

OBIÓLOGO



REVISTA DO CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 1ª REGIÃO (SP, MT, MS) | ANO XIII - NÚMERO 62 - OUT/NOV/DEZ 2022 | ISBN 1982-5897

FREPIK

TECNOLOGIA E BIOLOGIA

Como a revolução digital e o avanço tecnológico nas últimas décadas impactaram o trabalho dos Biólogos

VÍDEOS E PODCASTS

Mayana Zatz, Patrícia Thyssen, Oswaldo Keith e Carolini Kaid

CSI BRASIL

Entomólogos forenses usam insetos para a elucidação de crimes

EM CAMPO

Um dia de trabalho com ROV subaquático no litoral de São Paulo

ENTROU EM CONTATO VIA E-MAIL COM O CRBIO-01?

*Não esqueça de sempre
verificar sua caixa de Spam
ou Lixo Eletrônico para
se certificar do recebimento
de nossas mensagens!*



CRBio-01

 www.crbio01.gov.br



O Biólogo

Revista do Conselho Regional de Biologia

1ª Região (SP, MT, MS)

Ano XIII – N° 61 – Jul/Ago/Set 2022

ISSN: 1982-5897

Conselho Regional de Biologia - 1ª Região
(São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul)

www.crbio01.gov.br

Sede SP:

Rua Manoel da Nóbrega, 595 – Conjunto 111

CEP: 04001-083 – São Paulo – SP

Tel.: (11) 3884-1489 – crbio01@crbio01.gov.br

Delegacia MS:

Rua 15 de novembro, 310, 7º andar - sala 703, Centro

CEP: 79002-140 - Campo Grande – MS

Tel.: (67) 3044-6661 – delegaciams@crbio01.gov.br

Delegacia MT:

Avenida Miguel Sutil, 8388, 14º andar - sala 1409,

Santa Rosa – CEP: 78015-100 – Cuiabá – MT

Tel.: (65) 3359-3354 – delegaciamt@crbio01.gov.br

Diretoria

Presidente: Iracema Helena Schoenlein-Crusius

Vice-Presidente: Celso Luis Marino

Secretário: Giuseppe Puerto

Tesoureira: Maria Teresa de Paiva Azevedo

Conselheiros Efetivos (2020-2023)

Ana Paula de Arruda Geraldes Kataoka,

Edison de Souza, Ermelinda Maria De Lamonica

Freire, José Carlos Chaves dos Santos, Sérgio dos

Santos Bocalini, João Alberto Paschoa dos Santos

Conselheiros Suplentes

Ana Eugenia de Carvalho Campos,

Juliana Moreno Pina, Maria Antonia Carniello,

Marta Condé Lamparelli, Paulo Roberto Urbinatti,

Regina Célia Mingroni Netto

Comissão de Comunicação e Imprensa do CRBio-01:

Giuseppe Puerto (Coordenador)

João Alberto Paschoa dos Santos

Patrícia Maria Contente Valenti

Jornalista Responsável:

Marcelo Cajueiro

Edição: Diagrama Comunicações Ltda-ME

(CNPJ 74.155.763/0001-48)

Editor e redator: Marcelo Cajueiro

Redatora: Bruna Gama

Projeto Gráfico e Diagramação: Ro Henriques

Periodicidade: Trimestral

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores e podem não refletir a opinião desta entidade. O CRBio-01 não responde pela qualidade dos cursos e vagas divulgados. A publicação destes visa apenas dar conhecimento aos profissionais das opções disponíveis no mercado.

SUMÁRIO

4 Editorial

5 Capa

27 CSI Brasil

30 Resenha Tese

32 Em Campo

36 Por dentro do CRBio-01

38 Minha foto no CRBio-01

Mudou de endereço, telefone ou e-mail? Informe o CRBio-01. Mantenha o seu cadastro atualizado.

CFBio Digital - O espaço do Biólogo na Internet

O CRBio-01 estabeleceu parceria com a empresa Enozes Publicações para implantação do CRBioDigital, espaço exclusivo na Internet para Biólogos registrados divulgarem seus currículos, artigos, notícias, prestação de serviços, além de disponibilizar um Site a cada profissional.

O conteúdo é totalmente gerenciado pelo próprio profissional.

O CRBioDigital, além de ser guia e catálogo eletrônico de profissionais, promove a interação entre os Biólogos registrados, formando uma comunidade profissional digital.

Para acessar, entre no portal do CRBio-01: www.crbio01.gov.br

Antes de Emitir a ART Consulte a Resolução CFBio no 11/03 e o Manual da ART.

EDITORIAL

Caros leitores,

O acelerado desenvolvimento tecnológico nas últimas décadas redefiniu a nossa atuação profissional. Conheça nesta edição o trabalho de Biólogos brasileiros com tecnologia de ponta, em diferentes áreas da Biologia.

Em biotecnologia, entrevistamos a Profa. Dra. Mayana Zatz, do CEGH-CEL/USP, cujo Programa de Xenotransplante tem como objetivo permitir o transplante de órgãos de suínos geneticamente modificados para humanos. Conversamos com a Dra. Carolini Kaid, empreendedora que desenvolve uma droga à base do vírus zika para tumores do sistema nervoso central. O Prof. Dr. Oswaldo Keith, do IB/USP, discorre sobre a utilização de terapias gênicas no tratamento de doenças causadas por mutações genéticas. Ele e o Prof. Dr. Euclides Matheucci detalham como os testes genéticos permitem personalizar o cuidado com a saúde do indivíduo com base no seu genoma.

O Dr. Diogo Biagi nos informa sobre sua pesquisa com células IPS, atualmente no desenvolvimento de uma terapia para a Síndrome de Rett. O Prof. Dr. Alysson Muotri, que está à frente de um laboratório na Universidade da Califórnia em San Diego, descreve o desenvolvimento de aplicações em inteligência artificial com base em organoides cerebrais. A Dra. Cíntia Bonatto, da Embrapa, nos conta sobre suas pesquisas aplicadas com nanobiotecnologia.

Os avanços tecnológicos também impactaram o trabalho dos Biólogos em outras áreas. O Prof. Dr. Normandes Matos, da UFR, relata como os drones revolucionaram o monitoramento de espécies, reflorestamento e estudos de impacto ambiental. O Prof. Dr. Marcos César Santos, do IO/USP, aponta como os equipamentos de acústica submarina permitem o monitoramento de cetáceos.

O Dr. Frederico Krause, da UnB, apresenta aplicações na Biologia da chamada realidade aumentada, recurso que integra elementos virtuais ao mundo real. A Dra. Sheina Koffler apresenta uma plataforma *online* que permite o monitoramento de abelhas por meio de vídeos gravados por criadores com seus celulares. A Profa. Dra. Patrícia Thyssen, especialista em entomologia forense da Unicamp, explica como os insetos fornecem evidências sobre a autoria de crimes.

A seção “Resenha Tese” trata do trabalho do Prof. Dr. Renan Ribeiro, que desenvolveu um sistema de previsão de balneabilidade das praias de Santos por meio de modelagem numérica operacional determinística.

Na seção “Em Campo”, Amanda Carminatto, doutoranda da UFSCar, mostra como coleta imagens do fundo do mar para sua pesquisa por meio de um veículo operado remotamente (ROV) subaquático.

E a seção “Por Dentro do CRBio-01” traz uma matéria sobre uma série de reuniões de representantes do Conselho com empresas e órgãos governamentais em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Como complemento aos textos, assista aos vídeos com Mayana Zatz e Patrícia Thyssen e ouça os *podcasts* com Carolini Kaid e Oswaldo Keith.

Boa leitura!

Iracema Helena Schoenlein-Crusius

Presidente do CRBio-01



TECNOLOGIA E BIOLOGIA

Como a revolução digital e o avanço tecnológico nas últimas décadas impactaram o trabalho dos Biólogos

BIÓLOGOS com mais de 55 anos vivenciaram já no mercado de trabalho as transformações impostas pela mudança do analógico para o digital. Aliás, não só Biólogos, mas profissionais de praticamente todas as áreas, ou melhor, toda a humanidade foi impactada pela revolução digital.

A tecnologia digital data de meados do século 20. Aqui no Brasil, os computadores pessoais começaram a se popularizar no fim da década de 1980 e a internet

em meados da década seguinte. Daí em diante, as mudanças aconteceram em ritmo exponencial: telefones celulares, canais de TV por assinatura, redes sociais, aplicativos de toda a sorte, *streaming*, a lista é longa.

Os extraordinários avanços tecnológicos nas últimas décadas redefiniram o trabalho dos Biólogos em todas as áreas de atuação, tanto em Biotecnologia e Produção como na Saúde e em Meio Ambiente e Biodiversidade. Em Biotecnologia, a Profa. Dra. Mayana Zatz, Bióloga diretora do Centro de Estudos do Genoma Humano e Células-Tronco (CEGH-CEL) da Universidade de São

Paulo (USP) enumera marcos das “várias revoluções nos últimos anos”.

Em 1996, pesquisadores do Instituto Roslin, na Escócia, liderados pelos Biólogos Ian Wilmut e Keith Campbell, clonaram a ovelha Dolly. Em 2003, o Projeto Genoma Humano foi declarado essencialmente completo (faltaram alguns trechos), após 13 anos de trabalho envolvendo mais de 2.800 pesquisadores de 18 países e um custo de US\$ 3 bilhões.

Outro marco tecnológico, destaca Mayana Zatz, foi a pesquisa com células-tronco pluripotentes induzidas (do inglês, *induced pluripotent stem cells*, IPS), que

podem se transformar, teoricamente, em qualquer outro tipo celular do corpo, estudo que levou o médico Shinya Yamanaka a receber o Prêmio Nobel em 2012.

ACERVO PESSOAL



Mayana Zatz

Mais recentemente, outro salto tecnológico foi o desenvolvimento do Crispr, Conjunto de Repetições Palindrômicas Curtas Regularmente Espaçadas (em inglês, *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*), uma ferramenta que consegue editar o DNA, estudo reconhecido pelo Prêmio Nobel em 2020 para Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna. Uma das aplicações do Crispr no CEGH-CEL é no Pro-

grama de Xenotransplante do laboratório. O termo se refere a transplantes de órgãos entre espécies diferentes. No caso, o objetivo do programa é permitir que órgãos de suínos (porcos) venham a ser transplantados para humanos. (Saiba mais no vídeo com a entrevista de Mayana Zatz).

“Esse projeto, que foi iniciado como uma coisa bastante futurística, se mostrou estar muito mais próximo da realidade. No final do ano passado e início desse ano, foram feitos dois transplantes de rins de suínos, nos EUA, em pessoas em morte cerebral. E se viu que o rim funcionou por cerca de três dias”, relata Mayana Zatz. “E depois foi feito um transplante cardíaco usando o coração de um suíno num paciente vivo. Ele estava em fase terminal, ligado a aparelhos, e foi por isso que foi permitido fazer esse experimento em um humano”.

O transplantado conseguiu sobreviver por 60 dias com o coração de um suíno geneticamente modificado. O resultado foi considerado muito positivo, quando comparado à sobrevivência de só 18 dias do paciente do primeiro transplante de coração (de humano para humano) em 1967.

Os suínos têm os órgãos muito semelhantes aos dos humanos e há uma com-

patibilidade de 98% entre o genoma das duas espécies. Mas os transplantes de órgãos de suínos normais (não geneticamente modificados) são rejeitados pelo organismo humano.

Por meio da técnica de Crispr, os pesquisadores do CEGH-CEL silenciaram os genes dos suínos que provocam rejeição aguda de órgãos transplantados para humanos. Eles já conseguiram criar embriões de suínos com esses genes silenciados, que estão armazenados no laboratório.

O próximo passo, explica a Bióloga, será inserir esses embriões em barrigas de aluguel, no útero de porcas. Mas antes será necessário construir biotérios de porcos com estrito nível de segurança contra infecções, as chamadas *pig facilities*.

Segundo Mayana Zatz, o planejamento é construir duas *pig facilities*, uma menor ligada ao Instituto de Biociências (IB) da USP e outra mais ampla no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Ela estima que as estruturas estarão prontas, na melhor das hipóteses, no fim de 2023. A previsão é que os experimentos de inseminação das porcas aconteçam a partir de 2024. Se bem-sucedida, a pesquisa permitirá a realização de transplantes de rim, coração, pele, córnea e talvez fí-

Vídeo com entrevista com Mayana Zatz



CLIQUE
E ASSISTA



gado de suínos para humanos, mitigando – ou mesmo resolvendo – o principal gargalo para os procedimentos, que é a falta de órgãos disponíveis para doação.

No Brasil, o CEGH-CEL é o único com pesquisas avançadas com xenotransplante. No mundo, centros nos EUA, China, Alemanha e Nova Zelândia estão trabalhando com a tecnologia.

Mayana Zatz criou o laboratório em 1998 com recursos do Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência (Pronex), do governo federal. A partir de 2000, ele se tornou um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepids) da Fapesp. O CEGH-CEL é ligado ao IB/USP e ocupa um prédio próprio com mais de 2 mil metros quadrados, na Cidade Universitária. A equipe do Centro conta com cerca de 100 profissionais, que, além de fazerem pesquisa de ponta, atendem pacientes com doenças genéticas diversas.

Outra linha de pesquisa do CEGH-CEL é com idosos, particularmente com os centenários. O objetivo é entender o que mantém uma pessoa saudável na velhice e mapear os seus mecanismos de resistência.

Na pandemia, os pesquisadores estudaram o genoma de 100 pessoas com mais de 95 anos – incluindo 20 centenários e três supercentenários com mais de 110 anos

– que tiveram formas muito leves de Covid ou não tiveram a doença.

A pesquisa associou a resistência à presença nesses idosos de determinados genes, em particular o MUC22, que codifica a proteína mucina. Nos idosos resistentes, a “limpeza” propiciada pela mucina inibe processos inflamatórios. Os pesquisadores do CEGH-CEL já publicaram dois artigos com as conclusões iniciais da pesquisa, que continua.

“A população está envelhecendo e todos querem envelhecer bem. Não adianta nada ser um velho todo estropiado”, pondera Mayana Zatz. “A conclusão mais importante é que a resistência tem fundo genético. A ideia é descobrir o que os genes protetores fazem. Assim, poderíamos ter uma receita para todos, mesmo os que não nasceram com esses genes protetores”.

Vírus oncolítico

Uma terceira e importante linha de pesquisa do CEGH-CEL está em processo de desenvolvimento pela *startup* Vyro, fundada por cientistas do Centro.

Mayana Zatz, o Prof. Dr. Oswaldo Keith Okamoto, do IB/USP, e a Dra. Carolini Kaid Davila, todos Biólogos, descobriram que o vírus zika brasileiro pode ser usado



como ferramenta no tratamento de tumores agressivos do sistema nervoso central. O estudo foi publicado em abril de 2018 na revista *Cancer Research*, da *American Association for Cancer Research*, que dedicou a capa da edição à descoberta. Na pesquisa, que fez parte do doutorado de Carolini Kaid no IB/USP, foram inseridas células humanas tumorais nos cérebros de camundongos. Em seguida, injetou-se uma dose única de vírus zika nos cérebros com tumor. Três semanas depois, os vírus provocaram a remissão total dos tumores, inclusive de outros órgãos metastáticos.

No pós-doc em 2020 no CEGH-CEL, Carolini Kaid e equipe continuaram a pesquisa em cachorros que já tinham tumores no sistema nervoso central. Eles injetaram vírus zika na nuca (intratecal) dos animais e o resultado foi a redução em até 5 cm dos tumores e a

melhora clínica dos cães, que voltaram a fazer atividades rotineiras, como comer sozinho, levantar a cabeça e responder aos tutores. (Ouça o podcast com Carolini Kaid).

AGENCIO PESSOAL



Carolini Kaid Davila

A pesquisa também reafirmou a segurança da terapia. Os cachorros não ficaram doentes com zika, confirmando o resultado observado nos camundongos, que também não apresentaram o vírus na corrente sanguínea. Além disso, os cães não tiveram qualquer efeito colateral do tratamento. O estudo foi publicado na revista *Molecular Therapy* em maio de 2020. Com resultados tão promiss-

sores, os cientistas envolvidos na pesquisa decidiram abrir uma empresa (uma *startup*) para o desenvolvimento de um produto (uma droga) para tratamento de tumores do sistema nervoso central em pessoas, particularmente em pacientes infantis.

A Vyro foi criada em fevereiro de 2021 e tem como sócios-fundadores os três Biólogos envolvidos diretamente na descoberta, um quarto Biólogo (Dr. Luiz Caires), um farmacêutico (Dr. Ernesto Goulart) e um administrador (Hugo Cabrera). A empresa está incubada no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (Cietec) da USP/Ipen, no campus da USP, que abriga dezenas de *startups* de Biotecnologia e outras áreas.

O desenvolvimento de uma droga requer testes clínicos em pessoas. Como não é possível usar o vírus natural selvagem em humanos, a equipe da *startup*, que conta com dez profissionais, gerou um vírus geneticamente modificado, seguro e qualificado para aplicação clínica.

A empresa encomendou junto a um fornecedor local uma sequência genética (genoma) do zika vírus brasileiro, colocada na forma de um anel dentro de um plasmídeo. Por meio da técnica de DNA recombinante, Carolini Kaid e equipe re-

cortaram a sequência por engenharia genética, modificando o genoma do vírus. O zika é um vírus de RNA, que, como se sabe, é produzido a partir de um DNA. Com o DNA geneticamente modificado no plasmídeo, a equipe gerou o RNA do vírus zika sintético.

“O RNA replicou e produziu vírus zika ativo modificado e 100% sintético. Ele não causa doença, porque é modificado. Nossos testes em células *in vitro* demonstraram que esse vírus zika sintético é incapaz de infectar células normais, como neurônios. Ele só infecta, e destrói, as células de tumores do sistema nervoso central”, explica a Bióloga.

A droga em desenvolvimento se enquadra na categoria de “vírus oncolítico”, que são vírus modificados em laboratório que atuam sobre células cancerígenas sem afetar células saudáveis, uma nova fronteira do tratamento oncológico.

O desenvolvimento está hoje na fase pré-clínica, de ensaios em camundongos, que estão confirmando a eficácia e segurança do tratamento. Carolini Kaid acredita que, em alguns anos, a empresa produzirá uma droga para tratamento de câncer de cérebro em geral, em particular de tumores agressivos em pacientes infantis. Como a cepa brasileira do

PODCAST

com Carolini Kaid Davila



CLIQUE E OUÇA

vírus zika tem um tropismo natural pelo cérebro, a futura droga provavelmente será de fácil administração, injetável na corrente sanguínea do paciente.

Antes do lançamento ainda há um longo caminho a se percorrer. O cronograma de desenvolvimento prevê que os testes pré-clínicos se estendam até o fim de 2023. O início dos ensaios clínicos em humanos deve acontecer em meados de 2024. A fase 1 (de segurança) e fase 2 (de efetividade) dos estudos clínicos estão previstas para durar até o fim de 2025, quando deve começar a fase 3 (multicêntrico), que consiste na repetição dos ensaios em vários centros em diferentes países.

Para custear a atual fase de estudos pré-clínicos, a *startup* realizou sua primeira rodada de investimentos e recebeu em fevereiro de 2022 US\$1,5 milhão da Vesper Ventures, o primeiro fundo brasileiro especializado em Biotecnologia.

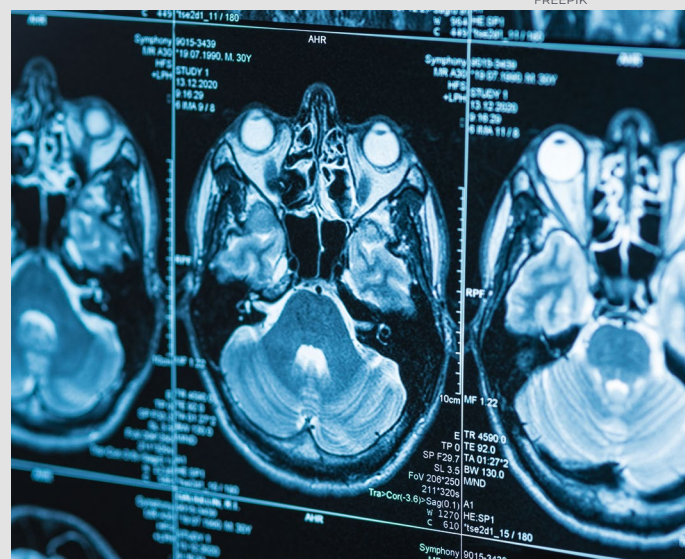
No modelo de negócios consagrado em países desenvolvidos, mas ainda incipiente no Brasil, fundos adquirem participações acionárias em *startups* que desenvolvem produtos e serviços com tecnologia de ponta. O objetivo desses investimentos de risco é futuramente lucrar com a comercialização do produto ou serviço – ou na venda

da participação acionária na *startup* para uma grande empresa ainda no processo de desenvolvimento, como acontece com frequência.

Para custear as fases 1 e 2 dos estudos clínicos, a Vyro abrirá uma segunda rodada de investimentos, na qual precisa levantar cerca de US\$20 milhões. Com o propósito de facilitar o processo de busca de investidores e o desenvolvimento, os sócios criaram uma empresa nos EUA, que já submeteu duas patentes ao *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). A equipe da *startup* hoje trabalha integralmente em São Paulo, mas a previsão é que num futuro próximo migre para um centro de pesquisa nos EUA.

A fase 3 dos estudos clínicos, prevista para começar no fim de 2025, vai demandar investimentos da ordem de US\$50 milhões. Mas Carolini Kaid acredita que, se o desenvolvimento continuar a mostrar resultados positivos, sua *startup* será comprada por uma *big pharma* (grande empresa da indústria farmacêutica) antes do lançamento do produto final.

As *startups* de Biotecnologia com frequência se encarregam apenas das fases iniciais de desenvolvimento dos produtos. Se a tecnologia se prova viável e apon-ta para a produção de um



tratamento com potencial comercial forte, uma *big pharma* compra a *startup* e patentes e realiza as fases finais do desenvolvimento com equipe própria.

Os sócios de uma *startup* bem-sucedida, em geral, embolsam quantias expressivas na venda e são totalmente desligados do desenvolvimento. Se tudo der certo, Carolini Kaid vai ficar “desempregada” em algum momento nos próximos anos.

O que ela pretende fazer? “Nós vamos partir para fundar outros negócios. O Brasil é um campo muito fértil para novas empresas de biotec, porque não tem nada. Sempre que eu preciso de algum serviço, não encontro, então há muitas oportunidades para se abrir uma empresa aqui. Para a gente ferver a área de Biotecnologia no Brasil, vamos ter que criar novas empresas”, defende a Bióloga.

Terapia gênica

O Prof. Dr. Oswaldo Keith Okamoto, professor do Departamento de Genética e Biologia Evolutiva do IB/USP, destaca que a possibilidade de se editar o genoma ampliou as condições para o desenvolvimento de terapias gênicas.



Oswaldo Keith Okamoto

O Biólogo se especializou em aplicações da Biotecnologia na saúde humana, em particular nas terapias avançadas, durante o pós-doc no Departamento de Biologia Molecular e Celular da Universidade de Harvard, nos EUA, e experiências profissionais no Hospital Israelita Albert Einstein e na Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

Segundo Oswaldo Keith, as terapias baseadas em edição gênica por técnicas como o Crispr já são uma realidade do ponto de vista técnico, mas ainda carecem de aprovação em estudos clínicos em curso, que avaliam a segurança dos métodos e o balanço dos riscos

e benefícios. Ainda não há tratamentos aprovados.

Os estudos clínicos mais adiantados se referem a terapias gênicas para doenças hematológicas causadas por mutações genéticas. Um exemplo é a terapia para tratamento da anemia falciforme, doença hereditária caracterizada pela deformação e escassez de glóbulos vermelhos no sangue. As terapias em fase de ensaio clínico preveem a retirada de células-tronco hematopoiéticas da medula óssea do paciente. Essas células são as que dão origem às demais células que compõem o sangue. Por meio de técnicas de edição de DNA, pode-se corrigir a mutação genética que ocasiona a anemia falciforme. As células-tronco hematopoiéticas sem o erro são então expandidas e inseridas na corrente sanguínea do paciente.

Oswaldo Keith relata que há várias outras terapias de edição gênica para doenças diversas em fase de ensaios clínicos. Ele alerta que o desafio não é só corrigir a mutação. É preciso também devolver as células corrigidas ao paciente e repovoar o tecido ou órgão afetado. (Ouça o podcast com Oswaldo Keith).

No caso de doenças hematológicas, o repovoamento é relativamente simples e segue

o padrão de procedimentos bem conhecidos da comunidade médica, como transfusões de sangue e transplantes de medula óssea.

Em outras doenças, o repovoamento pode ser bem mais trabalhoso e desafiador. Nas doenças musculoesqueléticas, seria necessário substituir as células de toda a musculatura esquelética. No caso de doenças do sistema nervoso, a dificuldade está na anatomia complexa do cérebro. Já no caso de doenças genéticas que causam cegueira, por se tratar de uma população de células restrita a uma área específica, o repovoamento pode ser factível, avalia o Biólogo.

Testes genéticos

O sequenciamento de DNA está na base da criação das técnicas de edição do genoma e do desenvolvimento de terapias gênicas, ressalta Oswaldo Keith.

No doutorado sanduíche e pós-doc em Harvard, o Biólogo teve a oportunidade de interagir com o grupo do Prof.

PODCAST

com Oswaldo Keith Okamoto



CLIQUE E OUÇA

Dr. Walter Gilbert, que, em conjunto com o Dr. Frederick Sanger e o Dr. Paul Berg, ganhou o Prêmio Nobel de 1980 por seu trabalho em sequenciamento de DNA.

Segundo Oswaldo Keith, os estudos desses pesquisadores pavimentaram os avanços dos projetos de sequenciamento de DNA, inicialmente de organismos menores (procaríotos), que culminaram no sequenciamento do genoma humano, concluído em 2003.

O Biólogo testemunhou na sua vida profissional a evolução técnica dos processos de sequenciamento, que inicialmente eram caros e lentos. As etapas manuais foram gradativamente automatizadas e os custos se reduziram até chegarmos à atual técnica de sequenciamento de nova geração (NGS, do inglês *next-generation sequencing*).

Em paralelo, aconteceu o desenvolvimento da área de Bioinformática, fundamental para armazenar e processar a imensa quantidade de dados gerados pelos exames de sequenciamento, que estão se popularizando e já são oferecidos por laboratórios no Brasil.

“A tendência é cada vez mais termos testes baseados em informações genéticas, que podem nos ajudar não somente no diagnóstico de doenças, mas também na previsão de

sua evolução e na escolha de opções de tratamento”, aponta Oswaldo Keith.

Essa nova área, denominada medicina de precisão, que personaliza o cuidado com a saúde do indivíduo com base no seu genoma, ainda é pouco difundida no Brasil. Hoje sua aplicação é principalmente na oncologia e em doenças crônico-degenerativas, cuja predisposição é determinada por mutações genéticas.

Por exemplo, as alterações germinativas nos genes BRCA1 e BRCA2 estão associadas ao câncer de mama hereditário. A doença não é transmitida, mas a alteração confere uma predisposição aumentada ao desenvolvimento deste tipo de câncer. Oswaldo Keith lembra que o câncer e doenças crônico-degenerativas são multifatoriais e decorrem tanto de alterações em genes como também de condições do ambiente. No caso do câncer, só em torno de 10% dos casos têm origem hereditária.

Ainda assim, a medicina de precisão propicia inúmeros benefícios e a tendência é que seja crescentemente utilizada, não só na oncologia e em doenças crônico-degenerativas, mas também para doenças metabólicas e outras condições, prevê Oswaldo Keith.

O Prof. Dr. Euclides Matheucci Júnior, Biólogo e



sócio-fundador do Grupo DNA, uma das empresas pioneiras em testes genéticos no Brasil, destaca a importância desses exames personalizados na prevenção de doenças e no diagnóstico precoce.

Os testes genéticos oferecidos pela empresa analisam cerca de 800 mil marcadores de DNA. Por meio de *softwares*, os bioinformatas da empresa comparam os resultados de cada exame com a massa de informações contida em bancos de dados mundiais, que servem como base para a produção de laudos personalizados.

A empresa, que fica sediada em São Carlos (SP), oferece exames com o sequenciamento completo do genoma, exomas e genotipagem, que permitem análises de características (“trilhas”), como saúde mental e sono, saúde da mulher, saúde do homem, *anti-aging*, *nutrition* e ancestralidade e curiosidades.



O procedimento para a realização dos exames é simples. O cliente recebe um *kit* em casa, coleta material da boca com cotonete e manda para o laboratório. O laudo com os resultados é enviado para o e-mail do cliente e só pode ser aberto por meio de senha cadastrada.



Euclides Matheucci

Os laudos podem apontar, por exemplo, propensão a Alzheimer (de início tardio ou precoce), Parkinson, câncer de mama e próstata, endometriose, doença de disco

intervertebral, osteoartrite, perda óssea, acne, alergia alimentar, doença celíaca e síndrome metabólica, entre várias outras condições.

Os resultados também podem indicar traços comportamentais e riscos de adições e doenças mentais, como depressão, susceptibilidade ao alcoolismo e tabagismo, propensão à irritabilidade, vulnerabilidade ao estresse, exaustão relacionada ao trabalho e tendência à extroversão.

“Os testes genéticos permitem que você conheça as suas fragilidades. Se você sabe que tem risco aumentado para uma determinada doença, você pode preveni-la, por exemplo, com a adoção de um estilo de vida adequado, mudanças na dieta e ingestão de vitaminas e suplementos. Se a pessoa tem propensão a um tipo de câncer, certamente vai manter os exames específicos em dia, que vão detectar o possível desenvolvimento da doença logo no estágio inicial”, enfatiza Euclides Matheucci. O Biólogo conta que se interessa por Biologia Molecular desde a sua iniciação científica no fim dos anos 80. No mestrado, no Laboratório do Prof. Dr. Hamza Fahmi Ali El-Dorry, no Instituto de Química da USP, trabalhou com clonagem e sequenciamento de genes.

Quando terminou o doutorado em Biologia Molecular em 1998, fundou a sua empresa, que inicialmente fazia testes de DNA para determinação de paternidade e em casos forenses, áreas com as quais continua a trabalhar até hoje.

Eles compraram em 2005 o seu primeiro sequenciador de DNA – o mesmo modelo usado no Projeto Genoma Humano – com verba do primeiro dos cinco programas Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (Pipe/Fapesp) obtidos pela empresa. O equipamento os permitiu entrar na área de exames de paternidade de bovinos, caprinos e outros animais. Com a rápida evolução tecnológica, o sequenciador, adquirido por quase meio milhão de dólares, ficou obsoleto em alguns anos e acabou vendido como ferro velho.

O advento dos sequenciadores com a tecnologia NGS revolucionou o setor e hoje é possível fazer o sequenciamento completo do genoma de uma pessoa em um dia por menos de US\$ 1 mil. Com tanta informação genética disponível, o maior desafio atualmente é conseguir processar os dados, de maneira que possam embasar laudos e análises úteis e confiáveis. Para tanto, todo laboratório necessi-

ta de bioinformatas, profissionais com formação em TI, como engenheiros de computação, biotecnologistas e programadores. Biólogos estão habilitados a atuar nessa área, mas em geral necessitam buscar formação em programação, destaca Euclides Matheucci.

A equipe de sua empresa tem um total de 27 profissionais de nível superior e técnico, incluindo quatro Biólogos e três bioinformatas. “A Biologia Molecular e a Genômica, analisadas através da Bioinformática, vão permitir que a gente viva mais e melhor. Vamos ter longevidade com boa qualidade de vida. Essa tecnologia vai ajudar na prevenção, diagnóstico, prognóstico e prescrição médica”, avalia o Biólogo.

Células IPS

O Dr. Diogo Biagi, graduado em Ciências Biológicas na USP, fez seu doutorado na Faculdade de Medicina da USP com células IPS. Em sua pesquisa de doutorado, retirou células da pele de pacientes com cardiomiopatia hipertrófica e as transformou em células IPS. Em seguida, transformou as células IPS em células cardíacas e, por fim, comparou as células de indivíduos portadores de mutações associadas à cardiomiopatia hipertrófica com células cardíacas de indivíduos saudáveis.



Diogo Biagi

O êxito da pesquisa motivou Diogo Biagi a fundar uma *startup* voltada para a produção de células cardíacas humanas a partir de células IPS. Os potenciais clientes são empresas da indústria farmacêutica que desenvolvem drogas para tratamento de doenças cardíacas.

Os testes iniciais de desenvolvimento dessas drogas não podem ser realizados em humanos. As empresas precisam de células cardíacas para manipular em laboratório, mas não podem retirá-las de uma pessoa viva e o uso de células do coração de cadáveres se mostrou pouco satisfatório. Assim, a opção mais viável e já colocada em prática em outros países é fazer os estudos com células cardíacas criadas a partir de células IPS, afirma o pesquisador.

Em 2014, Diogo Biagi e outros dois pesquisadores, com recursos de um projeto Pipe/Fapesp, deram início à *startup* Pluricell Biotech,

depois renomeada LizarBio (“Oi Brazil” ao contrário). A *startup*, que obteve um primeiro financiamento de US\$1,1 milhão de uma farmacêutica brasileira, ficou inicialmente incubada numa empresa em Campinas (SP) e depois se instalou no Cietec da USP/Ipen.

“Nós conseguimos produzir células cardíacas de ótima qualidade a partir de células IPS e vendê-las para a comunidade científica no Brasil e exterior. Mas nosso produto era muito caro. As células necessárias para um experimento pequeno custavam em torno de 2 mil reais”, relata Diogo Biagi.

Em 2018, os sócios então decidiram mudar o foco da *startup* para o desenvolvimento de uma terapia celular para tratamento de insuficiência cardíaca com cardiomiócitos (célula muscular cardíaca) produzidos a partir de células IPS. A insuficiência cardíaca acontece porque o coração perde força de contração e há a premissa de que a doença pode ser tratada injetando cardiomiócitos funcionais no coração do paciente. Estudos nessa linha acontecem em outros países, mas até hoje não se conseguiu desenvolver uma terapia efetiva.

A *startup* conseguiu inicialmente avançar no desenvolvimento da terapia com testes pré-clínicos em ratos na

FREEMPIK



UFRJ. Diogo Biagi e equipe iniciaram então a segunda etapa dos estudos pré-clínicos em porcos, mas a pesquisa foi interrompida porque o único biotério com esses animais no país, o do Einstein, foi fechado na pandemia.

A *startup* conseguiu um segundo investimento de R\$ 2 milhões no fim de 2020, mas o valor era muito inferior aos US\$ 10 milhões necessários para terminar os ensaios pré-clínicos e realizar os estudos clínicos em humanos. Como não há investidores no Brasil dispostos a fazer um investimento desse porte numa *startup* de Biotecnologia, o caminho foi abrir uma empresa nos EUA. Diogo Biagi se mudou para San Diego, na Califórnia, para participar de um programa científico na IndieBio, uma das mais importantes aceleradoras de *startups* de Biotecnologia do mundo. Seu sócio participou do programa da IndieBio em Nova

York voltado para os aspectos gerenciais e financeiros do negócio.

Nesse meio-tempo, novos sócios entraram na *startup*, que abriu uma segunda área de desenvolvimento de terapias para doenças neurológicas, em parceria com a Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD), onde Diogo Biagi iniciou seu pós-doc no segundo semestre de 2022.

Longe de suas famílias, os sócios trabalharam ao longo do primeiro semestre de 2022 na “última tentativa de viabilizar a empresa”, mas nenhum investidor se interessou em fazer o aporte necessário. Eles então decidiram, no fim de 2022, encerrar a LizarBio, após dez anos de atividades.

Diogo Biagi ficou, naturalmente, decepcionado com o fim da empresa e por não ter conseguido concluir o desenvolvimento da terapia que beneficiaria pacientes com insuficiência cardíaca. Mas os estudos na fronteira do conhecimento com células IPS credenciaram o cientista a ficar à frente do projeto em neurologia em parceria com a UCSD, agora inteiramente assumido pela universidade.

A convite do Prof. Dr. Alysson R. Muotri, diretor do Programa de Células-Tronco da UCSD, que é brasileiro, Diogo Biagi assumiu a coordenação do projeto de desen-

volvimento de uma terapia para tratamento da Síndrome de Rett, doença neurológica genética rara e severa. Os meninos que nascem com essa síndrome geralmente vivem pouco. As meninas costumam viver mais, mas enfrentam problemas de coordenação motora, fala e outras condições que tendem a se tornar críticas com o passar dos anos.

Alysson Muotri levantou um investimento de US\$1,2 milhão do governo da Califórnia para o desenvolvimento de uma terapia para a doença com células IPS diferenciadas em progenitores de astrócitos – células que desempenham funções importantes no sistema nervoso, como a sustentação e a nutrição dos neurônios.

O projeto tem duração de dois anos e pode ser prorrogado. No laboratório de Alysson Muotri, o Muotri Lab, Diogo Biagi e equipe estão conduzindo os ensaios, que consistem em gerar progenitores de astrócitos e inserir em camundongos com Síndrome de Rett.

No período de dois anos, o cientista espera obter resultados promissores que levem à obtenção do financiamento de US\$10 milhões necessário para a realização de ensaios clínicos em humanos.

Os planos são ambiciosos. Se a terapia para Síndrome de Rett se provar eficiente,

a ideia é desenvolver tratamentos com base em progenitores de astrócitos gerados por células IPS para outras doenças neurológicas, como Parkinson, Alzheimer e esclerose.

Agora com a presença da família em San Diego, Diogo Biagi está entusiasmado com a possibilidade concreta de desenvolvimento de uma terapia que possa beneficiar tantas pessoas.

Mas por que isso não foi possível no Brasil?

“As condições no nosso país são desfavoráveis para uma *startup* de Biotecnologia. Faltam reagentes, que demoram a chegar. Uma empresa de pesquisa e desenvolvimento precisa de investimentos e os investidores no Brasil ainda não estão acostumados com esse tipo de negócio, que demora a dar retorno. Nos EUA, existe todo um mercado desde a década de 70. Os investidores sabem que vale a pena e investem em várias empresas de Biotecnologia. A maioria falha, mas uma dá certo e gera muito dinheiro”, pondera Diogo Biagi.

Inteligência orgânica

O Muotri Lab, que é ligado à UCSD, ocupa um prédio próximo ao campus e conta com equipe de 35 profissionais, incluindo professores, pós-graduandos, graduandos e técnicos.

Formado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Alysson Muotri fez o doutorado em Genética pelo Instituto de Biologia da USP e o pós-doutorado a partir de 2002 no Instituto Salk, em San Diego, onde se especializou em neurociências e células-tronco.



Alysson Muotri

Criado em 2008, o Muotri Lab é um dos centros de referência mundial em estudos com o cérebro humano. O laboratório recebe recursos do Estado da Califórnia e do *National Institutes of Health* (NIH) – equivalente ao CNPq no Brasil –, além de financiamento de empresas privadas e dinheiro de filantropia de fundações na área médica.

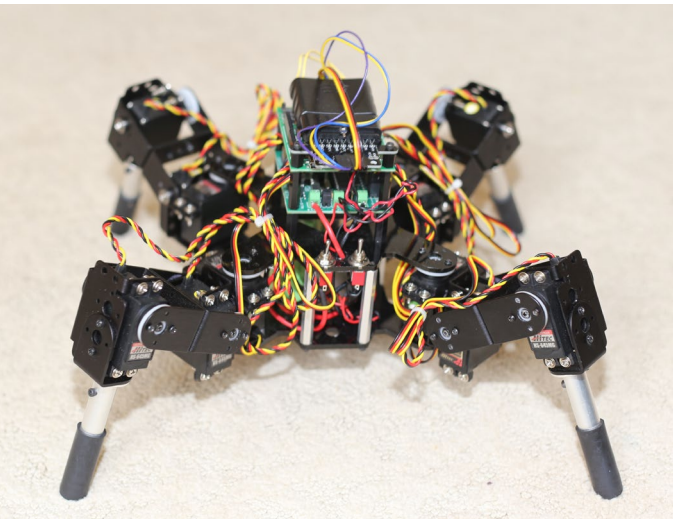
Uma das linhas de pesquisa do Muotri Lab, iniciada em 2017, busca desenvolver aplicações em inteligência artificial com base na chamada inteligência orgânica. A Microsoft, interessada em ex-

pandir suas ferramentas de inteligência artificial, financiou parcialmente o estudo.

Alysson Muotri explica que o objetivo final das pesquisas nessa área é conseguir com que a inteligência artificial “aprenda sozinha”, como fazem os cérebros humanos. Os atuais sistemas de inteligência artificial conseguem processar um volume imenso de dados, mas não têm a capacidade de “aprendizado inato”, como o cérebro humano.

Um carro que dirige sozinho precisa ser treinado a identificar todas as variações possíveis de outros carros, pessoas, cachorros etc. Esse processo requer muita energia e tempo e, mesmo com um treinamento detalhado, a inteligência artificial tem dificuldade de fazer a distinção, por exemplo, entre algo concreto e sua foto. Já uma criança, após ser apresentada a dois ou três cachorros, daí em diante conseguirá identificar outros cães intuitivamente. Da mesma forma, um bebê aprende uma língua sem ser formalmente ensinado. Mais do que isso: entende os nuances do discurso, mensagens subliminares passadas pelo tom de voz, expressão corporal e outras sutilezas que hoje escapam aos sistemas de inteligência artificial. A pesquisa com inteligência orgânica no laboratório visa

DIVULGAÇÃO



Robô com inteligência artificial

a mapear o funcionamento das redes neurais humanas, de maneira a entender como o nosso cérebro consegue aprender sozinho.

Os experimentos são feitos com organoides cerebrais, recriações do cérebro humano, que ficam armazenados em placas de Petri (recipiente cilíndrico achatado) no laboratório. Os pesquisadores criaram os organoides cerebrais a partir de células IPS, que receberam sinais para se especializarem em células do sistema nervoso humano.

Os cientistas utilizam também uma interface robótica com inteligência artificial, que se locomove por um labirinto construído no laboratório. Cada robô tem dois sensores de infravermelho, que detectam quando ele está se aproximando de um obstáculo. Hoje eles precisam de “treino” – informações inseridas no sistema de inteligência artificial –

para se locomover pelo labirinto sem tocar em nenhuma parede.

Ao contrário do robô, um ser humano, mesmo sem conhecer o labirinto, tem capacidade de caminhar sem bater nas paredes. O objetivo da pesquisa é conseguir com que os robôs aprendam sozinhos a fazer o mesmo.

Para isso, os pesquisadores colocaram em torno dos organoides cerebrais eletrodos similares aos de um eletroencefalograma, que captam a informação elétrica produzida pelas redes neurais. Essa informação elétrica é transmitida ao robô e comanda a sua locomoção. O robô, por sua vez, informa ao organoide quando seus sensores detectam a aproximação de uma parede e, em seguida, recebe de volta um estímulo do organoide para mudar de direção.

“A gente quer que o robô percorra o labirinto sem esbarrar nas paredes. Hoje ele ainda precisa de treino para isso. Queremos que ele faça sem treinamento nenhum. Ou seja, você coloca o robô lá e ele vai aprender a se guiar nesse labirinto, sem nenhum aprendizado, que é o que uma pessoa consegue fazer”, resume Alysson Muotri.

O passo seguinte será a criação de modelos matemáticos, que simulam o comportamento das redes neurais de um cérebro hu-

mano, inspirados nessa inteligência orgânica.

Se o estudo continuar a apresentar resultados promissores, os pesquisadores devem abrir uma *startup* nos EUA, que terá como missão desenvolver a descoberta numa tecnologia com aplicação na área de inteligência artificial. Caso o desenvolvimento vá adiante, o mais provável é que a Microsoft venha a comprar a *startup*, prevê Alysson Muotri.

Bionanotecnologia

Datam da Antiguidade os primeiros relatos do interesse por aquilo que é tão pequeno que não pode ser visto a olho nu. A partir dos anos 1980, com o avanço da microscopia e da ciência em geral, os cientistas começaram a manipular isoladamente as nanopartículas.

Hoje, a Nanotecnologia é amplamente utilizada nas indústrias eletroeletrônica, automotiva, farmacêutica, têxtil, de energia, de produtos esportivos, de tintas, de cosméticos, de construção, aeroespacial etc.

Semicondutores, telas de televisores, computadores e celulares, lâmpadas LED, baterias, diversos remédios, vacinas contra a Covid-19 (Pfizer/BioNTech e Moderna), roupas antitranspirantes e antibactericidas, tintas especiais, raquetes de tênis, tacos de golfe, xampus, pro-

tetores solares, cremes para a pele e inúmeros outros produtos dispõem de Nanotecnologia.

Nanoestruturas sempre estiveram presentes na natureza, por exemplo, em metais, muitas folhas de plantas e dentes de humanos e animais, assim como nas ventosas das patas das lagartixas, que proporcionam forte adesão a superfícies, e nas asas das borboletas azuis, ocasionando refração e o efeito óptico de mudança de cor de acordo com o ângulo de observação ou iluminação.

A escala nanométrica se refere a partículas com 1 a 100 nanômetros (nm). Um nanômetro equivale a um bilionésimo do metro: 0,000.000.001 metro. Esse tamanho é aproximadamente 100 mil vezes menor do que o diâmetro de um fio de cabelo.

Um átomo (H) tem 0,1 nm, enquanto o tamanho das proteínas varia de 5 a 50 nm e os vírus têm de 75 a 100 nm. As bactérias (1.000 a 10.000 nm) e células brancas (10.000 nm) já estão fora da escala nano. Elas são da escala micrométrica, sendo que 1 micron equivale a 1.000 nm.

Efeitos como gravidade, fricção, combustão, eletrostática, forças de Van der Waals e movimentos brownianos estão relacionados com escalas de tamanho. Partículas na escala nanométrica apresentam propriedades

FREEPIK



fundamentais, como as químicas, físicas e mecânicas, diferentes dos materiais de escala macro. São essas diferenças nas propriedades fundamentais das nanopartículas que permitem o desenvolvimento de produtos nanoestruturados com aplicações práticas.

As equipes que trabalham com Nanotecnologia são geralmente multidisciplinares e integradas por Biólogos, físicos, químicos, engenheiros e profissionais com outras formações. A área engloba várias outras subáreas e tem interfaces com outros campos da pesquisa de base e aplicada.

A Dra. Cíntia Caetano Bonatto, bolsista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), realiza pesquisa aplicada com Nanobiotecnologia, uma das subáreas que envolve os as-

pectos biológicos da Nanotecnologia.

Em particular, a Bióloga trabalha com Nanobiotecnologia verde, que consiste no desenvolvimento de aplicações e produtos valendo-se de precursores biológicos, como microrganismos, moléculas e proteínas, entre outros, de maneira a minimizar o uso de agentes nocivos e tóxicos durante as etapas de produção.

Na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, sediada em Brasília (DF), Cíntia Bonatto trabalha atualmente num projeto que utiliza a Nanobiotecnologia verde para desenvolvimento de alimentos com gosto similar a frutos do mar e peixes à base de pulses, que são grãos e sementes secas de algumas leguminosas, como feijão, ervilha, lentilha e grão-de-bico. De 2017 a 2021, a Bióloga

participou do desenvolvimento de nanopigmentos magnéticos, num projeto realizado em parceria entre a Embrapa e a TecSinapse, uma empresa de tecnologia de São Paulo. A pesquisa já foi concluída com êxito e está em processo de validação pela Embrapa e de realização de testes que determinarão possíveis aplicações da tecnologia.

A equipe do projeto contou com Cíntia Bonatto, que tem mestrado e doutorado pela UnB em Biologia Animal na subárea de Nanotecnologia, e outros quatro pesquisadores da Embrapa e empresa. A Bióloga relata que trabalhou em todas as etapas de desenvolvimentos da tecnologia, principalmente “na bancada”.



Cíntia Bonatto

“As partículas magnéticas geralmente apresentam cores que vão do marrom ao preto. A inovação foi, durante o processo de síntese, conseguirmos fazer modificações

que conferiram outras cores às nanopartículas magnéticas”, ressalta Cíntia Bonatto. Uma das potenciais aplicações da nova tecnologia está no desenvolvimento de sensores. Os pigmentos nanoestruturados criados na pesquisa podem ser a base para sensores de detecção, por exemplo, de variações na temperatura ou pH, explica a Bióloga.

Um sensor de temperatura com essa tecnologia poderia ser acoplado, por exemplo, a embalagens de produtos que precisam ser armazenados a baixas temperaturas ou que não podem aquecer demais. O sensor na embalagem mudaria de cor para alertar sobre a elevação da temperatura.

Outra aplicação prática dos pigmentos nanoestruturados criados na pesquisa seria no revestimento de sementes utilizadas na agricultura, em linha com a tradição da Embrapa de desenvolvimentos de tecnologias de melhoramento de sementes.

Caso seja efetivamente desenvolvido, o revestimento com pigmentos nanoestruturados vai conferir às sementes duas novas características: uma superfície mais homogênea e lisa e uma cor diferente da original.

“No processo de plantio, as sementes geralmente passam por máquinas. As sementes com estruturas externas mais

homogêneas podem ser depositadas mais facilmente”, aponta Cíntia Bonatto. “Já o atributo de cor é importante. Ele indica que a semente foi tratada. E pode ser uma assinatura que permita aumentar a rastreabilidade das sementes e assim diminuir a falsificação. Há um mercado de falsificação de sementes”.

Drones

Além da pesquisa, a revolução digital e o rápido avanço tecnológico impactaram o trabalho dos Biólogos em diversas outras áreas. Geoprocessamento, monitoramento de espécies, reflorestamento, estudos de impacto ambiental – são muitas as aplicações do uso de drones na Biologia, e mais ainda fora dela. O Prof. Dr. Normandes Matos da Silva, Secretário de Inovação e Empreendedorismo da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), no estado de Mato Grosso, está envolvido há mais de uma década em projetos com drones nas áreas de Biologia e Engenharia Ambiental.

Normandes Matos começou a se interessar por geoprocessamento ainda na graduação, quando as imagens de satélite não eram corriqueiras como hoje em dia. Na primeira metade dos anos 1990, o trabalho dele era manual, quase artesanal, usando fotos impressas e estereoscópios para

visualizar imagens em 3D. Na época, eram poucos os Biólogos interessados, mas hoje há mais profissionais da Biologia nesse campo.

O Biólogo afirma que o trabalho com geoprocessamento e sensoriamento remoto permite fazer investigação de qualidade ambiental numa escala geográfica grande sem precisar percorrer longas distâncias a pé ou de carro. Desde 2011, além de trabalhar com processamento de imagens de satélite, a UFR investiu no uso de drones para mapeamento aéreo. O objetivo era ter vídeos e fotografias aéreas de alta qualidade para diversos projetos. No caso de Normandes Matos, o foco está em projetos de recuperação de áreas degradadas.

ACERVO PESSOAL



Normandes Matos

“A gente queria usar as imagens para ter uma espécie de raio-x fiel dessas áreas degradadas, para fazer bons diagnósticos e propor prog-

nósticos para recuperação. Investimos muito no uso dessas aeronaves remotamente pilotadas para fazer mapeamentos aéreos em larga escala. Já chegamos, com um único equipamento, a tirar fotografias aéreas de 5 mil hectares aqui em Rondonópolis”, conta ele.

Além do mapeamento aéreo, o Biólogo participa também de projetos de uso de drones para dispersão de sementes: primeiro o drone, equipado com uma câmera, fotografa a área, e depois o equipamento volta à mesma área para liberar as sementes.

Em 2019, a equipe da UFR chegou a construir seu próprio drone, um equipamento de madeira para liberação de sementes que tinha código aberto, ou seja, qualquer pessoa poderia acessar alguns materiais e a metodologia e construir um semelhante. Segundo o Biólogo, foi o primeiro modelo de drone com essas características na América Latina a conseguir voar.

O trabalho com drones facilita a vida de Biólogos e outros profissionais, pois permite o acesso mais rápido a áreas maiores, oferecendo enormes ganhos logísticos e otimizando o uso de equipes. De acordo com Normandes Matos, um time de dois biólogos consegue, em um só dia, semear uma área de cinco a dez hectares sem

muitas dificuldades. Os drones também podem chegar a áreas de difícil acesso ou a espaços que possam oferecer algum risco à presença humana, como áreas afetadas por acidentes radioativos e desastres naturais.

Outros usos na Biologia incluem monitoramento de fauna, com drones equipados com câmeras sensíveis à variação de temperatura, que conseguem localizar grupos de macacos na copa das árvores, por exemplo. É uma espécie de busca ativa de populações, permitindo um entendimento melhor de Ecologia de populações e da distribuição espacial desses animais. Esse monitoramento também pode ser feito em unidades de conservação.

Além disso, é possível acoplar sensores nos drones para medir a qualidade do ar, usar as imagens para fazer uma identificação prévia da qualidade da água ou mesmo fazer monitoramento para prevenir ou combater incêndios florestais, localizando focos de incêndio com mais rapidez. Muitas consultorias ambientais empregam drones em projetos de diagnóstico e estudos de impacto ambiental realizados antes da construção de barragens ou instalação de ferrovias. Existem também projetos de identificação e dimensionamento de erosões usando drones.



Um aluno de Normandes Matos desenvolveu um projeto para identificação, com imagens de drone, de objetos em terrenos baldios que pudessem ser potenciais locais de surgimento de larvas de mosquitos da dengue, com o intuito de criar um protocolo básico de trabalho para os profissionais que fazem vistorias em casas e quintais. Como às vezes esses profissionais se deparam com terrenos fechados ou locais onde o acesso é complicado por conta do mato e de animais peçonhentos, a ideia é utilizar o drone para facilitar o trabalho.

“Tem tantas possibilidades que o drone em si é considerado uma tecnologia disruptiva, uma coisa que mexeu com muitas áreas de conhecimento e trouxe muitas possibilidades, prin-

cipalmente porque os custos para aquisição destes equipamentos têm diminuído consideravelmente ao longo dos anos, o que tem permitido que grupos de pesquisa, na área de Biologia ou outras áreas, possam adquiri-los sem maiores problemas. O que eu vejo é que os Biólogos ainda não exploraram todo o potencial que as tecnologias podem oferecer”, afirma ele. Para mudar esse cenário, é essencial que os cursos de Ciências Biológicas acompanhem os avanços tecnológicos e apresentem aos alunos mais possibilidades de uso de diferentes tecnologias em suas carreiras. O Biólogo usa como exemplo o núcleo de inovação tecnológica da UFR, batizado de Secretaria de Inovação e Empreendedorismo, que

oferece disciplinas de empreendedorismo para alunos da graduação e realiza projetos juntando alunos de vários cursos.

Normandes Matos considera que os currículos em geral são bastante conservadores sob esse aspecto e que se explora, de forma muito consistente, elementos básicos da formação dos Biólogos, como Zoologia, Botânica ou Ecologia, mas com frequência a inovação tecnológica e o empreendedorismo são deixados de lado.

Ele afirma que é importante as universidades abraçarem a tecnologia até para que as empresas comecem a enxergar nos Biólogos e Biólogas profissionais que têm muito a oferecer a equipes multidisciplinares, já que na área ambiental há uma grande concorrência de profissionais de diversas carreiras.

Normandes Matos lembra que estamos na década da ONU para a restauração de ecossistemas, um período de muitos investimentos de países e agências internacionais de fomento à pesquisa, e que os Biólogos têm uma expertise muito grande nesse campo. Ao conciliar o currículo clássico da Biologia com o uso de tecnologias já consolidadas, os Biólogos podem se tornar profissionais estratégicos para áreas como monitoramento e fiscalização ambiental.

Bioacústica de cetáceos

O desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e técnicas de acústica submarina permitem que cientistas e gestores incrementem o monitoramento de cetáceos (baleias e golfinhos) e do ambiente marinho costeiro como um todo.

O Prof. Dr. Marcos César de Oliveira Santos, Biólogo do Instituto Oceanográfico (IO) da USP, conta que diversos animais marinhos emitem sons, inclusive uma parte considerável das espécies de peixes, que produzem o chamado “coro de peixes”. Mas os cetáceos têm aparelho vocal com capacidade de transmitir sons em diversas frequências e se valem das vocalizações para a ecolocalização – as ondas sonoras funcionam como um sonar biológico – e comunicação com outros indivíduos de sua espécie para finalidades de alimentação, procriação, coordenação de ações em grupo etc.

O equipamento elétrico chamado hidrofone, que capta vibrações sonoras transmitidas na água, é o mais utilizado para o monitoramento de cetáceos. O hidrofone é um microfone adaptado para a água e conectado a um computador com cartão de memória. O conjunto é geralmente encapsulado em algum tipo de material que proveja proteção ao

dispositivo contra a água e pressão, mas não interfira na recepção do áudio.



Marcos César Santos

Marcos César Santos ressalta que os hidrofones são adequados para o monitoramento da fauna e ambiente marinhos, porque o som se propaga muito bem por meio da água – a velocidade e distâncias superiores às da propagação pelo ar. O monitoramento por câmeras em geral não apresenta bons resultados, uma vez que as águas do mar estão frequentemente turvas. O Biólogo orientou duas importantes pesquisas do IO/USP com acústica marinha no litoral norte do estado de São Paulo. Os projetos, um de doutorado e outro de mestrado, utilizaram estruturas no mar montadas no Canal de São Sebastião (uma área impactada pela ação humana) e no Parque Estadual da Ilha Anchieta (área protegida, com pouco impacto).

Os cilindros com os hidrofo-

nes ficaram a uma profundidade de 12 metros, fixados por cabos que não balançam. Os pesquisadores programaram o equipamento para gravar 1 minuto a cada 5 minutos, de maneira a aumentar a duração da bateria para três meses. Ao fim desse período, eles recolhiam os equipamentos, retiravam o cartão de memória, trocavam as 16 pilhas e recolocavam os cilindros novamente nos mesmos dois locais. As gravações foram feitas durante 24 meses, de 2015 a 2017.

O trabalho de doutorado de Diogo Destros Barcellos tinha como objetivo comparar a ocorrência de baleias e golfinhos numa área impactada pela ação humana com a incidência desses animais numa área protegida.

Ele passou cerca de dois anos extraíndo as informações das gravações nos dois locais. Não bastava ouvir, porque algumas espécies de cetáceos, como os mysticetos (baleias grandes), emitem sons de frequência baixa, que são ininteligíveis ao ouvido humano. O pesquisador precisou acompanhar visualmente na tela do computador o sonograma, gráfico com representação da frequência, duração e intensidade das amostras de som.

Diogo Barcellos detectou na pesquisa uma disparidade muito grande na ocorrência de cetáceos nas duas áreas

estudadas, apesar da proximidade entre os locais. As gravações identificaram a presença de três vezes mais cetáceos nas águas protegidas no Parque Estadual da Ilha Anchieta do que na região antropizada do Canal de São Sebastião.

Marcos César Santos aponta que o próximo avanço tecnológico nas pesquisas de bioacústica de cetáceos será a incorporação de ferramentas de inteligência artificial, em linha com o que já se faz em centros no exterior. A inteligência artificial permite a automação do processo de extração de dados do sonograma, que pode ser realizado em muito menos tempo. As ferramentas conseguem também armazenar os parâmetros físicos das emissões sonoras de

cada espécie de cetáceos, formando uma biblioteca.

“Não dá para simplesmente usar a biblioteca desenvolvida por pesquisadores de outros países. Nós vamos ter que construir a nossa. Isso porque os dialetos de uma mesma espécie de cetáceo variam de uma bacia oceânica para outra”, destaca Marcos César Santos. “As baleias-jubarte dos Hemisférios Norte e Sul têm dialetos diferentes, o que também acontece com outras espécies de cetáceos. Trata-se de um extraordinário exemplo de cultura não humana, transmitida de geração para geração”.

O Biólogo orientou também a pesquisa de mestrado de Amanda Martinelli, que descreveu e comparou a “paisagem acústica” nas duas

áreas estudadas. O trabalho consistiu na separação nas gravações dos ruídos produzidos por animais e pela natureza – cetáceos, coros de peixes, camarões-de-estalo, ondas, chuva etc. – dos sons de motores de embarcações e outras ocorrências de natureza antrópica.

O estudo concluiu que o nível de poluição sonora no Canal de São Sebastião é muito elevado e que sua causa principal é o barulho de motores de lanchas durante o ano inteiro. Há também um ruído intermitente no canal, que não cessou durante os 24 meses monitorados pelo estudo.

Os pesquisadores não conseguiram identificar a origem desse ruído. A hipótese mais provável é que o barulho seja causado por alguma estrutura presente no Porto de São Sebastião ou no terminal da Petrobras no canal. Eles tentaram realizar uma investigação acústica nessas instalações, mas não obtiveram autorização.

O estudo identificou que o nível de sons de natureza antrópica nas águas no Parque Estadual da Ilha Anchieta é relativamente baixo, apesar do pico de ruídos de motores de lanchas no verão.

Marcos César Santos destaca que a dissertação de Amanda Martinelli foi o primeiro estudo a alertar para a poluição sonora no Canal

FREEPIK



de São Sebastião. Ele acredita que as autoridades e sociedade civil brasileira em geral não têm consciência da gravidade do problema da poluição sonora no ambiente marinho.

Os ruídos de natureza antrópica, por exemplo, de motores de embarcações e plataformas de petróleo afetam diretamente os cetáceos que ocorrem na costa brasileira. A poluição sonora confunde a orientação dos animais – o que pode explicar porque tantas baleias encalham nas praias – e afeta sua capacidade de localizar presas. O processo de reprodução também é prejudicado, porque os machos de espécies como as baleias jubartes atraem as fêmeas emitindo canções.

A acústica é amplamente utilizada em países desenvolvidos para o monitoramento e proteção de espécies marinhas ameaçadas, sobretudo de cetáceos, segundo o Biólogo. O governo dos EUA investiu milhões de dólares para construir uma rede de monitoramento acústico na Costa Leste, onde estão os portos de Nova York e Boston.

No passado, havia muitas ocorrências nessa região de atropelamento de baleias-francas por navios que cruzavam áreas de alimentação dessa espécie. Com base no monitoramento

acústico, as autoridades mudaram as rotas de navegação para os dois portos e os atropelamentos praticamente cessaram.

O monitoramento continua e permitiu identificar a nova ameaça às baleias-francas na Costa Leste, que são as grandes estruturas submarinas de pesca de lagostas, compostas por cabos e armadilhas. As autoridades agora agem para coibir a pesca predatória da região, que coloca em risco a escassa população de cerca de 300 indivíduos da espécie no Hemisfério Norte.

“Os cientistas americanos sabem onde estão as baleias-francas por meio de sensores e boias que enviam emissões sonoras e passam informações para as autoridades portuárias. Esse é um caso de sucesso de conexão entre ciência e gestão”, aponta Marcos César Santos. “É assim que eu vislumbro a nossa costa em 15 anos. A utilização da acústica para o monitoramento da costa deveria ser prioridade no Brasil”.

Realidade aumentada

A cena já se tornou corrente em algumas grandes cidades: os restaurantes disponibilizam um QR code nas mesas, o cliente aponta a câmera para o código e tem acesso ao cardápio com imagens 3D dos pratos. O popu-

FREEPIK



lar jogo para celular Pokémon Go permite ao jogador apontar a câmera para qualquer direção e observar uma criatura virtual que deve ser capturada. Uma simples busca por “pato” no Google oferece a oportunidade de visualizar o animal em 3D pela tela do celular. É a realidade aumentada, recurso que integra elementos virtuais ao mundo real e que vem se popularizando nos últimos anos.

Mas nem só de jogos e cardápios digitais vive a realidade aumentada. Na Universidade de Brasília (UnB),

o Dr. Frederico Coelho Krause, Biólogo e pesquisador, utiliza esse recurso para projetos educacionais. Ele ressalta que há uma variedade imensa de usos para essa tecnologia.

“Por exemplo, se você quiser estudar o sistema circulatório, pode usar marcadores, como *QR codes*, imagens ou a própria superfície e projetar um objeto tridimensional, fazer aparecer uma imagem em cima da mesa e visualizar todo o funcionamento do coração, usar transparência para mostrar as válvulas, mostrar como funciona dentro”, conta ele.

Essas imagens podem ser visualizadas tanto pelas telas de dispositivos como tablets e celulares como também por meio de óculos de realidade aumentada, que fazem parecer que o elemento virtual realmente está à nossa frente. É uma tecnologia que antes encontrava barreiras na pouca capacidade de processamento dos celulares, que não permitiam essa visualização com boa qualidade. Hoje em dia, no entanto, a qualidade de processamento desses aparelhos melhorou muito, permitindo a popularização da ferramenta. Segundo Frederico Krause, os modelos tridimensionais utilizados na realidade aumentada são de grande ajuda para representar tan-

to as estruturas diminutas, que são invisíveis a olho nu e muitas vezes difíceis de visualizar até mesmo por instrumentos, quanto processos em larga escala, que envolvem o planeta como um todo e não podem ser observados diretamente, como o ciclo da água, por exemplo.

Outros usos possíveis incluem o oferecimento de informações em aquários, zoológicos e parques. Por exemplo, um parque pode usar um marcador (*QR code* ou imagem) que, ao ser acessado, forneça ao usuário informações sobre uma espécie de planta ou animal em particular, imagens em 3D sobre suas características morfológicas, ou os nomes de espécies similares. É possível até mesmo dispensar o marcador e utilizar o próprio espécime – o usuário aponta para o animal e o programa reconhece a espécie e apresenta as informações. Nesse caso, a identificação do animal é feita por inteligência artificial.

Esse mesmo princípio pode ser aplicado a visitas a museus. É possível até mesmo fazer museus inteiramente virtuais em ambientes em que você não tem condições de ter as espécies de maneira física, conta Frederico Krause. A própria UnB está trabalhando em um museu de Biologia virtual,

utilizando o canteiro central do Instituto de Ciências Biológicas para fazer exposições com realidade aumentada e assim contornar a falta de um espaço físico.

O interesse de Frederico Krause pela computação gráfica e o uso de mídias educativas é antigo. Ele gostava de mexer com programas de edição de imagens e, durante o curso de Ciências Biológicas, se interessou por uma disciplina de computação gráfica para ilustração científica. Em paralelo, buscou o mestrado e doutorado em Educação, que lhe permitiram aliar o ensino de Biologia às ferramentas gráficas.



Frederico Krause

Além dos projetos de realidade aumentada, o Biólogo também está focado no uso educacional dos vídeos: ele participa de um projeto de divulgação científica com estudantes do Ensino Médio de escolas públicas do Distrito Federal, em que os alunos

criam vídeos sobre ciência e tecnologia e postam no YouTube. Trata-se do 1º Vídeo Ciência, uma mostra virtual de ciência e tecnologia. O projeto é vinculado ao Museu Virtual de Ciência e Tecnologia da UnB: os alunos buscam temas do museu e criam os vídeos, realizando eles mesmos a edição de imagens e narração. Frederico Krause acredita que ainda há muito espaço de crescimento para o uso de tecnologias como a realidade aumentada na Biologia, seja com usos educativos ou outras aplicações. E para os que desejam se aprofundar nessa área, é importante ir além da universidade e buscar conhecimentos em *softwares* de programação, inteligência artificial, edição de imagens, modelagem 3D e animação, dependendo da área de foco. “Como é uma área em desenvolvimento, os currículos ainda não acompanharam a formação desse profissional. Algumas universidades têm disciplinas que tangenciam o assunto, mas os currículos têm que se adaptar. Tem uma nova geração de profissionais atuando nas universidades, então acho que esses cursos vão surgir gradativamente”, acredita o Biólogo.

Monitoramento de abelhas

A Dra. Sheina Koffler trabalha num projeto de ciência cidadã de monitoramento

de abelhas sem ferrão, como parte de seu pós-doutorado no Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP.



Sheina Koffler

O Projeto BeeKeep está inserido no estudo internacional Surpass2 (Salvaguardando o serviço de polinização em um mundo em mudança: teoria na prática), cujo braço brasileiro é financiado pela Fapesp. Além do Brasil, o Surpass2 engloba pesquisas sobre polinização no Reino Unido, Chile e Argentina. O BeeKeep surgiu a partir do Curso de Extensão em Meliponicultura e Ciência Cidadã, uma das iniciativas do Surpass2, cujas quatro edições *online* contaram com a participação de mais de 2.400 criadores de abelhas de diversos estados brasileiros. Como forma de engajar os criadores participantes do curso, os pesquisadores do Surpass2 formataram o BeeKeep dentro do conceito de ciência cidadã, que consiste na participa-

ção pública na geração de conhecimentos científicos. A equipe multidisciplinar de sete pesquisadores do BeeKeep criou um protocolo de pesquisa e desenvolveu uma plataforma *online* que permitem que criadores – denominados “cientistas cidadãos” – realizem o monitoramento de atividade de voo de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*). Essa ação de monitoramento ganhou o nome de #cidadãosf.

O criador grava com o seu celular vídeos de 30 segundos da entrada das colmeias, de acordo com as especificações do protocolo, que estipula a sistemática das filmagens, como enquadramento, iluminação e dias e horários das captações.

Em seguida, o cientista cidadão insere o arquivo do vídeo na plataforma *online* beekeep.pcs.usp.br, uma página de internet que funciona no celular e computador, desenvolvida pelo Prof. Dr. Bruno Albertini, da Poli USP. No passo seguinte, o próprio produtor do vídeo faz a contagem das jataís que: saíram da colmeia; entraram na colmeia; e entraram carregando pólen. O cientista cidadão insere as informações das contagens no sistema.

A plataforma entrou em operação no início de 2021 e já conta com mais de 3.800 vídeos e uma base de dados robusta.

“Sem essa tecnologia, seria

AGENDO PESSOAL



Abelhas jataí
(*Tetragonisca
angustula*)

impossível reunir uma base de dados tão volumosa. Seria impraticável coletar informações em tantos locais e em diferentes épocas do ano, e imagine os custos de um trabalho de campo dessa dimensão”, destaca Sheina Koffler, que é formada em Ciências Biológicas e tem mestrado e doutorado em Ecologia pela USP.

Os pesquisadores do BeeKeep coassinaram um artigo publicado em agosto de 2021 na revista científica *Insects*, que atesta a qualidade dos dados coletados e compilados pelos criadores de jataís, em linha com a percepção mundial positiva sobre a contribuição dos cientistas cidadãos.

No artigo, intitulado *Data Reliability in a Citizen Science Protocol for Monitoring*

Stingless Bees Flight Activity (em tradução livre, *Confiabilidade dos dados em um protocolo de ciência cidadã para monitoramento da atividade de voo de abelhas sem ferrão*), os autores afirmam não ter identificado diferença estatística na percepção e contagem das atividades de entrada e saída das abelhas realizadas por especialistas e pelos cientistas cidadãos.

As abelhas fornecem o que chamamos de serviço ecossistêmico de polinização, essencial para a reprodução de diversas espécies de plantas de interesse comercial – açaí, quiabo, morango, melão etc. – e de matas nativas. Como outros polinizadores, as abelhas sofrem uma série de ameaças, como a perda de habitats, contaminação por agrotóxicos, mudanças cli-

máticas e competição com espécies invasoras.

Os pesquisadores do BeeKeep escolheram trabalhar com a jataí porque ela ocorre em todo o território nacional e a atividade comercial de criação da espécie é expressiva e crescente. O saboroso mel da jataí é considerado “gourmet” e há também uma percepção de que apresenta propriedades antibióticas, o que ainda precisa ser confirmado por novos estudos, resalta Sheina Koffler.

A equipe de pesquisadores está no momento trabalhando num segundo estudo científico, que avalia o nível de aprendizagem adquirido pelos cientistas cidadãos durante a participação no #cidadãoasf. “Ao mesmo tempo em que geram dados, os cientistas cidadãos podem ampliar seus conhecimentos a respeito da Biologia e da Ecologia das abelhas sem ferrão e o senso de corresponsabilidade pela conservação das espécies”, enfatiza Sheina Koffler.

Os pesquisadores esperam publicar um terceiro estudo em 2023, que pretende compilar os dados coletados no programa e analisar como a estrutura da paisagem – aspectos da região, como presença ou não de vegetação, se rural ou urbano etc. – e outros condicionantes (temperatura, época do ano etc.) impactam a atividade de voo das abelhas sem ferrão.

ENTOMOLOGIA FORENSE AJUDA NA INVESTIGAÇÃO DE CRIMES

Bióloga da Unicamp conta como os insetos fornecem evidências sobre a autoria de mortes violentas e outros crimes

A PROFA. DRA. Patrícia Jacqueline Thyssen é apaixonada por insetos desde criança. Criava insetos em casa e já na graduação se interessou por um projeto de sucessão ecológica, em que estudou espécies que colonizavam carcaças de pequenos animais. Desde que descobriu a utilização dos insetos na ciência forense, decidiu que esse seria seu campo de estudo. Da graduação, embarcou no mestrado e doutorado na Unicamp e nunca mais parou. Hoje Patrícia Thyssen é docente na própria Unicamp e presta auxílio à polícia técnico-científica de São Paulo. Ela identifica e calcula a idade de espécies de insetos coletados em corpos, o que contribui para o avanço do conhecimento na área de entomologia forense, divulga esse cam-

po de atuação e forma novos profissionais da área, muitos dos quais seguem carreira como peritos criminais.

A entomologia forense une as informações que os insetos fornecem – dados biológicos, ecológicos e de distribuição – para elucidar questões judiciais de modo geral, sobretudo questões criminais. São casos de morte violenta, maus tratos a pessoas e animais, contaminação de alimentos e medicamentos e crimes ambientais, em que os insetos podem fornecer evidências sobre a autoria dos crimes ou a responsabilidade de uma ou outra parte. Ao identificar a que espécie de inseto pertence uma larva que está consumindo um cadáver e seu estágio de desenvolvimento, é possível determinar, por exemplo, há quanto tempo uma pessoa morreu. Além disso, a partir da análise de vestígios de drogas presentes nessas larvas, é plausível fornecer pistas sobre a causa da morte de alguém.

Ao longo dos anos, os estudos e análises da Bióloga e de seus alunos ajudaram a



ACERVO PESSOAL

Patrícia Jacqueline Thyssen

construir um amplo banco de dados que auxilia o trabalho de peritos de todo o país, fornecendo ferramentas para que possam identificar corretamente os insetos encontrados em cenas de crimes e extrair deles informações que ajudem a responder perguntas que surgem durante as investigações. São estudos, simulações e



experiências que descrevem como os insetos colonizam corpos em decomposição, com que velocidade as larvas crescem, como varia sua aparência ao longo de seu crescimento e como outros fatores podem afetar o seu desenvolvimento, entre os quais estão as drogas. Experimentos de laboratório, por exemplo, mostraram que escopolamina e Diazepam podem, respectivamente, atrasar e acelerar o desenvolvimento das larvas que se alimentam de corpos – aspectos que, se não forem levados em consideração, poderiam levar a conclusões equivocadas sobre o tempo de morte. Patrícia Thyssen também analisa amostras enviadas por peritos para testes mais avançados no campo da morfologia, química ou molecular, além de fornecer

consultoria, emitindo laudos e relatórios técnicos que podem ser anexados aos processos judiciais.

“O meu objetivo principal na universidade é estudar a Biologia, saber quais espécies colonizam corpos em decomposição, porque existem muitas delas: aqui no Brasil temos mais de vinte espécies diferentes de mosca varejeira. Se eu não souber a Biologia da espécie, qual é a espécie e o que ela está fazendo, vou obter um cálculo de tempo de morte equivocado. Então eu estudo as espécies que vão nos corpos em decomposição e que tipo de resposta podem dar para o perito criminal”, conta ela. “Nós construímos bancos de dados que os peritos podem utilizar no dia a dia, para tentar achar as respostas para as questões que eles levantam em casos que

envolvam insetos e algum aspecto jurídico.”

Na entomologia forense, a taxonomia tem grande importância, mas o uso das chaves dicotômicas tradicionais pode tomar muito tempo e exigir um nível de conhecimento muito mais aprofundado dos peritos. Para tentar sanar problemas com o diagnóstico das espécies, Patrícia Thyssen tem trabalhado com a e-taxonomia, por exemplo com chaves de múltiplo acesso no computador. Nessas chaves não há um único ponto de início no processo de identificação e o usuário pode começar a análise por qualquer característica morfológica que lhe parecer mais fácil ou for mais acessível. As chaves são interativas, sugerindo novas características a serem comparadas com imagens 3D para referência. A ferramenta, disponível pela internet e de acesso gratuito a partir de qualquer dispositivo eletrônico, permite aos peritos mais autonomia de trabalho e agilidade para identificar as espécies.

Outra tecnologia muito presente é o DNA, utilizado quando o exame morfológico não é suficiente para a identificação do inseto – caso de muitas larvas, que apresentam número restrito de características que poderiam ajudar a defini-las, especialmente no primeiro estágio de desenvolvimento. A tecnologia tam-

bém pode ser usada na investigação de crimes sexuais – para comparação do DNA encontrado na larva com o de algum suspeito – e em crime ambientais: como os insetos respondem rápido ao impacto ambiental, a ausência de determinados grupos de insetos que deveriam estar presentes no bioma pode indicar degradação, e para fazer essa identificação da composição faunística o DNA tem sido muito utilizado.

Uma terceira tecnologia utilizada é a cromatografia. Patrícia Thyssen relembra um caso em que essa investigação química mostrou traços de cocaína nas larvas que consumiam um cadáver, indicando que o consumo da droga tinha relação com a morte daquela pessoa – uma relação difícil de determinar em um corpo em avançado estado de putrefação, em que análises de sangue e urina ficam prejudicadas.

Da mesma maneira, as técnicas de cromatografia com análise dos hidrocarbonetos da cutícula do tegumento dos insetos (que os recobre externamente) podem ajudar até mesmo a descobrir se um corpo foi movido de algum outro lugar para o local onde foi encontrado: esses hidrocarbonetos, conta Patrícia Thyssen, dentro da mesma espécie variam de acordo com a localidade ou ambiente em que o inseto

vive e com a sua dieta. Ao comparar o perfil de hidrocarbonetos de insetos de um local onde o corpo foi encontrado, é possível saber se esses insetos habitavam aquele ambiente ou se vieram de um lugar diferente, fornecendo assim mais indícios para a investigação. Quando Patrícia Thyssen começou a trilhar o campo da entomologia forense, a área ainda era desconhecida de muitos, e a participação de Biólogos na área forense era vista com estranheza. Hoje tanto o campo quanto a presença dos Biólogos atuando nele já estão mais consolidados. A entomologia forense é conhecida do público em geral principalmente por seriadados como CSI, que mostra o trabalho de peritos em diversas áreas. Entre os Biólogos, o campo também é mais conhecido, graças a um trabalho constante de divulgação. Na Unicamp, a Bióloga ministra uma disciplina sobre o assunto na graduação, para que os futuros profissionais fiquem cientes de mais essa área de atuação e das possibilidades de carreira.

“Se o Biólogo se interessar por trabalhar na polícia científica, ele pode ingressar através de concurso. É uma carreira importante e interessante, à qual conseguem ter acesso apenas

com a graduação, sendo possível ir se especializando depois”, conta ela.

Mas ainda há espaço para crescimento, tanto para os Biólogos nessa carreira quanto para as técnicas usadas. De acordo com Patrícia Thyssen, daqui a alguns anos o uso de inteligência artificial na identificação dos insetos e larvas na área forense deve ter avançado mais, ajudando a diminuir a subjetividade da interpretação das imagens e melhorando a precisão dos diagnósticos.

Os bancos de dados de Patrícia continuarão a se expandir. No momento, ela está envolvida em um projeto financiado pela Fapesp para investigar as moscas varejeiras da região neotropical, coletando espécimes em toda a América do Sul e parte da América Central para montar um banco de dados completo, morfológico, biológico e molecular, sobre todas as espécies de larvas que se criam em corpos em decomposição nessas localidades.

Vídeo com entrevista da Profa. Dra. Patrícia Jacqueline Thyssen



CLIQUE
E ASSISTA

BIÓLOGO DESENVOLVE TECNOLOGIA PARA PREVER BALNEABILIDADE DE PRAIAS

FREEDIK

NESTA EDIÇÃO, a seção Resenha analisa a tese de doutorado *Previsão de balneabilidade com o uso da modelagem numérica operacional para as praias das Baías de Santos e de São Vicente*, escrita pelo Prof. Dr. Renan Braga Ribeiro para seu doutoramento no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (USP) em 2021.

A tese, orientada pelo Prof. Dr. Joseph Harari, demonstra a criação de um sistema de previsão de balneabilidade – ou seja, de qualidade



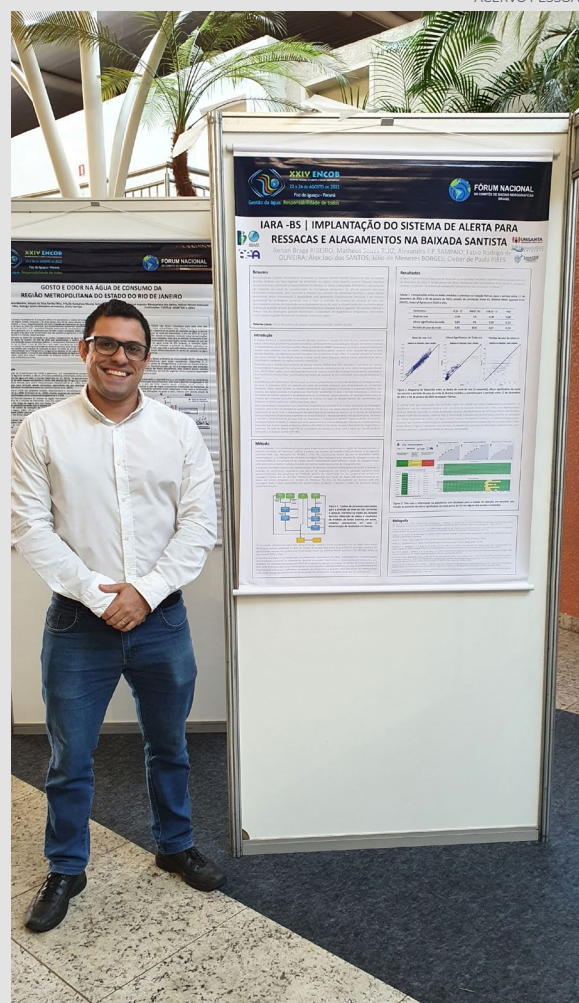
ACERVO PESSOAL

da água para fins de recreação – para as praias localizadas nas Baías de Santos e de São Vicente, no litoral de São Paulo, por meio de modelagem numérica

operacional determinística. A classificação da qualidade da água em praias é uma informação de utilidade pública, já que a exposição a água de má qualidade é considerada um risco significativo à saúde, tendo sido relacionada a sintomas de doenças gastrointestinais em banhistas. Ao informar com acurácia o nível da qualidade da água nas praias, as autoridades municipais dão aos cidadãos uma ferramenta para fazer escolhas mais informadas. Para determinar níveis de balneabilidade, utiliza-se

globalmente a presença e concentração de bactérias indicadoras de contaminação fecal, como o enterococos, utilizado no estudo. De acordo com Renan Ribeiro, os atuais sistemas de informações sobre a balneabilidade das praias se baseiam em métodos microbiológicos, que envolvem coleta de água nesses locais, cultura das bactérias e posterior contagem de colônias formadas. No entanto, argumenta o autor, essas culturas requerem um tempo mínimo de 24 horas para fornecer os resultados, o que torna impossível para os gestores fornecer avaliações da qualidade da água para o mesmo dia em que a amostragem é feita. Como resultado, a indicação de balneabilidade das praias não está baseada nas condições atuais das águas, e sim em condições passadas. A proposta da tese é que a utilização de modelos de previsão poderia fornecer resultados ágeis e confiáveis, que refletissem de maneira mais precisa as condições reais de balneabilidade das praias, contribuindo para o fornecimento amplo de informações que possam nortear as tomadas de decisão de agentes públicos ou do cidadão comum. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi construir e

testar um sistema de previsão feito por modelagem numérica, que levasse em consideração os variados aspectos meteorológicos, geográficos, ecológicos e sociais que afetam as Baías de Santos e São Vicente. Entre esses aspectos, estão, por exemplo, o regime pluviométrico da região, afetado por fatores como a presença da Serra do Mar e o sistema meteorológico da Zona de Convergência do Atlântico Sul; a maré do sistema estuarino de São Vicente e Santos; as diversas fontes de poluição que afetam os canais que desaguam nas duas baías, considerando o nível de atendimento do esgotamento sanitário; a vazão desses cursos d'água e os eventos de abertura de suas comportas. O desempenho de previsão do modelo foi avaliado durante dois anos de monitoramento da balneabilidade, testando a precisão das previsões comparadas à realidade. Ao fim do período, o autor concluiu que o sistema de previsão implantado foi capaz de fornecer uma representação satisfatória dos processos que resultam em má qualidade da água nas praias das Baías de Santos e de São Vicente, em especial naquelas localizadas no município de Santos, “com elevado nível de su-



cesso, acurácia satisfatória e adequada disseminação da informação com previsão de até três dias, mesmo considerando as simplificações e incertezas”. O sistema desenvolvido por Renan Ribeiro está em funcionamento e os dados produzidos pelo modelo são repassados às autoridades sanitárias locais. Os resultados desse sistema estão disponíveis no *site* do Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da Universidade Santa Cecília, laboratório ao qual o Biólogo está vinculado: [\(Clique aqui\)](#).

Renan Braga
Ribeiro

UM DIA DE TRABALHO COM ROV SUBAQUÁTICO NO LITORAL DE UBATUBA

CARO LEITOR, meu nome é Amanda Aparecida Carminatto. Sou Bióloga, mestre em Ecologia pela Universidade Santa Cecília (Unisantia), e atualmente curso o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

No meu trabalho, intitulado *Caracterização e estrutura da comunidade de peixes de recifes rochosos de duas ilhas costeiras do sudeste do Brasil: uma avaliação espaço-temporal utilizando drone subaquático*, analiso, sob vários aspectos, a comunidade de peixes rochosos nas áreas da Ilha Anchieta e Ilha do Mar Virado, ambas localizadas na costa de Ubatuba, litoral do estado de São Paulo. Comecei meu doutorado em meio à pandemia, em 2020, o que causou uma série de dificuldades e atrasos, inclusive na realização do trabalho de campo, iniciado em 2022.

Para a coleta de imagens subaquáticas, utilizo um ROV subaquático (do inglês *remotely operated vehicle*, veículo ope-



ACERVO PESSOAL

rado remotamente). O equipamento é similar a um drone aéreo no sentido de que é operado à distância, mas diferentemente do drone aéreo, o ROV subaquático tem um cabo que o conecta ao controle operado pelo usuário.

Existem ROVs dos mais variados tipos, geralmente agrupados em três classes de acordo com sua funcionalidade: os micro ROVs, como o meu equipamento, são pequenos, podem chegar a profundidades de 100

a 150 metros e servem para inspeção visual e pequenas intervenções; os compactos são maiores, têm capacidade de carga e podem chegar a cerca de 300 metros de profundidade; e os chamados *work class* ROVs são robôs de trabalho, que operam a grandes profundidades de mais de 500 metros e são utilizados, por exemplo, na indústria de óleo e gás e na busca por destroços de navios – como o equipamento usado para

Amanda
Aparecida
Carminatto

achar os restos do transatlântico Titanic, em 1985.

Trabalho com ROVs desde a graduação. Durante o mestrado, meus orientadores (Dr. Walter Barrela, Dr. Matheus Rotundo e Dr. Miguel Petreire) sugeriram aliar o meu trabalho pilotando esses equipamentos à pesquisa, substituindo os mergulhos pelas imagens captadas por esses robôs. Utilizei imagens de ROVs tanto no mestrado quanto no doutorado e pretendo continuar utilizando esse recurso tão útil no pós-doc.

Inicialmente utilizava um equipamento da empresa onde presto serviços, mas posteriormente adquiri um ROV próprio, o que me permitiu mais liberdade para fazer os trabalhos de campo. Acredito que o custo dos ROVs é um impeditivo para a realização de mais pesquisas utilizando essas ferramentas no Brasil: são equipamentos importados, que podem ser extremamente caros. Felizmente, com a entrada dos equipamentos chineses no mercado – o meu ROV é chinês – agora existe uma alternativa mais barata. Mesmo assim, ainda não são aparelhos acessíveis a todos, infelizmente.

Eu trabalho com os tipos menores de ROVs, que podem ser usados para uma variedade de atividades, desde a observação científica e inspeção industrial até



a coleta de espécies, de sedimento e o monitoramento de vários aspectos no ambiente submarino utilizando sensores que podem ser acoplados ao dispositivo. Para o meu doutorado, realizei uma série de 12 coletas de dados, em quatro pontos pré-estabelecidos, uma por mês, de janeiro a dezembro de 2022, nos períodos diurnos e noturnos. As coletas foram divididas em três campanhas por estação, para que eu pudesse comparar os dados sazonalmente. A profundidade nas ilhas estudadas é de cerca de seis ou sete metros.

A realização do trabalho de campo depende das condições climáticas: os dias ensolarados são os melhores, e é importante não ter chovido no dia anterior, pois isso faz com que o sedimento das ilhas escoe para a água

e a mesma fique turva. Portanto, quanto mais calmo o mar e quanto mais límpida a água, melhor! Para o agendamento do campo, verifico se as condições climáticas estão favoráveis através do aplicativo Wind Guru, muito usado por surfistas, que mostra dados de chuva, maré, ondulação e velocidade e direção dos ventos.

Em um dia típico de campo, acordo cedo para sair de São Paulo em direção a Ubatuba. A viagem leva três horas e meia de carro. Quando chego a Ubatuba, me dirijo ao píer Saco da Ribeira, onde encontro o barqueiro com quem faço todas as saídas. Essas idas à campo são feitas durante a semana, pois o barco que utilizo transporta pescadores nos sábados. Estou sempre acompanhada de

Amanda usa o celular como tela do módulo de controle



Cada filmagem dura 15 minutos

colegas (André Escudeiro, Giovana Ciongoli ou Paula Escudeiro), que me ajudam nos aspectos práticos, pilotando ou gerenciando o cabo que liga o ROV ao controle, para que, por exemplo, ele não atinja o hélice do barco acidentalmente, rompendo a conexão, o que seria um desastre!

Sáímos do píer por volta das 11h da manhã em direção à Ilha Anchieta, meu primeiro local de coleta. A ilha faz parte de uma Unidade de Conservação, portanto não é permitida a pesca, mas existe atividade turística. Lanço o equipamento na água e ele circula e faz filmagens por 15 minutos. Como mencionei, o ROV tem um cabo, o umbilical, que conecta o equipamento ao módulo de

controle, que é muito parecido com um *joystick* de drone aéreo. Esse se conecta via wi-fi com o celular, que se torna a tela do *joystick*.

Embora o ROV já tenha sua própria câmera com informações como data, hora, profundidade e direção da bússola, acoplo uma GoPro (câmera subaquática), que possibilita uma imagem de alta definição e permite a identificação das espécies. Em cada ponto amostral percorremos uma distância de 100 metros com o ROV, perfazendo ziguezagues ao longo da coluna d'água por 15 minutos. Dessa forma, fazemos uma amostragem representativa e padronizada em todos os pontos. Ao preparar um projeto de pesquisa, o planejamento

de como serão as atividades em campo está diretamente relacionado com as análises estatísticas. Então tudo o que faço numa saída, repito nas próximas.

Passados os 15 minutos, recolhemos o ROV e passamos ao segundo ponto de coleta. São quatro pontos pré-estabelecidos para filmagens na Ilha Anchieta. Em seguida, nos direcionamos à Ilha do Mar Virado, que tem esse nome por conta do mar agitado. Nessa ilha não há praia, mas a pesca é permitida. Da mesma maneira, ficamos 15 minutos em cada ponto. Quando finalizamos o último ponto do Mar Virado, aguardamos cerca de uma hora até o anoitecer e recomeçamos as filmagens.

Com o tempo gasto em cada

coleta, somado aos deslocamentos, costumo passar 12 horas embarcada em cada saída. O campo termina por volta de 23h30, quando atracamos no píer novamente. Dali, pego o carro e retornamos a São Paulo.

É um pouco cansativo dirigir, chegar até lá, depois ficar embarcada e voltar no mesmo dia. Como é necessário ficar muito tempo olhando para a tela do celular com o barco em movimento, eu passo mal em algumas saídas. Mas o trabalho é recompensador, porque quando piloto o ROV vislumbro toda aquela paisagem do fundo do mar e as interações entre os peixes. Acontecem coisas inusitadas. De repente aparece uma raia que eu nunca tinha visto pelo drone e a emoção é muito, muito grande. Eu sou suspeita para falar, pois sou apaixonada pelo mar e seus organismos. Quando estou em campo, a emoção fala mais alto, e mesmo passando mal, vale a pena!

Meu trabalho tem dois objetivos. O primeiro é caracterizar a estrutura da comunidade de peixes recifais rochosos das duas ilhas. Estou verificando se existe variação de riqueza, que é o número de espécies; de abundância, que é a quantidade de indivíduos; e de diversidade, que é a união do número de espécies e suas

abundâncias. E se existe variação entre as estações do ano, entre as duas ilhas e entre dia e noite. O primeiro objetivo é fazer esse panorama e identificar se existe algum padrão.

Para a qualificação, analisei os dados das duas primeiras estações do ano, verão e outono, e já pude observar que há, sim, diferença estatística na abundância, riqueza e diversidade entre essas estações, somada à variação na fauna diurna e noturna. Mas não observei diferenças estatísticas entre as duas ilhas, apenas na riqueza e na diversidade: a Ilha Anchieta tem maior riqueza e diversidade quando comparada à Ilha do Mar Virado.

O segundo objetivo é caracterizar e descrever a ocupação da ictiofauna recifal nos diferentes micro-habitats do recife rochoso em função do período diurno e noturno, evidenciar quais atributos ecomorfológicos respondem à ocupação e calcular a diversidade morfo adaptativa das espécies nos diferentes micro-habitats.

Já identifiquei sete micro-habitats nesse ambiente recifal: 1- tem o ambiente em que os peixes ficam associados em cima da rocha; 2- os peixes que ficam na coluna d'água dessa área rochosa; 3- os peixes que ficam encostados no sedimento; 4- os que ficam na coluna d'água desse sedi-



Amanda fica cerca de 12 horas embarcada

mento; 5- os peixes que preferem ficar na zona de interface rocha-sedimento; 6- os que ficam na coluna d'água desse ambiente; e por último, 7- os peixes que vivem associados a banco de algas. Até o momento, com metade dos dados analisados, foram observados 9.696 indivíduos e identificadas 66 espécies. Analisarei os atributos ecomorfológicos de cada uma destas espécies para entender quais atributos explicam a preferência de determinada espécie por um micro-habitat específico. Essas questões serão respondidas na defesa, marcada para meados de 2023. Por fim, como pesquisadora, meu objetivo é levantar e testar hipóteses. Afinal, a arte da ciência é fazer boas perguntas.

CRBIO-01 INTENSIFICA ATUAÇÃO EM MATO GROSSO E MATO GROSSO DO SUL

DIVULGAÇÃO



Visita ao aquário do Bioparque Pantanal

COM O OBJETIVO de orientar e verificar a situação de conformidade das empresas registradas no CRBio-01, o Setor de Fiscalização, com o apoio das Delegacias Regionais, realizou uma série de visitas a empresas e órgãos governamentais em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, como parte de um trabalho de intensificação da atuação do Conselho nesses dois estados que, juntamente com São Paulo, integram sua área de abrangência. As ações também tiveram o propósito de apresentar os funcionários e disponibilizar as instalações das Delegacias Regionais para esclarecimento de quaisquer dúvidas relacionadas com as

atividades do Conselho. Participaram dessas atividades o Biólogo Edison Kubo, assessor técnico do CRBio-01, a Bióloga Lia Matelli Garcia e o auxiliar técnico Alexandre Mendes Fajardo, ambos do Setor de Fiscalização do Conselho, com o apoio da delegada regional de Mato Grosso, Dra. Maria Saleti Ferraz Dias Ferreira, e do auxiliar Raphael Leão Ferreira, em Cuiabá (MT), e do delegado regional de Mato Grosso do Sul, Dr. José Milton Longo, e do auxiliar Henrique de Souza Ajala Bregolin, em Campo Grande (MS). Em Campo Grande, a delegação se reuniu em outubro com representantes de órgãos governamentais

do meio ambiente e visitou 30 empresas. Em Cuiabá e na vizinha Várzea Grande, aconteceram em novembro reuniões com o governo local e visitas a 23 empresas. Na capital sul-mato-grossense, a delegação do CRBio-01, que contou com a presença do Dr. Eliézer José Marques, vice-presidente do CFBio, se reuniu com o Biólogo Vander Melquíades Fabrício de Jesus (CRBio 020443/01-D) e a Bióloga Eliane Crisóstomo Dias Ribeiro (CRBio 014976/01-D), do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul). Na Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (Semadur), a delegação foi recebida pela Bióloga Gisseli Ramalho Giraldelli dos Santos (CRBio 054989/01-D). Os representantes do CRBio visitaram também o Bioparque Pantanal, complexo inaugurado em março de 2022 que abriga o maior aquário de água doce do mundo, projetado pelo arquiteto Ruy Ohtake. O Bioparque proporciona tanto atrações de lazer para moradores e turistas como atividades de educação ambiental e infraestrutura de laboratórios para pesquisa,

que abrigam trabalhos de mais de 150 técnicos, muitos deles Biólogos.

Em Cuiabá, a delegação visitou a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano Sustentável, onde foi recebida pelos Biólogos Tony Schurig Siqueira (CRBio 051134/01-D), Gelsa Meiri dos Santos Lima (CRBio 033495/01-D) e Marta Cristina Costa Silva (CRBio 100817/01-D).

“As visitas foram extremamente produtivas. Nos encontros no Imasul, Semadur e Secretaria Municipal de Cuiabá, discutimos a possibilidade de organizarmos eventos locais para a discus-

são de questões relativas ao trabalho dos Biólogos, como licenciamento ambiental”, relata Edison Kubo. As reuniões com as empresas também foram muito proveitosas. Lia Matelli destaca que a delegação visitou tanto empresas com registro ativo no CRBio-01 como aquelas que cancelaram o registro. Nesse segundo caso, em geral, são empresas que agora estão inscritas em outros conselhos, como o de Química, Biomedicina e Engenharia, mas que podem contar com Biólogos em seus quadros de funcionários.

A delegação visitou empre-

sas de médio e grande porte com atuação em diversas áreas, como consultoria ambiental, análises clínicas e físico-clínicas de água, controle de pragas e produção de cerveja.

“O Conselho foi bem recebido, e empresas e Biólogos sentiram, de certa forma, um apoio do Conselho. Informamos os serviços prestados pelas delegacias e entregamos materiais de instrução para as empresas e Biólogos, como o Manual de Responsabilidade Técnica, elaborado pelo CRBio-01 para orientação e atuação cada vez mais eficiente e segura dos profissionais”, conta Lia Matelli.

LGPD

LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS

O CRBio-01 trabalha prezando pela proteção dos seus dados!

Visite nosso site e leia a nossa política de privacidade para entender como o CRBio-01 trata os dados de seus profissionais registrados e atende à Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

www.crbio01.gov.br



#MINHAFOTONOCR BIO01

FOTO: ACERVO PESSOAL DE MICHEL DE AGUIAR PASSOS



O Biólogo Michel de Aguiar Passos (@aguiarmichel) conseguiu registrar o momento em que um gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*) descansava após capturar uma cobra.

“Dentre os maiores predadores de serpentes, estão as aves, sobretudo os rapinantes. Hoje tive o privilégio de presenciar uma interação dessas. Na foto, um gavião-carijó predando uma serpente da espécie *Apostolepis assimilis*. Azar da cobra e sorte do gavião”, comentou o Biólogo.

Michel de Aguiar Passos é sócio de uma empresa de consultoria ambiental sediada em Campinas (SP). Ele fez essa foto com uma câmera Canon SX 50, na região do município de Macedônia (SP).

Para divulgar suas fotografias com o #CRBio01, compartilhe seu trabalho e use a hashtag #MinhafotonoCRBio01 no Instagram!

NEGOCIAÇÃO DE DÉBITOS

Programa de Recuperação de Créditos

Veja as condições especiais para a regularização
da situação fiscal de Biólogos e empresas
com anuidades vencidas até 31/12/2021

Acesse www.crbio01.gov.br/programa-recuperacao-credito

**NÃO PERCA ESSA OPORTUNIDADE
E REGULARIZE SUA SITUAÇÃO PROFISSIONAL!**

