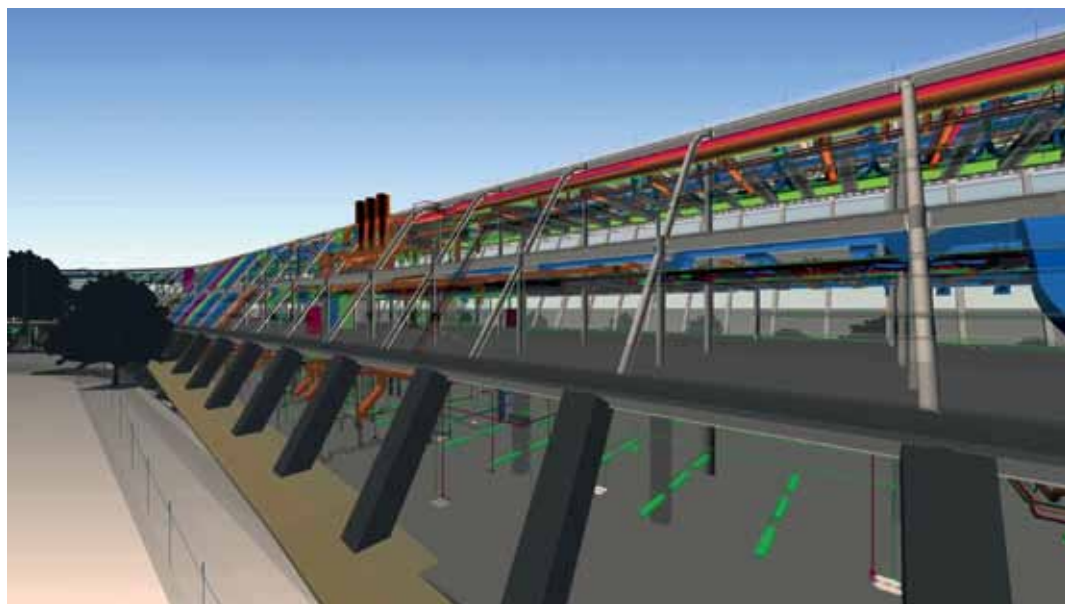
Estudo da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) concluiu que a adoção do BIM pode reduzir o gasto total da obra em cerca de 10% e elevar a produtividade também em torno de 10%. A agência calcula que a adoção do processo por 50% das empresas de construção civil até 2028 poderia ampliar em 7% o PIB do setor. No entanto, sondagem feita em 2018 pela Fundação Getúlio Vargas com 700 construtoras que atuam no país apontou que só 9% delas usam o BIM.

O levantamento fundamentou a decisão do governo federal de lançar no ano passado a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, que visa à adoção progressiva do uso desse processo digital, notadamente em obras públicas. A expectativa é de reduzir a diferença de produtividade entre a construção civil brasileira e a verificada nos Estados Unidos, na China e na União Europeia. Em relação a esses países, a produtividade brasileira é quatro vezes menor, segundo estimativa da ABDI. “O Brasil está atrasado em relação à adoção do BIM. Não há dúvida de que esse processo favorece o aumento da produtividade”, afirma Toledo.

Para o engenheiro mecatrônico Fabiano Corrêa, professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Poli-USP, a baixa eficiência do setor em relação à de países desenvolvidos se

A adoção pelas construtoras do processo digital Building Information Modeling (BIM) pode ampliar o PIB do setor

Projeto de edificação detalhado tridimensionalmente com uso da metodologia BIM





2

deve também à inadequada qualificação da mão de obra, o que dificulta a implantação mais intensa de novas tecnologias digitais. “Há interesse das empresas e do governo nessa situação. As construtoras reduzem custos imediatos com salários, e o atraso pela baixa produtividade é um problema transferido para o consumidor. É uma cultura muito difícil de a gente mudar”, declara Corrêa.

Empresas nacionais de engenharia já utilizam etiquetas de QR Code (acima) e drones (ao lado) nos canteiros de obras

SENSORIAMENTO REMOTO

Outras tecnologias digitais também podem apoiar o monitoramento de estruturas construídas, reduzindo riscos de desastres, como o rompimento de barragens, e transtornos no trânsito, como os gerados pelas recentes interdições de viadutos na via Dutra e na marginal do rio Pinheiros, em São Paulo. A empresa paulista GeoOndas desenvolve uma plataforma web, no conceito da Internet das Coisas (IoT), para acompanhar em tempo real a integridade de pontes, viadutos e outras estruturas, usando sensores sem fio capazes de detectar acelerações, deformações, vibrações, temperatura e posicionamento das construções.

O projeto, com apoio da FAPESP, inova ao adotar uma rede de transmissão de dados de longo alcance LoRa (Long Range) e baixa potência LPWAN (Low Power Wide Area Network). Tradicionalmente as transmissões são feitas nos padrões Wi-Fi e ZigBee. “Os padrões tradicionais consomem muita energia e a transmissão de dados é de curto alcance, o que encarece e dificulta o monitoramento contínuo em grandes áreas”, explica o físico Edgar Rodolfo Randán Sanabria, sócio-diretor da GeoOndas.

Segundo Sanabria, enquanto o sistema ZigBee atinge cerca de 70 metros (m) e o Wi-Fi 100 m, o alcance de uma rede LoRa chega a aproximadamente 5 quilômetros (km) em áreas urbanas e a 20 km nas rurais. No entanto, a taxa de transferência de dados é inferior à dos tradicionais. “O monito-



3

ramento de estruturas não demanda uso intenso de transmissão de dados. Mas ainda precisamos definir a viabilidade do sistema LoRa LPWAN em cada tipo de estrutura e monitorar”, diz Sanabria.

Bruno Rondani, CEO da 100 Open Startups, plataforma de conexão entre startups e grandes empresas, diz que há um despertar da construção civil para as possibilidades geradas pela transformação digital dos negócios. Segundo ele, essa tendência teve início em 2015 com a criação das primeiras construtechs, startups especializadas no setor. Hoje, a plataforma soma mais de 200 empresas cadastradas.

A primeira onda envolveu o surgimento de startups que criaram soluções tecnológicas para as áreas de apoio, como aplicativos para locação de equipamentos e visualização de maquetes 3D em pontos de venda. Uma segunda corrente ganhou força recentemente, com a busca de soluções tecnológicas voltadas ao processo construtivo. “Essa é uma demanda crescente das empresas, ainda não adequadamente atendida”, conta Rondani. A 100 Open Startups incentiva a criação de novas construtechs com enfoque em processos produtivos. Para isso mantém contato com pesquisadores ligados a universidades com projetos no setor. “Existem cerca de 2 mil patentes com potencial de virar negócios”, relata Rondani.

Grandes construtoras também apostam em mecanismos de busca de soluções tecnológicas. A An-

drade Gutierrez criou em 2018 a aceleradora Vetor AG a fim de apoiar startups que gerem inovações que reduzam custos, tempo e mão de obra. Além de mentoria e compartilhamento de recursos no sistema *coworking*, as startups utilizam as obras da empreiteira para realizar pilotos de seus projetos.

Entre as selecionadas estão a Maply, que realiza o monitoramento digital da obra por meio de mapeamentos feitos por drones, e a ConstruCode, que criou um aplicativo para gerenciar projetos nos canteiros de obras utilizando etiquetas QR Code (código de barras bidimensional). Tradicionalmente, cada atualização é impressa em papel e distribuída à equipe. A digitalização transforma o projeto em etiquetas inteligentes visualizadas em tablets e celulares. André Medina, gerente de inovação da Andrade Gutierrez, relata que esse sistema agiliza a distribuição da informação e organiza o trabalho, evitando erros como a consulta de uma versão desatualizada do projeto. O aplicativo também gera economia significativa de papel ao deixar de imprimir quase 90% dos projetos.

INDUSTRIALIZAÇÃO

Outra iniciativa que busca fomentar construtechs é a Rede de Construção Digital, criada em 2018 pelo projeto EnRedes, liderado pela consultoria paulista Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e que conta com a adesão de 32 empresas da cadeia produtiva da construção, entre elas Basf, Cyrela, Deca, MRV e Saint-Gobain. “Nosso objetivo é conectar empresas e startups. Mostrar os desafios e as necessidades do setor para empreen-



dedores que têm agilidade para propor soluções”, diz o presidente do CTE, Roberto de Souza.

O EnRedes quer lançar este ano uma Rede de Construção Industrializada. Souza argumenta que mais de 95% da construção brasileira é feita em alvenaria, o método de erguer parede sobrepondo tijolo por tijolo unidos por argamassa. “É uma técnica que não demanda mão de obra qualificada, o que implica improviso, baixa qualidade e desperdício”, alega. “A industrialização racionaliza o processo e gera ganho de escala.”

Adoção de soluções digitais é tendência global

Centros no exterior pesquisam uso de robôs, tecnologias vestíveis e impressão 3D na construção

O uso de ferramentas digitais na construção, bem como o estímulo à pesquisa de novas soluções que elevem a produtividade do setor, ocorre mundo afora. Na Suíça, o Centro Nacional de Competência em Pesquisa (NCCR) do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique desenvolveu um robô móvel dotado de braço mecânico, sensores e câmeras. Após gerar um mapa tridimensional do canteiro de obras, o robô, batizado de *In-situ fabricator*, posiciona-se automaticamente e executa tarefas programadas como levantar uma parede de alvenaria ou uma malha de vergalhões de aço para uma parede de concreto.

Nos Estados Unidos, o Laboratório de Design do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) criou o projeto Safety ++, que explora o uso de sensores e Internet das Coisas (IoT) para aumentar a segurança dos trabalhadores, por meio de soluções *wearables*, as tecnologias vestíveis. A ideia é que uniformes vestidos pelos trabalhadores alertem sobre a presença de toxinas prejudiciais no ambiente, enquanto dispositivos em sapatos informem se o usuário carrega peso exagerado.

Uma das principais expectativas dos especialistas é o uso da manufatura

aditiva (impressão 3D) na fabricação de paredes e estruturas. Além do NCCR de Zurique, universidades e centros de pesquisa de empresas nos Estados Unidos, Alemanha, China e Brasil se dedicam ao desafio. No país, o INCT Tecnologias Cimentícias Ecoeficientes Avançadas desenvolve estudos para imprimir em 3D formas para concreto em geometrias não convencionais. “Além de reduzir o desperdício de insumos, a manufatura aditiva agiliza o processo produtivo e permite a produção customizada, com formato e cores definidos pelo cliente”, diz Vanderley Moacyr John, coordenador do INCT.



Maquete eletrônica da nova sede do Centro de Inovação em Construção Civil da Escola Politécnica da USP

O professor Fabiano Corrêa, da Poli-USP, explica que a construção industrializada usa estruturas pré-fabricadas sob medida, que são levadas ao canteiro onde a edificação será montada. Entre as vantagens desse método estão padronização, maior controle de qualidade dos itens produzidos e rapidez, já que várias etapas podem ser executadas em paralelo. Há também economia de insumos e redução de rejeitos, uma vez que as estruturas são feitas sob medida. Questões tributárias, baixa qualificação da mão de obra e pouca flexibilidade em termos de projeto são fatores que explicam o fato de esse método não ser usado com mais frequência no país.

A empresa paranaense Tecverde adota um processo construtivo industrializado baseado em madeira de florestas plantadas, mais ágil e amigável ao meio ambiente, no qual 70% da execução da obra ocorre em fábrica. As paredes, feitas com chapas de madeira, embutem instalações elétricas e hidráulicas e têm janelas acopladas. Elas recebem oito camadas de revestimentos com o objetivo de garantir durabilidade, controle térmico e acústico e uma estética similar à alvenaria. Segundo José Márcio Fernandes, sócio-diretor da companhia, o sistema gera 85% menos resíduos do que uma obra convencional e reduz em 90% os gastos de água e energia. “Uma casa pode ser entregue em dois dias a um custo entre 10% e 20% menor do que um imóvel em alvenaria”, informa.

Com essa tecnologia, a construtora paranaense já entregou mais de 3 mil unidades de casas e prédios de até quatro pavimentos e se prepara para um novo avanço em direção à indústria 4.0. Fabiano Corrêa coordena na Tecverde um projeto voltado à implementação de dois sensores associados ao paradigma de IoT. Um é o radio-

-frequency identification (RFID), que rastreia cada etapa dos itens produzidos, determinando o tempo do processo. O outro sensor é um ultra wideband (UWB), que mapeia passo a passo as atividades da equipe de trabalho. O projeto, apoiado pela FAPESP, permitirá otimizar as rotinas de trabalho e logística.

Além da baixa produtividade, outro problema da construção civil é o impacto ambiental. O engenheiro civil Vanderley Moacyr John, coordenador da Unidade de Construção Civil da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) e de um dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), de Tecnologias Cimentícias Ecoeficientes Avançadas, lembra que a construção responde por 50% dos recursos naturais extraídos anualmente pela humanidade e por 8% do gás carbônico emitido no mundo. “É insustentável, precisamos de novos paradigmas construtivos”, pontua.

John, que também é professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Poli-USP, avalia que a industrialização, com a adoção de sistemas construtivos de placas de madeira, aço ou concreto, em substituição à alvenaria convencional, é um importante avanço por reduzir a quantidade de insumos e gerar menos resíduos. Mas não basta: é preciso ir além em relação a uma maior ecoeficiência dos materiais utilizados.

Uma das prioridades do INCT é o desenvolvimento de um concreto que utilize menos cimento em sua formulação. Produzido a uma temperatura de 1.500 graus Celsius, o cimento tradicional demanda energia e emite dióxido de carbono. A formulação proposta substitui parte do cimento por *filler*, um calcário moído fino, que dispensa tratamento térmico. O concreto está sendo desenvolvido com a InterCement, cimenteira do grupo Camargo Corrêa. Placas pré-moldadas com o material serão usadas na nova sede do Centro de Inovação em Construção Civil (Cics) da Poli-USP, que será um espaço para demonstração de inovações de materiais, processos produtivos e soluções que elevem a produtividade e gerem ecoeficiência para a indústria da construção. ■

Projetos

1. Plataforma web para monitoração em tempo real de estruturas de engenharia civil usando rede de sensores sem fio: Deformação, aceleração, rotação, temperatura, posicionamento e vibrações (grades de Bragg em fibra óptica) (nº18/08715-2) **Modalidade** Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); **Pesquisador responsável** Carlos Leonardo Herrera Munoz (GeoOndas); **Investimento** R\$ 194.081,37.
2. Plataforma de integração entre o BIM e a IoT: Construção 4.0 (nº 17/03258-0); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Fabiano Rogério Corrêa (USP); **Investimento** R\$ 75.888,13.
3. INCT 2014: tecnologias ecoeficientes avançadas em produtos cimentícios (no 14/50948-3); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Temático; **Pesquisador responsável** Vanderley Moacyr John (USP); **Investimento** R\$ 2.024.814,07.

Decifrando O blockchain

Ferramenta criada para dar suporte ao comércio de criptomoedas hoje é usada em uma série de outras aplicações



Gigante global na área de logística marinha, a multinacional dinamarquesa Maersk descobriu há alguns anos que uma remessa de produtos refrigerados da África para a Europa poderia passar por quase 30 pessoas e organizações, totalizando mais de 200 diferentes interações entre os parceiros comerciais. Os custos associados ao processamento e à administração da documentação, calculou a empresa, equivaliam a até um quinto do valor do transporte em si. Para simplificar esse processo, reduzir gastos e diminuir o tempo de entrega das mercadorias, a Maersk decidiu recorrer a uma nova tecnologia, conhecida como blockchain.

Traduzido livremente por corrente de blocos, o blockchain funciona como um

livro de registro digital, em que os dados são armazenados de forma descentralizada por cada um dos agentes da transação em questão. Protegidas por mecanismos de criptografia, as informações colocadas no sistema são, em tese, invioláveis e à prova de fraude. A segurança da rede também se dá pelo fato de os dados não estarem centralizados em um servidor único, mas dispersos por um grupo de computadores independentes que fazem parte da rede, dificultando a ação de hackers. As informações sobre as operações são inseridas no *ledger*, espécie de livro de contabilidade digital, formando uma cadeia sequencial de blocos, no qual cada um se liga ao anterior, recuperando suas informações e, ao mesmo tempo, agregando novos dados à cadeia (*ver infográ-*

Como funciona

O segredo do blockchain está no *hash*, uma impressão digital que garante a autenticidade e a inviolabilidade dos dados



1 CONTABILIDADE DIGITAL

Os blocos com informações sobre as transações de compra e venda, como de bitcoins (identificação do vendedor e do comprador, valor da transação etc.), são inseridos em uma espécie de livro de contabilidade digital chamado *ledger*

2 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES

Quando um participante *A* vende um bitcoin para o participante *B*, é criado um bloco com o registro dessa operação. Se essa moeda for posteriormente vendida por *B* para um participante *C*, os dados da nova venda são inseridos em um novo bloco, ampliando o número de registros no *ledger*

3 PROTEÇÃO CONTRA HACKERS

A segurança das informações é garantida pela função *hash*, uma impressão digital intrínseca a cada bloco, que funciona para identificá-lo e para impedir alterações no seu conteúdo. Se os dados do bloco forem alterados, o *hash* muda e denuncia a violação

4 VALIDAÇÃO DAS TRANSAÇÕES

Quem garante que as novas informações inseridas na cadeia são válidas são os *mineradores*, pessoas ou empresas que usam computadores com grande poder de processamento para autenticar cada passo da transação. Isso é feito por meio da resolução de cálculos complexos, definidos pela própria rede

fico acima). Rastreabilidade, segurança e imutabilidade dos dados são aspectos centrais da ferramenta.

A tecnologia surgiu em 2008 para apoiar a comercialização do bitcoin, a primeira moeda digital ou criptomoe-da. Cercada de mistério, sua origem é creditada a Satoshi Nakamoto, o mesmo criador do bitcoin, mas não há informações seguras sobre quem é essa pessoa nem seu país de origem. Há quem aposte, inclusive, que Nakamoto não é um indivíduo, mas um grupo de programadores.

Nos últimos anos, o uso da ferramenta expandiu-se e hoje ela é empregada no registro de operações bancárias, na gestão de documentos corporativos, no rastreamento da cadeia produtiva de alimentos e no transporte de mercadorias,

como no caso da Maersk. Em conjunto com a IBM, a multinacional dinamarquesa acabou lançando, dois anos atrás, uma plataforma digital baseada no mecanismo, a Tradelens, que já contabiliza dezenas de membros, entre transportadoras, portos e autoridades alfandegárias.

“O blockchain serve para ordenar eventos em um sistema totalmente descentralizado, do qual participam pessoas que não se conhecem nem confiam umas nas outras, e quando é preciso saber a ordem em que esses eventos aconteceram”, diz o especialista em segurança da informação Marcos Antônio Simplicio Júnior, professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP). “Em um cenário de transações financeiras, o blockchain pode ser usado quando não há uma en-

tidade dentro desse sistema responsável por ordenar eventos, como faz um banco nas operações entre seus correntistas.”

É o que acontece, por exemplo, no caso do bitcoin, em que as operações de compra e venda de moedas ocorrem de forma descentralizada, sem um banco intermediando ou controlando as transações (ver box na página 74). Isso é feito pelos próprios participantes do sistema. A segurança das operações baseia-se na função *hash*, espécie de impressão digital que identifica cada bloco pertencente à cadeia e garante a inviolabilidade dos dados. Se houver uma tentativa de alterar as informações do bloco, o *hash* muda e denuncia a mudança.

Mas fica a indagação: como ninguém se conhece na rede, quem seria o ator

confiável para dizer que o próximo bloco da cadeia a ser inserido no *ledger* é o correto? Isso foi resolvido por meio da criação dos chamados mineradores, usuários – comumente, empresas – dotados de poder computacional responsáveis por validar, a partir de cálculos complexos, os blocos a serem inseridos no *ledger*. Os registros de todas as transações da cadeia ficam armazenados nos computadores dos mineradores, que funcionam como auditores do processo. “Qualquer entidade capaz de processar dados computacionais pode se candidatar e participar de uma rede de blockchain como mineradora. No comércio de bitcoins, elas são remuneradas em criptomoedas”, explica Marcos Simplício.

Ele esclarece que, além das redes públicas de blockchain, como as utilizadas no comércio de criptomoedas, que não têm um controlador e cuja participação é franqueada a qualquer interessado (os compradores e os vendedores das moedas digitais), também existem as redes privadas, criadas por empresas que desejam fazer uso da ferramenta – é o caso, por exemplo, do blockchain criado pela IBM e Maersk. “O que diferencia uma da outra”, explica o professor da USP, “é que as redes privadas contam necessariamente com uma entidade permissionária,

Há no mercado softwares abertos que podem ser empregados para criar redes privadas de blockchain

normalmente a organização que a criou. Ela é responsável por definir quem pode participar do sistema”. Frequentemente, esse ente permissionário também faz a validação das informações inseridas na cadeia de blocos, dispensando ou complementando o trabalho dos mineradores.

Uma das empresas que mais investe nessa tecnologia é a IBM, especializada na criação de sistemas privados de blockchain para diferentes aplicações – também há no mercado softwares abertos,

como MultiChain e HyperLedger, que podem ser usados por quem queira criar redes para seus negócios. “Temos mais de 300 produtos rastreados e mais de 3 milhões de operações realizadas em blockchain na cadeia de alimentos de vários países”, diz o cientista da computação Percival Lucena, responsável por projetos em blockchain no Laboratório de Pesquisas da IBM em São Paulo.

A rede de supermercados Walmart é um dos parceiros da IBM. Ela utiliza o sistema Food Trust para gerir sua cadeia de suprimentos nos Estados Unidos. Em caso de produtos contaminados, é possível saber exatamente de que região eles vieram, por onde passaram e onde estão sendo vendidos. Nos primeiros testes da tecnologia, o Walmart reduziu de sete dias para cerca de dois segundos o tempo de rastreamento dos produtos.

No Brasil, a IBM aplicou o Food Trust em um projeto-piloto com a fabricante de alimentos BRF e o Carrefour com o intuito de informar aos consumidores a procedência dos alimentos. O sistema foi testado em 2017, quando unidades do supermercado receberam um lote de uma linha de lombos congelados da BRF e cujas embalagens continham um QR Code (código de barras bidimensional). O código dá acesso a informações detalhadas sobre a mercadoria, como o nome do fabricante, a data de produção e os dados do transporte do local de origem ao de venda. O projeto evoluiu e uma nova versão do Food Trust está sendo testada no país. A IBM também desenvolveu uma solução de blockchain para exportadores de produtos agrícolas, a rede AgTrace, em teste no país com alimentos orgânicos e produtores de café.

Sediada em São Paulo, a startup Complied Computação Aplicada também investe em aplicações de blockchain para uso no campo. Uma de suas soluções, chamada de Corrente, é voltada para rastreabilidade de transações financeiras no setor agrícola. “Nosso foco foi otimizar processos já existentes, adotando um modelo de blockchain que valida as transações, de modo a agilizar e diminuir incertezas”, explica o cientista da computação David Kwast, pesquisador da Complied responsável pelo projeto.

Documentos como notas fiscais, conhecimentos de transporte e laudos fitossanitários e de qualidade do produto já são elaborados pelos integrantes da

O comércio de criptomoedas

As negociações desses ativos digitais não são regulamentadas e implicam risco elevado

Ao contrário do dinheiro convencional, emitido em papel ou cunhado em forma de moeda, as criptomoedas, como bitcoin, litecoin ou binance coin, não existem fisicamente – são arquivos digitais. Elas são um ativo financeiro muito similar às ações negociadas em bolsas de valores, com a diferença que as transações de compra e venda não passam por uma instituição reguladora, como o Banco Central, mas são feitas diretamente entre quem detém a moeda e quem pretende adquiri-la.

Para operar nesse mercado, os interessados devem criar uma carteira virtual. Para isso, é necessário abrir uma conta numa corretora de

criptomoedas. A partir daí, todas as transações são feitas entre os interessados usando como plataforma o blockchain, ferramenta que valida e registra as transações financeiras.

Desde seu lançamento, o valor do bitcoin, principal criptomoeda, sofreu forte oscilação e em março de 2019 estava valendo por volta de R\$ 16 mil – em dezembro de 2017 atingiu seu pico, R\$ 64 mil. A cotação das criptomoedas oscila com base na oferta e na demanda, a exemplo do que ocorre no mercado acionário. Por não ser um setor regulamentado, as transações são consideradas de alto risco.



Plantio de café no interior de São Paulo: blockchain pode facilitar negociação da produção agrícola



cadeia em sua rotina. Com o blockchain, eles se transformam em dados digitais invioláveis e se tornam visíveis para todos os participantes. Para o engenheiro de software José Ricardo de Oliveira Damico, um dos fundadores da Complied, a adoção do Corrente pode tornar mais ágil o processo de aquisição de crédito e seguro nos bancos. “O blockchain facilita a negociação da produção agrícola, já que os compradores querem ter certeza de que o agricultor terá recursos para produzir naquela safra, sob as condições contratadas”, afirma o engenheiro.

Apoiada pelo programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe), da FAPESP, a empresa criou uma funcionalidade no Corrente que permite aos participantes da rede operar off-line, o que, em princípio, quebraria a lógica do blockchain, que é ordenar as operações em tempo real conforme a sequência em que são realizadas. Isso é relevante porque nem sempre os produtores rurais podem se conectar à internet imediatamente para lançar seus dados. Ainda em curso, o projeto deve ser concluído este ano.

Apesar de a tecnologia blockchain estar ganhando terreno, alguns desafios ainda não foram superados. “Preocupa o elevado gasto de energia do processo”, destaca o engenheiro da computação Lucas Lago, do Centro de Estudos Sociedade e Tecnologia da USP (Cest-USP). O site Digiconomist criou uma metodolo-

gia para estimar o consumo de energia dos mineradores no mundo. Em março, o sistema calculava que a rede bitcoin exigia pelo menos 44 terawatts-hora por ano (TWh), equivalente ao consumo de um país como o Peru. Segundo Lago, há iniciativas para solucionar esse problema, como mudanças no algoritmo do blockchain, mas esse ainda é um obstáculo a ser superado. Um problema local, de acordo com o especialista, são as poucas iniciativas em formação de recursos humanos para trabalhar com a tecnologia.

DIREITO AO ESQUECIMENTO

O professor Marcos Simplício, da Poli-USP, usa um clichê para definir o blockchain: muitas vezes, é uma solução em busca de um problema a ser resolvido. “De 10 coisas que ouço falar sobre aplicações do blockchain, nove não fazem muito sentido”, sustenta. Para ele, várias redes privadas de blockchain não têm razão de ser, pois existe nelas algum laço de confiança entre os participantes, que necessariamente se conhecem. “Nesses casos, bastariam assinaturas digitais sobre os eventos ou um sistema de arquivos distribuído para a consulta de todas as transações, dispensando-se o custoso processo de mineração”, afirma.

Simplício aponta ainda que, nas redes privadas, a decisão sobre a validade dos blocos é muitas vezes concentrada em uma ou em um grupo de empre-

sas, corrompendo o espírito original do blockchain, que é a inexistência de uma instituição centralizadora. Além disso, a tecnologia não necessariamente dispensa a fiscalização humana. “Não é possível ter certeza de que uma caixa de flores contém, de fato, o produto, a não ser que uma entidade, como, por exemplo, um fiscal confiável, abra a caixa, confira e registre essa conferência no blockchain, criando um ‘registro digital’ válido de um produto real”, afirma o professor da Poli-USP.

Outra questão que preocupa usuários e desenvolvedores da ferramenta são as novas regulamentações para proteção de dados, como a europeia General Data Privacy Regulation (GDPR) e a brasileira Lei Geral de Proteção de Dados. Entre outras medidas, elas estabelecem o direito ao esquecimento – o direito que qualquer pessoa tem de que fatos relacionados à sua vida privada não sejam expostos ao público na internet ou em outro meio qualquer. Com o blockchain, não se sabe como isso se dará na prática, uma vez que as informações contidas no sistema não podem ser alteradas. ■

Projeto

Desenvolvimento de sistema em blockchain para o rastreamento e intermediação de operações e transações agrícolas (nº 17/01037-6); Modalidade Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe); Pesquisador responsável José Ricardo de Oliveira Damico (Complied); Investimento R\$ 81.981,91.

EMPRESA

DUAS RODAS

Jaraguá do Sul (SC)

Setor

Alimentício

Centros de P&D

Jaraguá do Sul (SC) e
São Bernardo do
Campo (SP)

Nº de pesquisadores

200

Principais produtos

Ingredientes para a
indústria de alimentos
e bebidas, como
aromas, extratos,
condimentos, aditivos
e produtos para
sorvetes e confeitaria

Planta-piloto de
pastilhas comestíveis
contendo aditivos
criados pela empresa

Sabor natural

A catarinense Duas Rodas investe no desenvolvimento de ingredientes para a indústria alimentícia visando a nova demanda dos consumidores

Novos hábitos de consumo à mesa e ações governamentais estão fazendo com que a indústria de alimentos e bebidas dedique mais atenção à inovação. No fim de 2018, representantes do setor comprometeram-se com o Ministério da Saúde a reduzir a quantidade de açúcar em seus produtos até 2022. Iniciativas semelhantes já haviam sido realizadas visando à diminuição de sódio e gorduras trans. A próxima meta é a redução de gorduras totais. Ao mesmo tempo, cresce a exigência entre os consumidores por uma alimentação mais natural e saudável.

Desenvolver ingredientes que ajudem a indústria alimentícia a atender às novas demandas de consumo é hoje a principal incumbência dos laboratórios da catarinense Duas Rodas, uma das líderes nacionais na fabricação de aromas, extratos, condimentos e aditivos para fábricas de alimentos e bebidas. A companhia, com sede em Jaraguá do Sul (SC), investe em pesquisa e desenvolvimento (P&D) pelo menos 5% do faturamento anual, que foi de R\$ 804 milhões em 2018.

A empresa obteve por volta de 18% de sua receita no ano passado com novos produtos. O esforço inovador foi reco-

nhecido pela Strategy&, consultoria estratégica da multinacional da área de auditoria PwC, que classificou a Duas Rodas como a segunda empresa mais inovadora do setor de alimentos e bebidas do país, superada apenas pela Ambev, e a 48ª no quadro geral de seu ranking de inovação.

O levantamento, realizado com o apoio da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei), revelou ainda que o segmento de alimentos e bebidas é um dos menos inovadores do país – ocupa a 16ª posição entre 21 setores pesquisados.

Entre as novidades da companhia que chegaram ao mercado nos últimos dois anos estão aditivos como o T-Sweet, um aroma feito a partir de plantas que permite ao fabricante arredondar o sabor final de produtos que sofreram redução de açúcar na formulação. Outras duas inovações, desenvolvidas a partir de matérias-primas alimentícias, são o NaLess, que permite a substituição parcial de sódio em biscoitos, snacks, temperos e carnes industrializadas ao gerar sensação de salgado, e o FatLess, solução que substituiu o uso de gordura em biscoitos recheados.



Fábrica em escala piloto de alimentos embutidos (à esq.) e análise de amostra de morango em equipamento de cromatografia (abaixo)



Como explica Antônio Carlos Figueiredo Gonçalves, diretor de Inovação e Tecnologia da Duas Rodas, açúcar, gordura e sódio (sal) são hoje vistos como vilões na alimentação, uma vez que o uso em excesso desses ingredientes pode gerar problemas de saúde, como hipertensão arterial e colesterol alto, elevando os riscos cardíacos. No entanto, esses ingredientes são fundamentais para o sabor dos alimentos e têm funções e propriedades difíceis de ser substituídas. Sem gordura, por exemplo, a massa de pães e bolos não cresce. A gordura gera maciez, e o sódio atua como conservante. O açú-

car é importante na fermentação, conservação, textura e cor dos alimentos. “O desafio é desenvolver ingredientes que cumpram as mesmas funções, mas que sejam mais amigáveis à saúde humana”, afirma Figueiredo Gonçalves.

Segundo Leonardo Fausto Zipf, presidente da Duas Rodas, existem duas macro-tendências de consumo de alimentos que demandam soluções convergentes: que sejam saudáveis e tenham indulgência. Indulgência é o jargão empregado no setor para se referir a algo gostoso, que gera prazer. “O produto saudável necessita de indulgência para atender

às exigências de paladar do consumidor, pois o sabor é o principal fator de recompra”, diz Zipf. “Nosso foco é fornecer ingredientes com as duas propriedades.”

Quase centenária, a Duas Rodas foi fundada em 1925 por dois imigrantes alemães, o químico farmacêutico Rudolph Hufenüssler e a esposa, a física Hildgard Hufenüssler, que instalaram uma fábrica de extratos e essências naturais em Jaraguá do Sul. Os Hufenüssler são de Mainz, cidade próxima a Frankfurt que tem no centro de seu brasão o desenho de duas rodas – a inspiração para o nome do negócio.

Além da unidade catarinense, a companhia conta com mais duas fábricas no Brasil, no município sergipano de Estância e em São Bernardo do Campo, na Região Metropolitana de São Paulo, e outras quatro na América Latina: na Argentina, no Chile, no México e na Colômbia. Ao todo, são 1.600 colaboradores, a maioria (1.374) no Brasil. A companhia vende seus produtos para 10 mil clientes em 30 países. O mercado externo é a origem de cerca de 15% da receita.

A estrutura interna de P&D é composta por um *Innovation Center* e um Centro Tecnológico de Pesquisa e Desenvolvimento, ambos em Jaraguá do Sul,

EQUIPE DE PESQUISADORES

Conheça alguns dos profissionais dos centros de P&D da Duas Rodas no país e as instituições responsáveis por sua formação

Antônio Carlos Figueiredo Gonçalves, químico industrial, diretor de Inovação e Tecnologia	Universidade Nuno Lisboa (RJ): graduação
Steven Charles Rumsey, neurocientista, gerente-geral de Tecnologia e Inovação	Universidade de Rochester (Nova York/EUA): graduação Universidade Columbia (Nova York/EUA): mestrado e doutorado
Luciana Marques das Portas Luiz, química industrial, gerente de Controle e Garantia de Qualidade	Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR): graduação Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR): mestrado
Karina Luize da Silva, farmacêutica, especialista em Pesquisa e Desenvolvimento	Universidade do Vale do Itajaí (Univali/SC): graduação e mestrado
Sabrina Guilmar Meneghini Dalfovo, engenheira de alimentos, aromata	Instituto Mauá de Tecnologia (SP): graduação Universidad Politècnica de Catalunya (Espanha): mestrado
Lucíla Vicari, química, especialista em análise sensorial	Universidade Federal de Pelotas (UFPEL/RS): graduação e mestrado

Pesquisadora realiza ensaio de bebida láctea contendo o aroma T-Sweet



e um Centro de Tecnologia e Inovação, inaugurado em 2018 após investimento de R\$ 5 milhões, junto à fábrica paulista. Cada uma das demais unidades industriais tem laboratórios regionais de P&D. São, ao todo, 200 pesquisadores e especialistas técnicos com prevalência de engenheiros de alimentos, químicos e nutricionistas. Do total, 10% têm mestrado ou doutorado.

O processo de inovação, porém, não está confinado aos laboratórios e centros de pesquisa. Segundo Leonardo Zipf, a empresa também estimula sua equipe a apresentar soluções por meio de comitês de inovação, núcleos formados por gestores de diferentes áreas que promovem discussões sobre todos os setores.

A Duas Rodas criou em 2016 uma plataforma aberta de inovação, batizada de Planta, cujo objetivo é aproximar indústrias de alimentos, clientes da empresa, profissionais da área de alimentação e gastronomia, estudantes universitários e consumidores em projetos de inovação colaborativa. A plataforma soma 18 mil pessoas conectadas e mais de 750 ideias cadastradas. Neste ano, a Planta será ampliada a fim de se tornar também um centro de aceleração de startups.

Recentemente a Duas Rodas incorporou ao seu portfólio um novo *smoothie*, criado a partir de ideias apresentadas na Planta. *Smoothies* são bebidas espessas e cremosas preparadas à base de frutas. A indústria os utiliza principalmente na produção de lácteos, como iogurtes. Os tradicionais são comercializados na forma líquida, enquanto a nova versão da Duas Rodas é em pó e demanda acréscimo de água no momento do uso pelo consumidor. A aposta é que o formato torne mais prático o transporte, a estocagem e a manipulação por parte da indústria.

A estratégia de inovação aberta estimulou a companhia a inaugurar há seis meses o espaço Sala Ouvir na Faculdade Senai Jaraguá do Sul, mantida pelo Serviço Nacional de Aprendizagem

Industrial (Senai) e pela Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (Fiesc). No espaço, são realizados debates, apresentações e reuniões. “O objetivo da Sala Ouvir é aproximar a indústria e a academia e promover inovação aberta”, destaca Antônio Carlos Figueiredo Gonçalves.

O diretor de Inovação e Tecnologia relata que a parceria entre a Duas Rodas e a academia já ocorre há alguns anos. Um projeto recente envolveu as universidades Federal de Santa Catarina (UFSC) e a do Vale do Itajaí (Univali). O trabalho resultou em uma linha de compostos desidratados naturais com base em acerola e extratos botânicos para uso em carnes embutidas, como salames, linguiças e salsichas. O ingrediente é um conservante natural com função antioxidante.

MAIOR DURABILIDADE

“Os testes de laboratório demonstraram que os compostos são capazes de aumentar a vida útil dos alimentos estudados em dois meses”, ressalta o bioquímico Pedro Luiz Manique Barreto, professor da UFSC e coordenador de uma equipe de cinco alunos do curso de ciência e tecnologia de alimentos dedicada ao projeto. Aumentar em dois meses a vida útil é ampliar significativamente o tempo de prateleira desses embutidos, que normalmente recebem indicação de dois meses para o consumo. Barreto avalia que o desenvolvimento de ingredientes naturais, como os compostos desidratados de acerola e extratos botânicos,

atende a uma demanda crescente por produtos mais saudáveis.

Um desafio de inovação que a equipe de P&D está empenhada em superar diz respeito à crescente demanda do consumidor pelo uso de proteína vegetal em sua alimentação. “Pesquisas apontam que um quarto da população brasileira manifesta interesse em substituir a proteína animal, total ou parcialmente, eliminando a carne em algumas refeições durante a semana”, relata Gonçalves.

Soja, ervilha e grão-de-bico são vegetais ricos em proteína e de valor nutritivo elevado, substitutos naturais da carne e do leite. A questão, segundo o diretor de Inovação, é que o sabor, o odor e a textura desses alimentos não são tão agradáveis ao paladar. “A nossa tarefa é criar ingredientes que acrescentem as características sensoriais de carne e leite, mascarando o acentuado sabor e odor da proteína vegetal”, afirma.

O plano estratégico da Duas Rodas, estabelecido em 2015, prevê que a companhia chegue a 2020 com crescimento superior a 10% ao ano. Outra meta é a intensificação da expansão internacional dos negócios, por meio de aquisições de pequenos concorrentes no exterior ou da construção de unidades fabris totalmente novas. No momento, a direção da empresa estuda oportunidades nos Estados Unidos, Europa e Ásia. “Vamos nos internacionalizar cada vez mais”, informa Figueiredo Gonçalves. “Nossa meta é obter 20% do faturamento no exterior em 2020 e 30% em 2025. ■ Domingos Zapparolli

Magistratura em TRANSFORMAÇÃO

Contrariando tendência dos anos 1990, estudo identifica retração da participação de mulheres e de classes populares entre juízes brasileiros

Christina Queiroz

Nos últimos 20 anos a magistratura brasileira envelheceu e viu reduzir a presença feminina e de integrantes de estratos econômicos mais baixos nessa carreira pública. Realizada em 2018, a pesquisa “Quem somos – a magistratura que queremos”, da Associação dos Magistrados Brasileiros (AMB), também revela que se antes os juízes se mostravam empenhados na busca pela democratização do acesso à Justiça, atualmente estão mais preocupados com temas institucionais e oportunidades de ascensão na própria carreira. Há 18.168 magistrados atuando hoje no Brasil – 3.785 responderam à pesquisa.

Os resultados do estudo permitem atualizar o perfil dos juízes brasileiros, mapeado anteriormente em 1996, em investigação conduzida pela AMB em parceria com o Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Iuperj), hoje Instituto de Estudos Sociais e Políticos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Iesp-Uerj). “Pano de fundo das duas pesquisas, o cenário político foi drasticamente alterado nesse intervalo de tempo, reverberando nos resultados dos trabalhos”, avalia o sociólogo Luiz Jorge Werneck Vianna, do Departamento de Ciências Sociais da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) e coordenador de ambas as investigações.

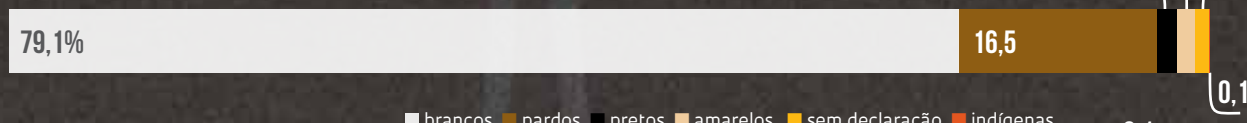


Perfil do magistrado brasileiro

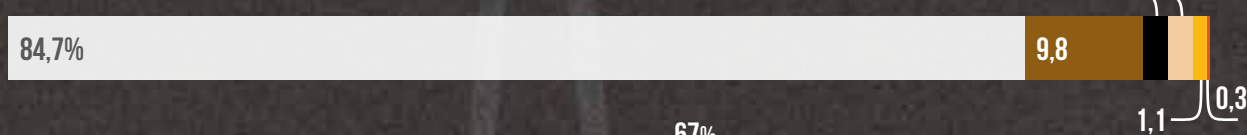
Maioria é do sexo masculino, branca, casada ou vive em situação de união estável

COR

Juízes de primeiro grau

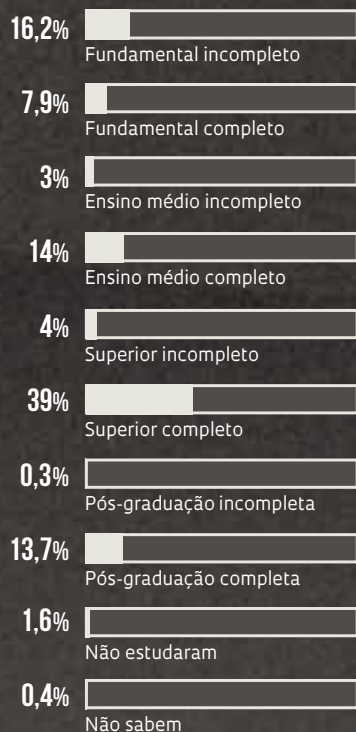


Juízes de segundo grau

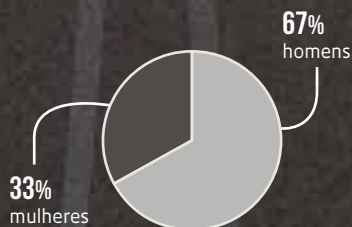


GRAU DE INSTRUÇÃO

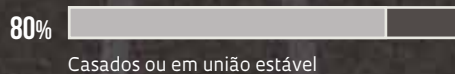
Escolaridade dos pais de juizes de primeiro grau



SEXO

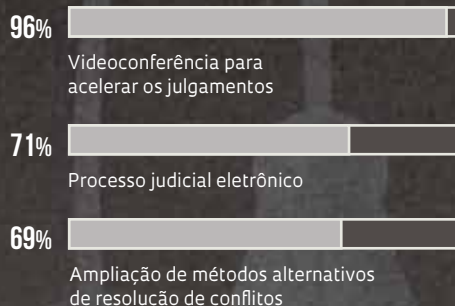


ESTADO CIVIL (juizes de primeiro e segundo graus)



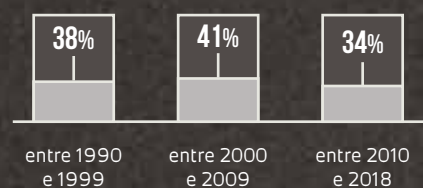
TECNOLOGIA

O que fazer para que a justiça seja mais eficiente



PRESEÇA FEMININA

Juízas ingressantes no primeiro grau de carreira



IDADE

Juízes de primeira instância com até 30 anos



Vianna observa que a primeira pesquisa refletia o momento em que o Judiciário esteve envolvido com a elaboração da Constituição Federal. “Nessa época, o Judiciário definiu a centralidade de seu papel nas relações institucionais do país”, diz. O estudo recém-divulgado foi desenvolvido um pouco antes das eleições gerais de 2018. “Agora a pesquisa reflete um momento em que o Judiciário adotou uma postura defensiva. Ao ter de se defender de acusações de ativismo, passou a centrar seu trabalho em temas procedimentais da democracia, abandonando a preocupação com os temas sociais, muito marcantes há 20 anos”, compara Vianna. Os chamados temas procedimentais se referem a processos democráticos como, por exemplo, as formas pelas quais os representantes são eleitos, como os partidos políticos e as eleições se organizam, a definição de quem pode votar e se candidatar a cargos públicos, como o dinheiro público é utilizado, entre outros.

Também participante dos dois estudos, a socióloga Maria Alice Rezende de Carvalho, do Departamento de Ciências Sociais da PUC-RJ, lembra que após a promulgação da Constituição, em 1988, houve um movimento de afirmação em relação a novos direitos individuais e coletivos, intensificando os conflitos jurídicos no país. O poder Judiciário se aproximou da vida social e a estrutura de instituições jurídicas se ampliou, com a criação de Juizados Especiais Criminais e Cíveis, que passaram a contemplar novas demandas. “Esses juizados começaram a atender causas até então consideradas de menor importância”, relata a pesquisadora. Naquele cenário, a primeira edição do estudo identificou que os magistrados estavam orientados à questão social e empenhados em democratizar o acesso à Justiça.

A pesquisadora afirma ainda que essa tendência de os juízes brasileiros considerarem diferenças sociais nos julgamentos também refletia a crise do estado de bem-estar social dos anos 1970, que desencadeou um processo de desregulamentação de direitos em todo o mundo e, no Brasil, relegou ao Judiciário a função de defender os setores sociais mais atingidos pelo desmonte.

Por intermédio de um conjunto de perguntas que avaliou como os juízes pensam o direito e o papel do Judiciário, o estudo constatou que os magistrados tendem, hoje, a recusar papel mais ativista, informa o sociólogo Marcelo Tadeu Baumann Burgos, do Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da PUC-RJ, também participante das pesquisas. A investigação mostra que o Judiciário brasileiro vem abandonando a perspectiva de “guardião dos direitos fundamentais”, orientando sua atuação nos procedimentos que assegurem a formação democrática da vontade dos cidadãos. Ele detalha que nos anos 1990 sobressaiu, no estudo, o apoio da magistratura em

relação ao protagonismo do Judiciário no combate às desigualdades sociais. Em contrapartida, hoje ganharam relevância a questão da eficiência da Justiça e também a valorização do Judiciário como braço do Estado no controle da moralidade pública, incluindo os temas da segurança pública e o combate à corrupção.

Em relação às mudanças que ocorrem na carreira, Burgos observa que atualmente os juízes tendem a se voltar à lógica interna da profissão, buscando oportunidades de ascensão dentro da magistratura, o que inclui investir em cursos de pós-graduação. De acordo com o estudo, 78,9% dos juízes de primeiro grau e 73,8% dos juízes de segundo grau frequentaram algum curso desse tipo, percentuais superiores aos da pesquisa de 1996, quando 48% dos juízes de primeiro grau e 59% dos de segundo grau afirmaram ter cursado uma pós-graduação.

MEMÓRIA JURÍDICA

A pesquisa também revela que os juízes brasileiros estão bastante propensos a tomar decisões individuais: 52% dos magistrados de primeira instância afirmaram não considerar a jurisprudência em seus julgamentos. Mesmo reconhecendo que o conjunto das decisões e interpretações prévias das leis, feitas pelos tribunais superiores, é fundamental para a racionalização das atividades judiciais e para agilizar a tramitação processual, 55% dos ministros desses tribunais, dentre os que responderam à pesquisa, declararam não se pautar, necessariamente, pela jurisprudência, na medida em que consideram que ela prejudica a independência funcional.

Em projeto que analisou o impacto das decisões do Supremo Tribunal Federal (STF) no Judiciário brasileiro, Luciana Gross Cunha, da Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV Direito SP), constatou que há um grau significativo de decisões do Tribunal de Justiça de São Paulo que não segue as Súmulas Vinculantes publicadas pelo Supremo Tribunal Federal. “Com isso, na maioria dos casos, eles criam exceções para decisões que já deveriam ser estabelecidas de antemão”, afirma. De acordo com a pesquisadora, essa resistência acontece por diferentes motivos. Um deles diz respeito ao princípio do juiz natural, que está assegurado pela Constituição e garante a independência e imparcialidade do juiz nas suas decisões. Além disso, o sistema jurídico brasileiro – *civil law* – dá menos importância às decisões anteriores tomadas pelos tribunais de segunda instância ou superiores, funcionando em

Embora as mulheres constituam a maioria da população brasileira, a proporção não se reproduz em espaços de maior poder

Universo da magistratura

O poder Judiciário conta com **18.168** magistrados



- 41 juizes militares estaduais
- 60 ministros de tribunais superiores
- 38 juizes militares
- 15 ministros da Justiça Militar da União

PROPORÇÃO DE MULHERES POR SEGMENTO



FONTE: CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA (CNJ)

uma lógica distinta, se comparado, por exemplo, com o sistema de *common law*, vigente em países como os Estados Unidos. “Com isso, no Brasil, os precedentes jurídicos, ou as decisões anteriores, acabam tendo pouco valor”, explica. Tal característica, destaca Cunha, faz com que casos similares recebam decisões diferentes conforme o juiz que julga o processo.

PRESEÇA FEMININA

A primeira edição do estudo da AMB apontava para um processo crescente de ingresso de mulheres na magistratura. Se a tendência identificada nos anos 1990 tivesse seguido trajetória ascendente, com a força que demonstrava então, hoje o percentual de juízas na carreira seria de 60%, informa Burgos, da PUC-RJ. Não foi o que ocorreu. A pesquisa mostrou que o período de maior entrada de mulheres na magistratura aconteceu entre 1990 e 1999 e entre 2000 e 2009, quando as mulheres chegaram a representar, respectivamente, 38% e 41% do total de juizes ingressantes. Entre 2010 e 2018, o percentual de entrada de mulheres caiu para cerca de 34%. “Os cursos de direito contam com crescente participação feminina, mas essa tendência não encontra

efeito homólogo na magistratura, de maneira que desde 2010 o ingresso de mulheres na profissão tem perdido força”, analisa Burgos, lembrando que, para ser compreendida, a constatação depende de estudos que analisem todas as etapas de acesso à magistratura.

Uma das autoras de outro estudo que procurou medir a participação feminina na Justiça Federal, a juíza Gabriela Azevedo, coordenadora de comissão Mulheres da Associação dos Juizes Federais (Comissão Ajufe Mulheres), conta que a presença de mulheres nesse ramo da Justiça passou de 26% para 32%, entre 2013 e 2018. “Porém, a proporção relativa a juízas federais negras nesse panorama permaneceu reduzida, totalizando apenas 2%”, destaca. Além de ingressar na magistratura federal em menor escala, as mulheres também progredem menos na carreira, chama a atenção Azevedo. “A proporção de desembargadoras é sempre menor do que a de juízas federais. Por isso, dizemos que há um ‘teto de vidro’ na carreira”, observa. Ainda de acordo com ela, o percentual de desembargadoras nos Tribunais Regionais Federais (TRF) é, em média, de 20,86%, enquanto na primeira instância da Justiça Federal a participação feminina média atinge

Etapas da carreira de juiz

Cada segmento do Judiciário possui concurso próprio

Obtenção do título de bacharel em direito

Mínimo de três anos de atividade jurídica (exigência vigente desde 2004)

Aprovação em concurso para magistratura



Áreas de atuação

Na Justiça comum, um juiz pode atuar na esfera estadual ou federal. São três as áreas especializadas: eleitoral, trabalhista e militar



32,06%. “Isso significa que, embora as mulheres constituam a maioria da população brasileira, a proporção não se reproduz em espaços de maior poder ou visibilidade”, avalia.

A primeira juíza do Brasil, Auri Costa Moura (1911-1991), ingressou na magistratura estadual cearense em 1939 e foi nomeada desembargadora do Tribunal de Justiça do Estado do Ceará em 1968. “Pensamos que Moura só tomou posse como juíza devido ao seu nome ter sido confundido com o de um homem, em algumas etapas do concurso”, conta a socióloga Veridiana Pereira Parahyba Campos, pesquisadora da Fundação Carlos Chagas (FCC) e uma das autoras do estudo da Ajufe. Campos lembra que a segunda juíza do Brasil, a catarinense Thereza Grisólia Tang (1922-2009), tornou-se magistrada apenas em 1954, 15 anos mais tarde do que Moura. “Durante cerca de 20 anos, ela foi a única mulher a atuar no Judiciário de Santa Catarina”, conta a pesquisadora.

ENVELHECIMENTO DO JUDICIÁRIO

Outra tendência ascendente da década de 1990 que perdeu força no panorama recente envolve a participação, na magistratura, de juízes provenientes de classes econômicas mais baixas. Na pesquisa anterior, cerca de um terço dos juízes era egresso de classes populares. Atualmente essa proporção é de um quarto, informa Burgos. A pesquisa também mostra que 27% dos juízes de primeiro grau em atividade são filhos de pais sem o ensino médio completo, percentual que na pesquisa de 1996 era de 54%. Cerca de 80% dos juízes de primeiro grau se declararam brancos, 18%, pardos e pretos. Entre os juízes de segundo grau, o percentual de brancos atinge quase 85% e o de pretos e pardos 11%.

Outra constatação da pesquisa mostra que o Judiciário envelheceu: 31% dos juízes de primeiro grau têm até 40 anos e 31% têm 51 anos ou mais. Entre os juízes de segundo grau, quase 45% dos respondentes declararam ter 61 anos ou mais. No estudo anterior, 51% dos magistrados tinham até 40 anos e 15%, 51 anos ou mais. Cunha, da FGV, acredita que o dado reflete a redução, desde 2010, no número de concursos para ingresso na magistratura e está relacionado a uma permanência mais longa na carreira. Atualmente, a maioria dos desembargadores do país tem mais de 60 anos de idade.

Apesar de a presença de homens brancos ainda ser majoritária, Maria Tereza Sadek, do Departamento de Ciência Política da Universidade de São Paulo (DCP-USP), chama a atenção para certa modificação no perfil do magistrado nas últimas quatro décadas. “Antes, quase todos os juízes eram homens, filhos de magistrados ou de grandes advogados. Mulheres, homossexuais ou mesmo filhos de estrangeiros acabavam sendo re-



27% dos juízes de primeiro grau em atividade são filhos de pais sem o ensino médio completo

provados nas provas orais”, afirma. Segundo Sadek, essa diversificação no perfil dos magistrados está presente, também, em suas orientações teóricas. “Há juízes formados em diferentes escolas, algumas mais positivistas, outras mais sociológicas”, exemplifica. A característica explica, na visão da pesquisadora, alguns dos debates recentes no STF. “Muitas vezes, os ministros divergem porque partem de pressupostos teóricos diferentes e isso também ocorre na magistratura de primeiro grau”, observa, lembrando que até a década

de 1990 os juízes praticamente só se pronunciavam nos autos dos processos e, por isso, eram pouco conhecidos da população. “Atualmente, o processo de judicialização da política, que vive seu ápice com os casos de corrupção investigados pela Operação Lava Jato, e o protagonismo do STF envolvendo decisões como a união homoafetiva têm feito com que o poder Judiciário esteja presente nas questões cotidianas que movem o Brasil”, conclui. ■

Projeto

Dez anos da reforma do Judiciário: Os efeitos práticos das reclamações constitucionais e da repercussão geral no STF e no TJPSP (nº 15/05589-8) Modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular; Pesquisadora responsável Luciana Gross Cunha (FGV); Investimento R\$ 20.639,05.

Estudo

VIANNA, L. W. et al. Quem somos – A Magistratura que queremos. Associação dos Magistrados Brasileiros, 2018.

Livros

CAMPOS, V. P. P. Processo de feminização da magistratura no Brasil: Mecanismos e possibilidades de uma mudança social. Editora da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2016.

VIANNA, L. W. et al. Corpo e alma da magistratura brasileira. Editora Revan, 1997.

Mediador *literário*

Primeiro intérprete de Jorge Amado na Espanha, filólogo Basilio Losada traduziu cerca de 150 livros de oito idiomas

VERSÃO ATUALIZADA EM 28/06/2019

Nos anos 1970, quando a literatura brasileira era quase desconhecida na Espanha, o filólogo galego Basilio Losada Castro bateu às portas dos principais editores de Barcelona, cidade onde vive até hoje, para oferecer suas traduções de livros de Jorge Amado (1912-2001). Nascido em Lánchara em 1930, o crítico literário e catedrático aposentado de língua e literatura galega e portuguesa na Universidade de Barcelona recebeu sucessivas negativas, até encontrar um editor catalão que se interessou pelo projeto e decidiu publicar o autor brasileiro. Antes disso, Amado tivera alguns de seus contos traduzidos

na *Revista de Cultura Brasileira*, concebida em 1962 pelo poeta e tradutor espanhol Ángel Crespo (1926-1995) e por João Cabral de Melo Neto (1920-1999). Responsável, também, por introduzir a literatura de José Saramago (1922-2010) na Espanha, Losada traduziu cerca de 150 obras de oito idiomas: galego, alemão, catalão, espanhol, inglês, francês e russo, além do português. Publicou, ainda, diversos volumes de crítica literária e antologias comentadas de poesia. Integrante da Real Academia Galega, em maio de 2018 recebeu o Prêmio Eduardo Lourenço por estabelecer uma “rede de mediação cultural entre os diferentes espaços linguísticos da península Ibérica”.



Losada na frente da instalação "Singularidade", de Alicia Martín, em Santiago de Compostela (2018)



A honraria é concedida anualmente pelo Centro de Estudos Ibéricos, criado em 2001 pelas universidades de Salamanca e Coimbra na cidade portuguesa de Guarda. Embora tenha se aposentado em 2000, segue dando palestras de literatura brasileira. Losada concedeu a seguinte entrevista à *Pesquisa FAPESP*.

Como a tradução entrou em sua vida?

Eu comecei a trabalhar aos 12 anos como ajudante de um advogado que tinha sido professor da Institución Libre de Enseñanza, instituição laica e privada criada em Madri em 1876 para defen-

der a liberdade de cátedra. Minha função era receber suas visitas. Na época, eu não tinha dinheiro para comprar livros, mas ele me emprestava os seus e nos reuníamos às sextas-feiras, depois do expediente, para discutir essas leituras. Depois de dois anos, ele me apresentou um amigo que tinha uma *academia de bachillerato* [escola que oferece formação superior de curta duração]. Lá, comecei a trabalhar organizando os livros da biblioteca e, em troca, não precisava pagar as mensalidades. Permaneci nessa escola durante dois anos, período em que me preparei para ingressar na universi-

dade. Obtive a licenciatura em filosofia e letras, com especialidade em história da arte e filologia. Na prova para ingressar na universidade, os candidatos eram analisados por sete catedráticos – e, na maioria das vezes, 80% eram reprovados. Tirei 10 nas avaliações, com exceção de 3 em matemática, e ingressei na universidade aos 16 anos. Comecei a traduzir porque precisava ganhar dinheiro. Em 1975, aos 45 anos, defendi o doutorado em filologia galega com uma tese intitulada “Temas de Rosalía de Castro”. Fui um estudante pobre, mas sempre gostei de ler e acumulei muitos livros.

Em 2003 e em 2017, doei diversos livros à Biblioteca da Galícia, em Santiago de Compostela, totalizando cerca de 30 mil volumes. Cerca de 200 livros dessa biblioteca fazem parte da minha história profissional e pessoal. Cada vez que vou à cidade, passo por lá para rever meus livros e lembrar minha trajetória e os momentos mais importantes da minha formação intelectual.

O senhor já traduziu para o espanhol obras escritas em sete idiomas distintos. Como isso é possível?

Para mim, traduzir é a melhor maneira de ler um livro em profundidade. Sempre que eu começo a ler uma obra que me interessa, penso que preciso traduzi-la. Todos os idiomas que aprendi a traduzir, comecei por ler alguma obra nessa língua – e não pela gramática. Ou seja, meu aprendizado de idiomas é abrir um livro, começar a ler e ver o que consigo entender daquela língua. Penso que quando uma pessoa consegue ler cinco idiomas, pode ler 15. Para mim, as línguas com as quais trabalho são línguas para ler. O alemão, por exemplo, conheço bem, mas cada vez que vou à Alemanha, para onde viajo com frequência para dar conferências, fico um pouco assustado em ter que falar com desenvoltura para plateias grandes.

A literatura brasileira começou a circular na Espanha graças aos seus esforços. Como tudo aconteceu?

Nos anos 1960, a literatura brasileira era desconhecida na Espanha. Eu mesmo não sabia sequer os nomes de autores brasileiros, mas me interessava pela língua portuguesa, por conta da proximidade com o galego, meu idioma materno. Em 1964, encontrei em um sebo um livro de Jorge Amado, *Os velhos marinheiros*. Comecei a lê-lo no ônibus, a caminho da universidade, dando gargalhadas. Curioso por conhecer melhor esse escritor, comprei, em seguida, *Capitães da areia*. Inicialmente, a edição de autores brasileiros na Espanha foi muito difícil. Eu tinha boas relações de amizade e colaboração com cerca de 10 editores importantes em Barcelona. Muitos deles tinham sido meus colegas ou alunos na universidade. Eu ia de editor em editor oferecendo livros de autores brasileiros e portugueses e muitos me diziam que esses escritores não tinham saída em



Nos anos 1960, a literatura brasileira era desconhecida na Espanha. Eu mesmo não sabia sequer os nomes de autores brasileiros

espanhol. No caso de Jorge Amado, eu escutava que seu nome parecia o de um autor castelhano de menor importância. Até que fiz contato com Luis de Caralt [1917-1994], editor catalão que editava em espanhol. Intelectual próximo ao franquismo, possuía uma editora com seu próprio nome e se interessou por publicar o brasileiro. Foi assim que, em 1968, os primeiros livros de Jorge Amado foram editados na Espanha. Entre os outros livros de Amado que, mais tarde, verti para o espanhol, estão: *Os pastores da noite*, *Jubiabá*, *Seara vermelha*, *Os subterrâneos da liberdade*, *O descobrimento da América pelos turcos* e *Navegação de cabotagem*. Naquela época, eu dava aulas e conferências sobre literatura brasileira por todo o país e sempre começava minhas falas dizendo como ela me parecia a mais esperançosa do mundo.

Que outros autores brasileiros o senhor apresentou aos espanhóis?

Fiz a tradução, na Espanha, do primeiro livro de Clarice Lispector [1920-1977], *Perto do coração selvagem*. Até meados dos anos 1990, ela também era desconhecida entre leitores, editores e críti-

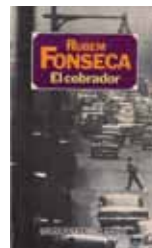
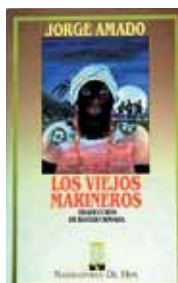
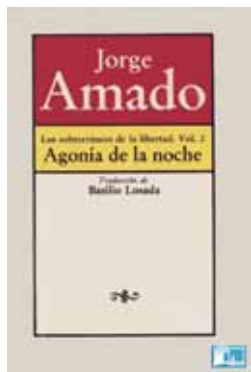
cos espanhóis. Hoje, a autora é a mais editada e reconhecida, do mundo literário brasileiro, aqui. Toda sua obra foi traduzida por minha filha Elena Losada, professora titular no Departamento de Língua e Literatura Galega e Portuguesa na Universidade de Barcelona. Além dela, outras traduções importantes que fiz foram *Helena*, de Machado de Assis [1839-1908]; *As horas nuas*, de Lygia Fagundes Telles; *O quinze*, de Rachel de Queiroz [1910-2003]; *Quarup*, de Antônio Callado [1917-1997]; *O cobrador* e *Secreções, excreções e desatinos*, de Rubem Fonseca; os dois volumes de *O Continente*, de Erico Verissimo [1905-1975]; além de trabalhos de Patrícia Melo e Autran Dourado [1926-2012].

Como as primeiras traduções de José Saramago foram recebidas em seu país?

Também em um sebo, comprei o primeiro livro publicado pelo autor português, *Terra do pecado*, de 1947. Fiquei deslumbrado e comecei a conversar com editores de Barcelona e Madri sobre a possibilidade de publicar a tradução de duas de suas obras: *Memorial do convento* e *O ano da morte de Ricardo Reis*. Saramago, até os anos 1990, também era pouco conhecido na Espanha e foi um poeta catalão, Pere Gimferrer Torrens, que se interessou por publicar seu primeiro trabalho. Naquela época, Gimferrer dirigia a editora Seix Barral, uma das mais importantes da Espanha. O poeta português Fernando Pessoa [1888-1935] já circulava entre o público universitário, eu mesmo tinha dado um curso sobre sua poesia durante cinco anos. Por isso, o editor optou por lançar, primeiramente, *O ano da morte de Ricardo Reis* [um dos heterônimos de Pessoa]. A versão em espanhol do livro, publicada em 1984, foi um êxito editorial e Gimferrer decidiu traduzir as obras completas de Pessoa. Conheci Saramago pessoalmente e traduzi 14 romances seus. Em 1991, a tradução que fiz para *Memorial do convento* recebeu o Prêmio Nacional de Tradução do governo espanhol. Saramago ajudou a consolidar a presença viva que hoje a literatura de língua portuguesa tem na Espanha.

Há especificidades na tradução do português para o espanhol?

Por terem sido as primeiras, minhas traduções de autores brasileiros e portu-



Capas de alguns dos títulos de autores brasileiros traduzidos pelo filólogo galego

ses foram, no início, uma aventura editorial, diferentemente das traduções do francês, por exemplo, pois muitas delas já tinham sido feitas anteriormente por outros tradutores. Eu já traduzi cerca de 100 livros de língua portuguesa e nunca tive muitas dificuldades com o idioma, porque o galego se diferencia pouco do português. O galego é um português falado com fonética castelhana, ou seja, as principais diferenças ocorrem nos sons. Enfrento mais dificuldades quando o autor em questão é um africano de língua portuguesa e usa formas dialetais, ou mesmo com Guimarães Rosa [1908-1967], que utiliza o português de um jeito muito peculiar. Sigo considerando o Brasil um dos mais interessantes no terreno da criação literária. Penso que a melhor literatura se faz em países menos desenvolvidos e, no caso do Brasil, há uma variedade de matrizes étnicas que colabora com o processo criativo dos autores.

O senhor já veio ao Brasil?

Estive seis vezes no país e a primeira delas foi após uma viagem que fiz a Buenos Aires, em 1968. Passei um mês na Argentina dando conferências e surgiu a possibilidade de visitar o Brasil, antes de regressar à Espanha. Estive durante uma semana no Rio de Janeiro e fiquei deslumbrado. Passei todo o tempo entrando em livrarias, como costume fazer até hoje nas cidades que visito, e gastei todo o dinheiro que ganhei nas conferências feitas na Argentina comprando livros. Em outras oportunidades, estive no país para feiras do livro e congressos, e conheci alguns autores que traduzi,

“
Sigo considerando o Brasil um dos mais interessantes no terreno da criação literária. Há no país uma variedade de matrizes étnicas que colabora com o processo criativo

como Rubem Fonseca. Também iniciei a circulação dos trabalhos de Fonseca na Espanha. Tenho o sonho de voltar ao país antes de morrer, mas, a essa altura, com quase 90 anos, me parece difícil.

Durante o regime franquista, o governo proibiu o uso do galego. Que impacto isso teve em sua vida?

Eu cheguei em Barcelona em 1939, no final da Guerra Civil, aos 8 anos. Com minha família, viemos visitar meu pai, combatente de guerra que estava internado em um hospital militar com feridas

na cabeça, que muitas vezes o faziam se esquecer de quem éramos. Ele acabou morrendo em 1940. A história dele é um caso curioso, algo que aconteceu frequentemente durante a Guerra Civil. Ele era anarquista, mas em 1936, quando o conflito estourou, foi convocado para tomar parte no exército de Franco. Lutou contra os próprios amigos anarquistas e viu muitos deles morrerem. Ou seja, ele fez a guerra ao lado dos franquistas e por causa deles morreu, mesmo se opondo aos seus ideais. No começo da guerra, meu pai nos proibiu de falar galego, mas costumávamos conversar no idioma com minha mãe, quando ele não estava em casa. Depois que ele morreu, nos instalamos em Barcelona e passamos a conviver com muitas outras pessoas procedentes da Galícia. Vivíamos em um apartamento humilde, mas aos domingos a comunidade galega de Barcelona se reunia em casa. Eu pensava que aquelas pessoas vinham para tomar o chocolate quente da minha mãe. Mais tarde, me dei conta de que elas se reuniam para poder falar galego e recordar a terra natal. Hoje, o governo espanhol quer exumar o corpo de Franco, enterrado em um mausoléu no Valle de los Caídos, no município de San Lorenzo del Escorial, próximo a Madri. Lá, também estão enterradas cerca de 40 mil vítimas da Guerra Civil, em uma das maiores fossas comuns do mundo. Acho essa ideia equivocada, penso que deveriam deixá-lo onde está e distribuir livros que contem a história de por que ele está enterrado nesse mausoléu monumental. Realizar a exumação dos seus restos mortais seria trabalhar contra a memória histórica. ■ **Christina Queiroz**

UMA OBRA PARA CINEFILOS

26 pesquisadores analisam em livro
um século de produção nacional

Valéria França

VERSÃO ATUALIZADA EM 28/06/2019

Mais de mil páginas distribuídas em dois volumes, análises de 26 pesquisadores especializados em épocas e gêneros cinematográficos distintos, que reconstroem mais de cem anos de produção nacional. A obra com essas características, *Nova história do cinema brasileiro* (Sesc, 2018), foi organizada por Fernão Pessoa Ramos e Sheila Schvarzman e fornece uma visão historiográfica do cinema brasileiro que aborda também temáticas muito presentes nessas duas décadas do século XXI, como o papel das mulheres, das questões de gênero e das minorias raciais e étnicas. A iniciativa partiu de Ramos, pesquisador do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas (IA-Unicamp) e autor de outros livros sobre cinema.

“Sentia falta de uma edição atualizada e mais completa”, diz ele, referindo-se à obra anterior, *História do cinema brasileiro* (Círculo do Livro), de 500 páginas, editada em 1987. “Queria pensar os grandes temas e questões do cinema brasileiro, sempre valorizando a perspectiva histórica e sua disposição na cronologia”,

Ruth de Souza em cena de *Sinhá moça*, dirigido pelo argentino Tom Payne (1914-1996)



explica Ramos, autor do texto que, na obra, faz um apanhado do período entre o Cinema Novo e a chamada Retomada, passando pela grande crise. Além de preencher a lacuna temporal, havia a preocupação de ampliar os temas já abordados. “O conhecimento sobre cinema mudo, e consequentemente a seção dedicada ao tema, cresceu. São 200 páginas alinhavadas por nove autores”, exemplifica Schvarzman, professora da pós-graduação em comunicação e de história do cinema brasileiro da Universidade Anhembi Morumbi, em São Paulo.

“Para o público em geral, o fato de o Brasil ter produzido filmes mudos não é muito conhecido. Muitos nem imaginam que isso aconteceu. Já para nós, pesquisadores, o importante foi trazer tudo aquilo que se pôde conhecer nos últimos anos”, diz Schvarzman. Os pesquisadores identificaram, até 1930, a sobrevivência de 36 longas-metragens e de 218 documentários (curtas), que juntos, estima-se, correspondem a 10% da produção que o Brasil conseguiu preservar. “Nem todos estão intactos. De alguns longas, conseguimos resgatar apenas alguns fragmentos que sobreviveram ao tempo”, diz Carlos Roberto de Souza, autor do capítulo que trata do cinema em São Paulo, entre 1912 e 1930, e professor do Programa de Pós-graduação em Imagem e Som da Universidade Federal de São Carlos (PPGIS-UFSCar).

No início do século XX, os principais centros cinematográficos produtores

eram Rio de Janeiro e São Paulo, cidades com mais recursos financeiros, que faziam filmes “naturais” – como são chamados os registros cinematográficos de cenas de natureza, paisagens urbanas, demonstrações científicas, eventos políticos e sociais. Entre 1920 e 1930, cidades como Recife (PE), Porto Alegre e Pelotas (RS), Campinas (SP) e Cataguases (MG) também se destacaram com os chamados “ciclos regionais”.

Conforme indica Luciana Corrêa de Araújo, professora do PPGIS-UFSCar e autora do capítulo que trata do cinema em Pernambuco no início do século passado, na segunda metade dos anos 1920 a produção naquele estado nordestino era particularmente “robusta e expressiva”. Até o momento, as pesquisas registram quase 50 filmes produzidos em apenas seis anos, a partir de 1924, entre curtas e longas, naturais e de ficção.

NOVO APPROACH

“Nossa abordagem não se restringe apenas aos diretores, apresenta uma análise maior, que engloba os exibidores, o público, as produtoras, as bilheterias e as salas”, explica Ramos, ao destacar que a intenção, na obra, foi oferecer uma visão geral sobre o tema. “O cinema não é feito por luminares. Não estamos falando de poesia. Trata-se de uma arte coletiva, que depende de uma equipe, da qualidade de exibição de seu produto e da receptividade do público”, contextualiza Carlos Roberto de Souza.



Nascida no Cairo, a atriz Eva Nill (1909-1990) destacou-se em produções do cineasta Humberto Mauro (1897-1983)

Exemplo disso é o capítulo “Os primórdios do cinema no Brasil”, em que José Inacio de Melo Souza, pesquisador aposentado da Cinemateca Brasileira, descreve as tecnologias então inovadoras que estavam em uso, caso dos cosmorama (caixas que imitavam cenas reais,

como paisagens de cidades europeias, por exemplo, a partir de um fundo pintado e com auxílio de objetos esculpidos que conferiam a impressão de tridimensionalidade) e lanternas mágicas (constituídas por uma câmera escura e lentes). De acordo com Melo Souza, as primeiras exhibições no país aconteceram em locais públicos como ruas e feiras e foram organizadas por ambulantes que transportavam os filmes na mala. Na primeira vez que uma película foi exibida em uma tela propriamente dita, em julho de 1896, na rua do Ouvidor, no Rio de Janeiro, o público era formado exclusivamente por jornalistas.

AS MINORIAS E O PRECONCEITO

Antes de *Nova história do cinema brasileiro* ser escrita, Ramos e Schwarzman apresentaram as premissas que julgaram fundamentais à sua elaboração aos colaboradores convidados. “Tivemos a preocupação de aprofundar questões antes despercebidas pela história e que agora constituem tendência da historiografia”, diz Ramos, referindo-se ao racismo, ao papel das mulheres, de afrodescendentes e indígenas nas produções cinema-



O dragão da maldade contra o santo guerreiro, dirigido por Glauber Rocha (1939-1981), integra lista dos 100 melhores filmes brasileiros da Abraccine

2 VOLUMES

1.118 PÁGINAS

SETE SEÇÕES

- > Os primórdios, o cinema mudo, e o início do cinema sonoro (1895/1935)
 - > Estúdios e independentes (1930/1954)
 - > O Ince e o cinema documentário educativo (1937-1966)
 - > Cinema Novo, Cinema Marginal e depois (1955-1980)
 - > A Embra e a boca
 - > A grande crise e a retomada (1985-2003)
 - > Cinema brasileiro contemporâneo
-



Wagner Moura em cena de *Tropa de elite*, filme policial dirigido por José Padilha (2007)

tográficas. Tal preocupação não estava presente em seu livro de 1987.

Schwarzman lembra que o preconceito era tão enraizado no passado que essas temáticas não despertavam a atenção. “Foram poucas as mulheres com carreira na direção de longas de ficção”, escreve Cleber Eduardo, curador da já tradicional Mostra de Cinema de Tiradentes (MG). Entre as cineastas destacadas por ele estão a paulistana Ana Carolina, diretora de *Getúlio Vargas* (1974) e *Primeira missa ou Tristes tropeços, enganos e urucum* (2014), e a carioca Lúcia Murat, vencedora do Kikito de melhor filme no Festival de Gramado, com *Uma longa viagem* (2011).

A questão racial é percebida em pequenos detalhes. Por exemplo, em *The souro perdido*, de 1926, a direção do mineiro Humberto Mauro (1897-1983) mostra um menino negro com um cigarro aceso na boca. Na imagem seguinte, um sapo faz o mesmo. “Comparar a boca de um menino negro com a de um sapo é racismo, por mais que o diretor não tivesse essa intenção”, analisa Schwarzman, autora de tese de doutorado sobre a obra de Mauro.

OS ANOS 2000

Gênero que não fazia parte do primeiro livro de Ramos, a comédia romântica ganhou público e importância nas mais de três décadas que separam as duas obras.

Livro aprofunda questões que constituem tendência da historiografia contemporânea

“Muitos críticos torceram o nariz para filmes como *De pernas pro ar* (2010) devido ao claro apelo popular”, observa Schwarzman. Segundo ela, o filme aborda sexo, preconceitos e estereótipos das relações sociais e foi responsável por levar 3,5 milhões de espectadores às salas de cinema de todo o país.

A protagonista, interpretada pela atriz Ingrid Guimarães, é uma mulher devotada ao trabalho e vê sua vida mudar radicalmente quando o marido decide sair de casa. Dois anos depois, com *De pernas pro ar 2*, Guimarães conquistou um pú-

blico pagante ainda maior: 4,8 milhões de pessoas. “O cinema contemporâneo explica muito o Brasil. Ele revela o interesse pelo consumo, a mudança do papel da mulher e o interesse pela ascensão social”, diz Schwarzman. Para ela, o cinema brasileiro tem levado às telas um panorama atual do país.

Alguns filmes deram origem a seriados para a TV aberta, como *Ó pai, ó* (2007), de Monique Gardenberg, e *Divã* (2009), dirigido por José Alvarenga Júnior. Outros têm feito sucesso em sites de streaming, caso de *Se eu fosse você* (2006), de Daniel Filho, e *Tropa de elite* (2007), de José Padilha. Trata-se de uma nova era, em que a sétima arte vai se adaptando às novas possibilidades de reprodução. “Muda a plataforma, mas a arte segue viva, como aconteceu em todas as evoluções pelas quais o cinema passou – a chegada da cor, do som e da digitalização”, constata Ramos. ■

Projetos

1. A a-encenação documental: Análise e tentativa de definição (17/07597-3); **Modalidade** Bolsa no Exterior – Pesquisa; **Pesquisador** Fernão Pessoa Ramos (Unicamp); **Local de pesquisa** Universidade de Chicago (EUA); **Investimento** R\$ 43.718,33.

2. South of the west – Teoria e história do documentário: Interseções entre Cinema Documentário australiano e brasileiro (16/14286-1); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Pesquisador Visitante – Internacional; **Pesquisador** Fernão Pessoa Ramos (Unicamp); **Pesquisador visitante** Deane Martin Williams (Monash University) **Investimento** R\$ 35.574,75.



Graça:
"Delicadeza sempre"

Notícia com ponderação

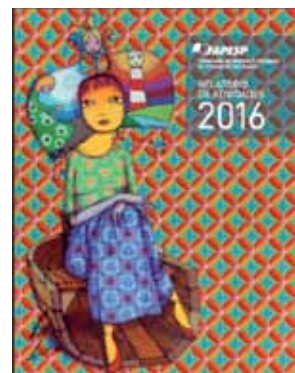
Maria da Graça Mascarenhas ajudou a criar *Pesquisa FAPESP*

A jornalista Maria da Graça Soares Mascarenhas atuou como coordenadora das atividades de comunicação e das publicações da FAPESP. Gerente de Comunicação da Fundação desde 2002, formou equipes e ajustou os métodos de trabalho jornalístico e de planejamento editorial às peculiaridades do mundo da ciência, cuidando para que as notícias fossem apresentadas com equilíbrio. Graça morreu dia 9 de março, aos 71 anos, em consequência de um câncer.

Durante boa parte de sua vida profissional, Graça trabalhou como repórter ou editora de veículos de grande circulação. Atuou nas publicações *Visão*, *O Globo*, *O Estado de S. Paulo*, *Gazeta Mercantil*, *Revista Brasileira de Tecnologia*, *Globo Ciência* (atual *Galileu*) e *Pequenas Empresas, Grandes Negócios*. Em 1997, ela ingressou na nascente equipe de co-

municação da FAPESP, sob a coordenação da jornalista Mariluce Moura. Juntas, começaram a divulgar os resultados de projetos de pesquisa financiados pela Fundação para jornalistas, que em geral conheciam pouco a instituição. "Graça sempre teve extremo zelo pela fidelidade da informação e exalava integridade. Ela foi central na história da política de comunicação da Fundação", afirma José Fernando Perez, diretor científico da FAPESP entre 1993 e 2005.

Como editora executiva do boletim *Notícias FAPESP*, criado em 1995, Graça cuidava do planejamento editorial. Sua experiência em revistas mensais foi fundamental na transformação do *Notícias FAPESP* em *Pesquisa FAPESP*, em 1999. Ela enfatizava a checagem de informações e o respeito com os pesquisadores: "Delicadeza sempre", recomendou um dia à equipe, que crescia com a revista. Seu ca-



Capas do Relatório de atividades anual com homenagem aos artistas plásticos Renina Katz (2013), Maria Bonomi (2014), Paulo Pasta (2015) e OsGêmeos (2016)



Boletim de abril de 1997: primeiro número em que a jornalista aparece



Graça editou dois volumes sobre Castro Alves nos 150 anos do nascimento do poeta

pricho não apenas com o texto, mas também com as imagens, ganhou o reforço do artista gráfico Hélio de Almeida, que criou o projeto gráfico de *Pesquisa FAPESP* e foi seu diretor de arte até o início dos anos 2000. “Graça cuidava de tudo, organizava. Sempre muito calma, era a vida da revista”, conta Almeida.

Em 2002 passou a gerente de Comunicação da Fundação e fortaleceu a equipe de divulgação institucional. “A equipe que Graça montou, e, elegantemente, coordenava, tinha e tem a dinâmica do sempre melhor. Criamos juntos a *Agência FAPESP*, em 2003”, disse o linguista Carlos Vogt, presidente da Fundação entre 2002 e 2007. Graça coordenou a edição dos *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação* e do *Relatório de atividades anual* da FAPESP, a partir de 2001, e outras publicações. Seus trabalhos mais recentes incluem o programa de debate *Ciência Aberta*, com a *Folha de S.Paulo* (desde 2018), e o boletim semanal *Pesquisa para Inovação*, lançado em 2016.

“Graça tinha uma indiscutível seriedade intelectual, imenso senso de responsabilidade e inquebrantável dedicação à Fundação e ao papel da instituição no cenário da pesquisa em São Paulo e no Brasil”, disse Celso Lafer, presidente da FAPESP entre 2007 e 2015. “Ela tinha gosto no preparo do *Relatório de atividades* e na escolha dos artistas que ilustravam essa publicação.”

INTERESSE POR ARTE

Seu interesse pelas artes plásticas era antigo. Em 1997, a jornalista coordenou uma edição com poemas selecionados de Castro Alves (1847-1871) na homenagem de 150 anos do nascimento do poeta. Cada poema foi ilustrado por uma obra inédita de um artista baiano contemporâneo, como Emanuel Araújo e Caribé.

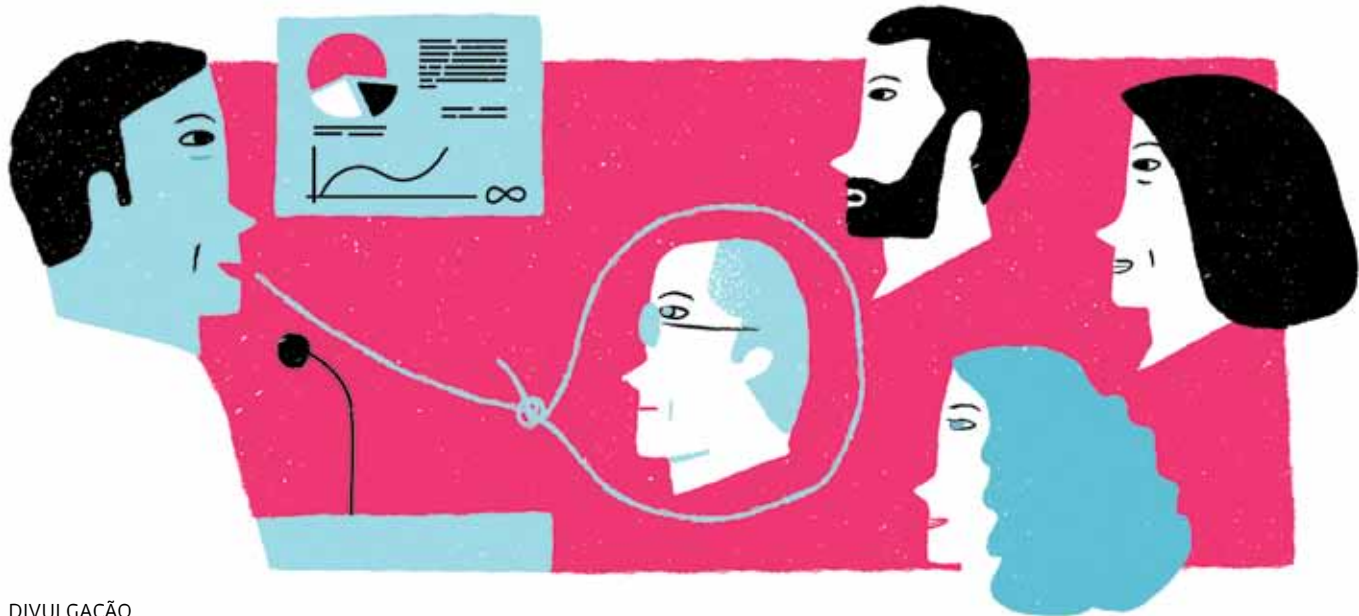
“Conheci Graça em 1997, quando eu era presidente da FAPESP e ela veio para nos ajudar a estruturar as iniciativas em comunicação”, afirmou Carlos Henrique de Brito Cruz, diretor científico da Fundação e presidente da

instituição entre 1996 e 2002. “Nesses 22 anos, Graça foi definidora para a comunicação institucional da FAPESP. Ela dedicou-se a criar e facilitar a comunicação com o público, montando e liderando uma equipe excepcional.”

Marco Antonio Zago, presidente da FAPESP, lamentou ter tido pouco convívio com Graça por ter assumido o cargo em outubro de 2018. Mas destacou que esse curto período havia sido suficiente para que ele reconhecesse, além da gentileza e empenho, a qualidade do seu trabalho. Para Carlos Américo Pacheco, diretor-presidente do Conselho Técnico-Administrativo da Fundação, Graça tinha um profundo conhecimento de seu ofício. “Exercia com naturalidade sua liderança, pois tinha paixão pelo que fazia. Sabia aconselhar a direção com sabedoria e elegância”, disse. Fernando Menezes de Almeida, diretor administrativo da FAPESP, também manifestou admiração pela jornalista: “Ela era daquelas pessoas que fazem a diferença, não apenas cumprindo perfeitamente sua função, como ainda se excedendo em benefício da Fundação e do interesse público”.

Para a jornalista Mariluce Moura, postura ética de alto nível, generosidade e uma extraordinária capacidade de trabalho são qualidades associadas ao seu perfil. “Além dos familiares, Graça deixa uma legião de colegas, amigos e admiradores de sua calma sabedoria, de seu jeito ponderado e carinhoso, que recobriam uma firmeza de propósitos e princípios inabalável”, declarou.

Baiana de Salvador, Graça cursou o primeiro ano da graduação em jornalismo na Universidade Federal da Bahia em 1969, depois de passar pela Escola de Sociologia e Política em Salvador, fechada no fim de 1968 pelo governo militar. Mudou-se para São Paulo e se graduou na Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo. Deixa o marido, o jornalista Yves Leon Winandy, e a filha, a bióloga e professora de inglês Mariana Mascarenhas Winandy. ■



DIVULGAÇÃO

Para falar (bem) em público

Apresentações equilibradas e instigantes ajudam a divulgar resultados de pesquisa e podem ampliar oportunidades de trabalho

A publicação de artigos em revistas científicas ainda é considerada o principal caminho a ser usado por pesquisadores interessados em expor os resultados de suas investigações, obter reconhecimento de seus pares e avançar na carreira. Uma estratégia complementar, mas crescentemente importante, é a realização de apresentações públicas, seja na própria instituição onde o pesquisador atua, em seminários ou conferências, no país ou no exterior. Além de propiciar visibilidade ao trabalho dos cientistas, essas atividades também podem contribuir para o estabelecimento e a manutenção de redes de contatos e, eventualmente, abrir caminho para oportunidades e colaborações promissoras.

A importância das apresentações e os benefícios que elas podem oferecer ao desenvolvimento da carreira dos pesquisadores são reconhecidos e valorizados em países desenvolvidos. No Reino

Unido, instituições como a Universidade de Cambridge, por exemplo, oferecem cursos de curta duração dedicados ao treinamento de alunos e jovens pesquisadores na estruturação de comunicações mais estimulantes.

No Brasil, essa percepção é incipiente, ainda que por aqui, como lá, muitos pesquisadores não consigam organizar as informações de modo claro, objetivo e atraente, ou sofram para falar em público. Para driblar a ansiedade e o nervosismo, é comum apegarem-se a gráficos e tabelas muitas vezes confusos ou reproduzir slides herméticos e com textos longos, o que tende a comprometer a qualidade da apresentação e a compreensão de seu conteúdo pelo público. A depender de quem estiver na plateia, uma apresentação desinteressante ou ininteligível pode inviabilizar oportunidades de trabalho e novos chamados para participação em outros eventos.

Convites para falar em público são importantes e podem funcionar como termômetro, auxiliando pesquisadores no monitoramento do grau de interesse que suas pesquisas despertam, não apenas entre seus pares, mas no público em geral. É igualmente possível valer-se desses eventos para obter retorno imediato do público, o que pode, em alguma medida, contribuir para o aprimoramento da pesquisa, caso ela ainda esteja em andamento, além de outros desdobramentos positivos, como atrair novos pesquisadores para a sua área de conhecimento ou ampliar o entendimento sobre o campo ao qual se dedica.

Uma apresentação bem-feita exige prática e, sobretudo, planejamento, avalia a biomédica Monica Levy Andersen, do Departamento de Psicobiologia da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). “É importante se preparar com antecedência”, diz.

Como se preparar

Confira algumas dicas para elaborar uma boa apresentação



Prepare-se com antecedência e use esse tempo para definir os objetivos do que deseja comunicar e as ferramentas mais adequadas para alcançá-los

Identifique o público para o qual se apresentará e adapte o conteúdo da exposição ao seu grau de conhecimento sobre o assunto que será abordado



Procure não sobrecarregar o público com slides poluídos e cheios de informações que podem desviar a atenção



Situe a apresentação em um contexto mais amplo, ressaltando sua importância antes de iniciá-la

Elabore a palestra tendo em mente o tempo que lhe foi reservado



“O planejamento ajudará o pesquisador a estabelecer quais são os objetivos da apresentação e as ferramentas mais adequadas para alcançá-los”, destaca a biomédica, que tem ampla experiência com palestras sobre os efeitos da privação de sono no organismo humano.

Na avaliação de Andersen, um dos principais equívocos cometidos pelos pesquisadores na elaboração de uma apresentação é não saber o perfil do público para o qual se apresentará. “É importante identificar a audiência e conseguir adaptar o conteúdo da palestra a ela”, recomenda. “Falar para um grupo de cientistas em uma reunião de departamento ou em um congresso da área não é a mesma coisa que se apresentar para alunos do ensino médio ou de graduação.”

Para o neurocientista Stevens Rehen, do Instituto D’Or e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), apresentações excessivamente complicadas, centradas apenas na mensagem que o pesquisador quer passar, sem espaço para a curiosidade

do público, podem se tornar monótonas e incapazes de produzir o efeito desejado. Diante disso, ele sugere o uso de elementos de fácil compreensão. “É desejável que o cientista selecione as informações de acordo com o objetivo da apresentação”, explica o neurocientista.

Rehen recomenda o uso de ferramentas que tornem a comunicação mais amigável. “Costumo usar o Prezi, que permite a criação de apresentações não lineares. Assim como ele, existem outros softwares que propiciam a elaboração de apresentações dinâmicas e atraentes”, comenta. A médica Elsa Regina Giugliani, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), também destaca a importância de os pesquisadores situarem suas falas em contextos mais amplos e de indicarem a importância do que vai ser apresentado. Ao final, um pequeno resumo do conteúdo compartilhado pode ajudar o público a reter as principais informações abordadas.

“É importante que isso tudo seja feito se levando em conta o tempo da apresentação”, recomenda.

Giugliani considera adequado que os pesquisadores se dirijam diretamente à plateia, evitando a leitura de slides. “É importante interagir com o público”, ela afirma. “O uso de slides deve funcionar como guia, apenas para indicar ao pesquisador o que será abordado.” Treinar previamente a apresentação, sozinho ou com integrantes do seu grupo de pesquisa, também pode ser útil. É o que faz Rehen. “Pratico de frente para o espelho, contando os minutos, para avaliar se minha fala está bem estruturada e dentro do tempo estabelecido”, ele conta.

A psicóloga Ana Arantes, do Laboratório de Aprendizagem Humana, Multimídia Interativa e Ensino Informatizado da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), prepara suas apresentações com pelo menos uma semana de antecedência. “Assim posso fazer revisões até o dia de torná-la pública.” ■

Rodrigo de Oliveira Andrade

Para evitar o atropelamento de animais

Bióloga cria startup de monitoramento e manejo da fauna selvagem e conquista prêmios de conservação ambiental

A bióloga Fernanda Abra tinha 27 anos quando decidiu criar uma consultoria ambiental voltada ao manejo da fauna silvestre em rodovias, ferrovias e aeroportos do Brasil. Elaborou um projeto e o apresentou a outras duas amigas. Juntas, lançaram a ViaFauna. O caminho até a startup começou na Universidade Sagrado Coração, em Bauru, cidade natal de Abra.

Desde a graduação ela trabalha com ecologia de estradas, ramo dedicado à análise dos impactos das rodovias na biodiversidade local. Foi em um estágio no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) que a bióloga descobriu sua vocação. “Atuei no licenciamento de uma obra em uma rodovia da região e fiquei chocada ao ver os dados de atropelamento de animais silvestres.”

Resolveu então investigar o assunto. O trabalho de conclusão de curso se desdobrou em um mestrado, defendido no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP). Estruturou um sistema de monitoramento de passagens instaladas sob as pistas de uma rodovia do interior de São Paulo para registrar quais animais as usavam.

Acabou desenvolvendo uma expertise ainda incipiente no Brasil. “Como resultado, no dia da defesa da dissertação, recebi uma proposta para trabalhar em uma consultoria de gestão ambiental de projetos de infraestrutura”, relembra. A bióloga aceitou o convite para coordenar projetos de manejo da fauna no trecho norte do Rodoanel paulista.

Pouco tempo depois, estava trabalhando como consultora do Banco Interamericano de Desenvolvimento em dois projetos de Estrada Parque no Rio de Janeiro. Uma de suas atribuições era avaliar os projetos de implementação de passagens de fauna nas estradas.

“Percebi que havia um nicho ainda inexplorado no país”, relembra. Foi quando começou a estruturar a ideia de startup. Lançada em julho de 2014, a ViaFauna faz levantamento e monitoramento de fauna, gerenciamento de riscos para os animais e usuários da rede de transporte, e desenvolve estudos para identificar espécies com potencial para causar acidentes, além de medidas para evitá-los.

No caso dos aeroportos, o desafio é tornar o ambiente ao seu redor pouco atraente para os animais, sobretudo as aves, que podem oferecer risco de colisão com as aeronaves. “Nas rodovias, a estratégia é diferente”, explica Abra. “As principais soluções usadas hoje para diminuir o atropelamento de animais são a instalação de cercas ou barreiras nas margens das pistas e a construção de passagens subterrâneas.”

Entre 2005 e 2014, 38 mil mamíferos silvestres de médio e grande porte foram atropelados em rodovias sob concessão do estado de São Paulo. As capivaras são as vítimas mais comuns.

A ViaFauna já desenvolveu projetos em rodovias de vários estados brasileiros. “Mais recentemente, fechamos uma consultoria em uma ferrovia em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul”, conta.

Por seu engajamento, Abra foi contemplada com o Prêmio Future For Nature 2019, oferecido pela Future For Nature Foundation, em Arnhem, Holanda. A bióloga receberá € 50 mil, que serão usados em outros projetos de conservação em que atua. Ela hoje concilia suas atividades com o doutorado na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) da USP. Estuda o impacto da construção de rodovias nas comunidades de mamíferos e as implicações para sua conservação. ■ R.O.A.

Fernanda Abra iniciou na graduação as pesquisas que mais tarde abriram caminho para a criação da startup





A **INTERCOM** – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação convida pesquisadores, estudantes, docentes e profissionais para participar de seus congressos regionais e nacional.

Confira as datas e participe!

INTERCOM 2019

FLUXOS COMUNICACIONAIS E CRISE DA DEMOCRACIA

CENTRO-OESTE

Local: UFG - Goiânia (GO) • Data: 22 a 24 de maio
Submissões: encerradas em 10 de abril • Inscrições: até 07 de maio

NORDESTE

Local: UFMA - São Luís (MA) • Data: 30 de maio a 01 de junho
Submissões: encerradas em 17 de abril • Inscrições: até 14 de maio

SUDESTE

Local: UFES - Vitória (ES) • Data: 03 a 05 de junho
Submissões: encerradas em 17 de abril • Inscrições: até 14 de maio

SUL

Local: Uniritter - Porto Alegre (RS) • Data: 20 a 22 de junho
Submissões: abertas até 08 de maio • Inscrições: até 03 de junho

NORTE

Local: UFAM - Parintins (AM) • Data: 24 a 26 de junho
Submissões: abertas até 08 de maio • Inscrições: até 03 de junho

NACIONAL

42º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação
Local: UFPA - Belém (PA) • Data: 02 a 07 de setembro
Submissões: abertas até 01 de julho • Inscrições: até 05 de agosto

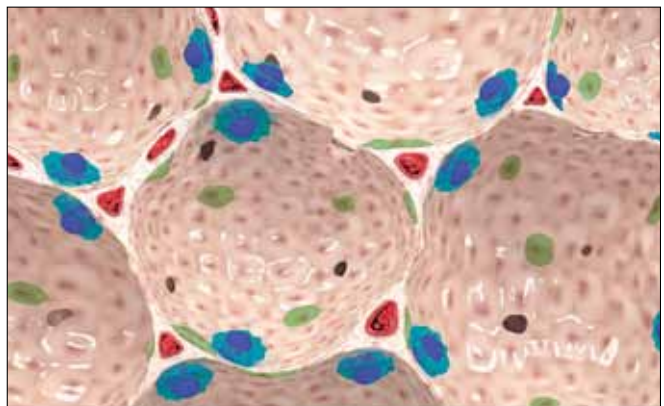


INTERCOM
42º Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação

Mais informações

www.portalintercom.org.br

[f / intercomcomunicacao](https://www.facebook.com/intercomcomunicacao) [ig / intercom_oficial](https://www.instagram.com/intercom_oficial)

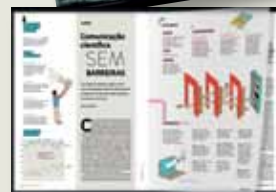


Fábio Andriolo
conteúdo digital científico

- Ilustrações médicas e científicas
- Análises estatísticas

cel/wpp: (11) 9 8344-1773 fabioandriolo.com.br

Você sabia
que nosso site
tem material
exclusivo e
todo o conteúdo
da revista
da imprensa?



▶ Notícias, vídeos,
galerias de imagens e
podcasts

▶ Todas as edições
integrais com opção
de folhear na tela
ou em dispositivos
móveis

▶ Edições traduzidas
para inglês e espanhol

▶ Suplementos
especiais e coletâneas
internacionais em
inglês, espanhol e
francês



Pesquisa
FAPESP

Visite revistapesquisa.fapesp.br e se cadastre para receber o boletim



FOLHEIE



A

Pesquisa FAPESP



ONDE



estiver



Leia a revista na plataforma ISSUU

Faça o download de edições

PARA RECEBER OS AVISOS,
É SÓ SE CADASTRAR



[ISSUU.COM/PESQUISAFAPESP](https://issuu.com/pesquisafapesp)



APROVEITE !



Pesquisa
FAPESP

O QUE A CIÊNCIA
BRASILEIRA
PRODUZ, VOCÊ
ENCONTRA AQUI

Nas bancas
e livrarias

revistapesquisa.fapesp.br