

OBIÓLOGO



REVISTA DO CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA - 1ª REGIÃO (SP, MT, MS) | ANO XIII - NÚMERO 66 - OUT/NOV/DEZ 2023 | ISBN 1982-5897



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE ÚNICA

CAPA

Emergência climática, proliferação de doenças e negacionismo

ZOONOSES

Malária e leishmaniose no contexto do aquecimento planetário

TECNOLOGIA

Siss-Geo (Fiocruz) e Cemaden (MCTI) monitoram a natureza

PESQUISA-AÇÃO

Metodologia incorpora sociedade na resolução dos problemas

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!*





O Biólogo

Revista do Conselho Regional de Biologia

1ª Região (SP, MT, MS)

Ano XIII – N° 66 – Out/Nov/Dez 2023

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 – delegaciامت@crbio01.gov.br

Diretoria

Presidente: André Camilli Dias

Vice-Presidente: Neiva Maria Robaldo Guedes

Secretária: Danusa Camanduchy Ferrari Maia

Tesoureira: Eliza Mense

Conselheiros Efetivos (2023-2027)

André Camilli Dias, Neiva Maria Robaldo Guedes, Danusa Camanduchy Ferrari Maia, Eliza Mense, Tatiana da Silva Neves, Alexander Turra, Eliana Borges Rivas, Carla Gheler Costa, Fábio Henrique Comin e João Batista de Pinho

Conselheiros Suplentes (2023-2027)

Maitê Bueno Pinheiro, Luciana Pinheiro Ferreira, Sílvia Regina Galletti, Caio Azevedo Marques, Sílvia Maria Fátima Di Santi, Amanda Silveira Carbone, Adriana Del Monção de Maria, Circe Cavalcanti de Albuquerque, Érica Cristina Pacífico de Assis e Angelica Vilas Boas da Frota

Comissão de Comunicação e Imprensa do CRBio-01:

Neiva Maria Robaldo Guedes (Coordenadora), Danusa Camanduchy Ferrari Maia (Secretária), André Camilli Dias, Alexander Turra, Amanda Silveira Carbone, Eliza Mense e Edison Kubo

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
- 21 Fiocruz monitora zoonoses
- 23 Impactos das mudanças climáticas nas plantas
- 26 Policrises: a sobreposição de crises
- 29 Pesquisa-ação: a sociedade na pesquisa
- 32 Custos dos desastres socioambientais
- 37 Por Dentro do CRBio-01
- 40 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,

Nos dias 4, 5 e 6 de dezembro de 2023, realizamos o 26º Congresso de Biólogos do CRBio-01, que reuniu durante três dias no Centro Universitário das Américas (FAM), na cidade de São Paulo, grandes especialistas de diversas áreas da Biologia, que apresentaram suas visões em palestras, mesas-redondas e minicursos. As sessões foram acompanhadas por participantes presenciais e online em todo o Brasil e ficarão disponíveis no canal de Youtube do CRBio-01.

Nesta edição da revista, aprofundamos a reflexão sobre o tema do 26º ConBio: Mudanças Climáticas e Saúde Única.

Na matéria de capa, entrevistamos a Profa. Dra. Mariana Vale – um dos representantes brasileiros no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU – que detalha o impacto do aquecimento global na transmissão de doenças.

Conversamos também com a Dra. Erika Hingst-Zaher, do Instituto Butantan, sobre os efeitos negativos das mudanças climáticas na biodiversidade e a falta de engajamento da sociedade diante da emergência planetária.

A Profa. Dra. Silvia Di Santi, do Instituto Adolfo Lutz e conselheira do CRBio-01, que é uma das referências brasileiras no tratamento, prevenção e pesquisa da malária, apresenta um panorama dessa zoonose, que mata anualmente mais de 600 mil pessoas.

O Prof. Dr. Eduardo Ferreira, da Fiocruz Mato Grosso do Sul, nos concedeu uma entrevista sobre saúde única. O Biólogo falou também sobre a leishmaniose, doença que tem expandido a sua área de ocorrência devido ao aquecimento global.

Publicamos uma entrevista também com o Prof. Dr. Marcos Buckeridge, do IB-USP, na qual ele faz uma reflexão sobre a ameaça da emergência climática para a humanidade. Em outra matéria, o pesquisador detalha as suas pesquisas relativas aos impactos das mudanças climáticas nas plantas e grandes centros urbanos.

Na matéria seguinte, a Profa. Dra. Marcia Chame, da Fiocruz, relata o funcionamento do Sistema de Informação em Saúde Silvestre (Siss-Geo), uma plataforma tecnológica para a prevenção do surgimento e da transmissão de zoonoses no Brasil.

O Prof. Dr. Leandro Giatti, da FSP-USP, analisa o fenômeno atual de crises sobrepostas, as policrises, e propõe a busca de soluções por meio de interações entre o conhecimento científico da Biologia e Ciências Sociais e os saberes das periferias vulneráveis.

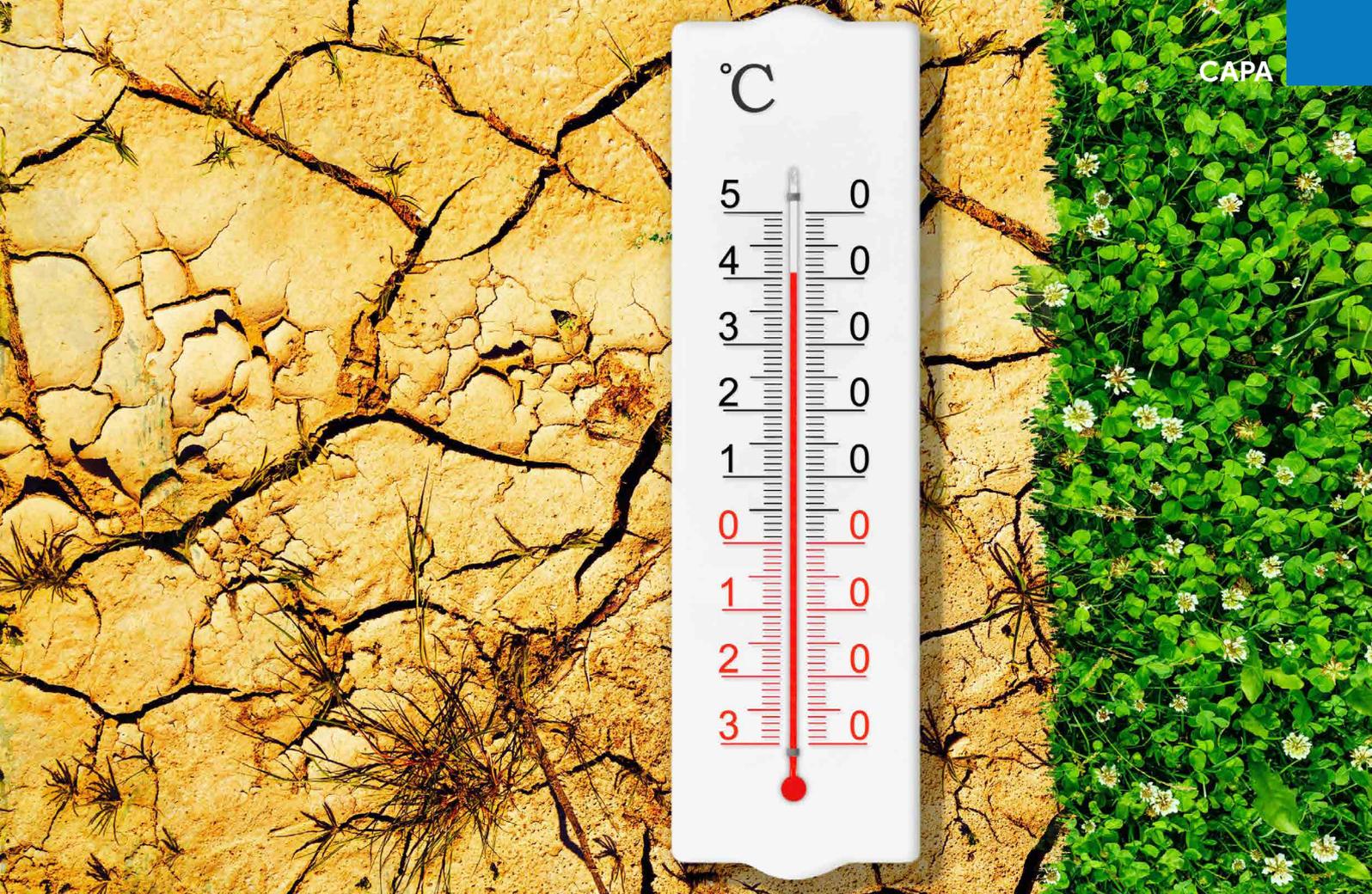
A Profa. Dra. Renata Toledo, da Universidade São Judas Tadeu, defende a metodologia da “pesquisa-ação”, que permite que as populações afetadas participem da resolução dos problemas da crise planetária.

A Prof. Dra. Liana Anderson, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), alerta para os altos custos econômicos e sociais dos desastres socioambientais, como os incêndios florestais na Amazônia.

Boa leitura!

André Camilli Dias

Presidente do CRBio-01



MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE ÚNICA

A **28ª CONFERÊNCIA** de Mudanças Climáticas da Organização das Nações Unidas (COP 28), realizada em Dubai de 30 de novembro a 12 de dezembro, promoveu mundialmente o debate sobre a emergência climática planetária. Simultaneamente, de 4 a 6 de dezembro, o 26º Congresso de Biólogos do CRBio-01 (26º ConBio) reuniu especialistas em São Paulo para aprofundar a discussão sobre o

tema mudanças climáticas e saúde única.

O conceito de saúde única estabelece a indissociabilidade entre saúde humana e animal e o meio ambiente, e os esses diretamente impactados pelas mudanças climáticas.

Desde o início da Revolução Industrial (1750 é o ano-base de comparação), a temperatura média no planeta Terra aumentou 1,1 grau Celsius. O Acordo de Paris, assinado na

COP 21 em 2015, prevê que os países se mobilizem para limitar o aumento médio da temperatura a 1,5°C até 2100 e estipula um limite máximo de 2°C até esta data.

A Profa. Dra. Mariana M. Vale, docente da UFRJ, que foi um dos representantes brasileiros no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), principal fórum científico mundial sobre o aquecimento global, avalia que é impossível não passar

de 1,5°C de aumento até 2100. Limitar o aumento da temperatura a 2°C é “muito difícil, mas ainda possível”. O cenário mais provável é de um aumento de 3°C a 3,5°C em 2100, o que colocaria a humanidade diante de uma catástrofe socioambiental, afirma. As mudanças climáticas já são um fator de aumento da transmissão de doenças, tendência que se acentuará à medida que o planeta ficar mais quente, segundo a especialista.

A partir da década de 1950, houve uma elevação exponencial nos episódios de emergência de novas doenças zoonóticas, causadas por patógenos que só circulavam em animais, muitos silvestres, e que foram transmitidos para as pessoas.

Esse evento – a passagem de um patógeno de um animal para um humano – é chamado de *spillover*, termo em inglês que pode ser traduzido como “transbordamento”. Os patógenos podem ser um vírus (os principais causadores de pandemias), bactérias, protozoários e fungos, entre outros.

O artigo “The costs and benefits of primary prevention of zoonotic pandemics” (Custos e benefícios da prevenção primária de pandemias zoonóticas), coassinado por Mariana Vale, aponta o aumento das emergências de doenças virais zoonóticas a partir dos

anos 50. As doenças mais letais foram: vírus Hantaan (em 1951), influenza H2N2 (1957, que causou 1,1 milhão de mortes), influenza H3N2 (1968, 1 milhão de mortes), febre de Lassa (1969), Ebola (1976), HIV (1980, 10,7 milhões de mortes ao longo de anos), febre do Nilo ocidental (1999), Sars (2000), Chikungunya (2004), influenza H1N1 (2008), Mers (2012) e Zika (2015). A lista termina com a Covid-19, epidemia que eclodiu em 2020.

A mudança de uso e cobertura do solo foi a principal causa da emergência destas zoonoses virais, esclarece Mariana Vale. Ao desmatar áreas naturais para a agricultura, pecuária e expansão urbana, entre outras atividades, as pessoas entram em contato com animais silvestres com mais frequência, o que aumenta a possibilidade do transbordamento de vírus para os humanos.



Mariana M. Vale

O aquecimento global veio para agravar um quadro que já era bastante preocupante.

O impacto negativo principal ocorre com doenças mediadas por vetores, em geral mosquitos e outros insetos, que dependem de ambientes quentes e úmidos.

Com a elevação das temperaturas, a distribuição geográfica desses vetores está mudando, expandindo-se em direção aos polos. Doenças no passado limitadas aos trópicos hoje estão presentes em regiões temperadas.

No Brasil, a especialista cita o exemplo de um tipo de leishmaniose tegumentar, antes restrita à região amazônica e agora presente no Sudeste. Com o aquecimento global, a tendência é que o Sudeste passe a ter condições climáticas muito favoráveis à ocorrência do vetor deste tipo de leishmaniose, que é o flebotomíneo (*Lutzomyia flaviscultellata*), popularmente conhecido por mosquito-palha.

A especialista também está preocupada com o chamado *climate tracking*, o deslocamento de espécies, outra consequência do aquecimento global. Com a elevação das temperaturas, os animais, sempre que possível, migram para regiões com temperatura e precipitação semelhantes às quais eles já estão adaptados. A tendência geral é um deslocamento em direção aos polos e regiões com maiores altitudes. Nos

ambientes marinhos, o deslocamento é para as águas com maior profundidade, onde as temperaturas são mais baixas.

“O que vai acontecer é uma redistribuição enorme de espécies. Espécies que nunca conviveram vão se encontrar. Estamos criando situações evolutivas inéditas. Vai ser uma festa viral, a festa dos patógenos. Vai haver muita transmissão nova de patógenos entre as espécies. Há estudos que preveem que esse processo deve aumentar enormemente a emergência de novas doenças”, destaca Mariana Vale, que é mestre em Biologia da Conservação pela Columbia University e doutora em Ecologia pela Duke University, ambas nos EUA.

O perigo potencial desses encontros inéditos fica evidente quando observamos os impactos negativos das espécies invasoras. Introduzidas por questões econômicas ou acidentalmente – caso da água de lastro de navios – as espécies invasoras frequentemente causam danos à fauna nativa e podem acarretar pragas em lavouras e outros prejuízos. Na região do Ártico, vírus que estavam em dormência há milhares de anos estão voltando a circular. A especialista ressalta que as regiões temperadas e polares do planeta estão aque-

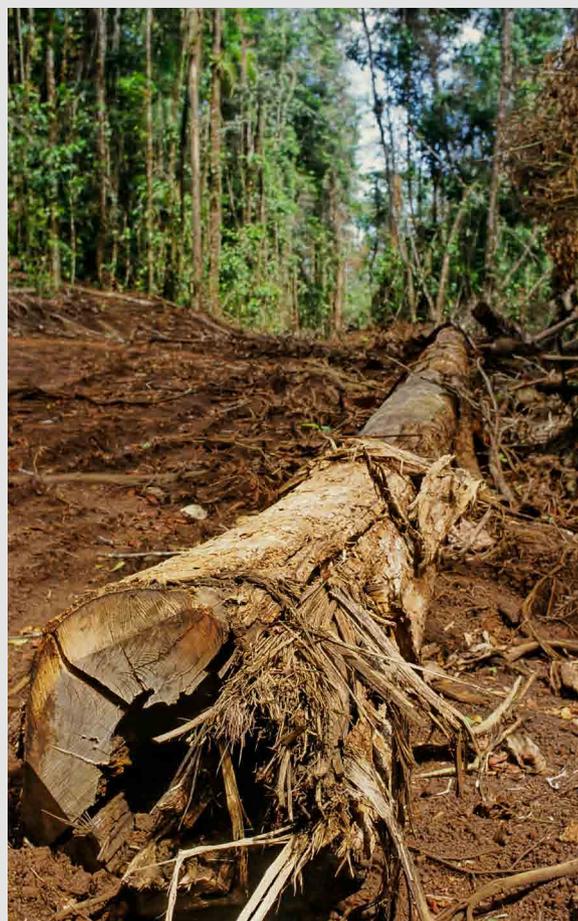
cendo mais rapidamente do que as regiões tropicais. Parte do *permafrost*, a camada de gelo do subsolo do Ártico, está derretendo durante determinadas épocas do ano. O novo fenômeno causa a liberação de vírus encistados no gelo. As consequências podem ser bastante graves, porque trata-se de vírus com os quais as pessoas nunca conviveram e contra os quais não desenvolverem resistência.

Prevenção

Mariana Vale julga que há uma tendência entre os tomadores de decisões, inclusive na Organização Mundial da Saúde (OMS), de privilegiar a preparação para as próximas pandemias, em detrimento da prevenção.

A preparação dos países para as pandemias é, sem dúvida, fundamental. Significa ter hospitais em condições de atender os doentes, protocolos para a rápida detecção de casos e isolamento de cidades e cadeias próprias de produção de vacinas e máscaras, entre outros pontos.

Mas a prevenção de pandemias não só é possível como está amplamente fundamentada na literatura científica, destaca a especialista. A primeira e mais importante ação de prevenção, segundo ela, é o monitoramento e controle do desmatamento



em florestas tropicais, que abrigam uma biodiversidade enorme e o maior número de animais silvestres. Ao deter o desmatamento, reduzimos as interações entre humanos e animais carregados de patógenos.

A segunda medida é o controle do mercado de animais silvestres, que é multimilionário. Esse mercado tem dois braços principais. Um é o mercado de carne de caça. Mariana Vale esclarece que o problema não é a caça de subsistência realizada por comunidades indígenas e tradicionais, que conhecem bem a fauna e, com frequência, desenvolveram

imunidade aos patógenos presentes nos animais silvestres. Eventuais episódios de transbordamento tendem a ficar restritos a essas comunidades, que são em geral pequenas e isoladas.

O problema é a caça comercial de animais silvestres para o abastecimento de um mercado de luxo de carnes de caça, supostamente gourmet. Os caçadores e as pessoas que trabalham no armazenamento e transporte dos animais correm riscos de se contaminar pelo contato com os fluidos (fezes, urina e sangue) dos bichos. O outro braço desse merca-

do é o da comercialização de animais de estimação, os chamados pets exóticos. O risco maior é dos trabalhadores que mantêm os animais vivos e realizam o seu transporte. A especialista lembra há um aumento da carga viral de animais submetidos a situações de estresse. Os pets, em geral mal alimentados, ficam confinados em ambientes adensados e com pouca circulação de ar – um conjunto de circunstâncias que facilita a transmissão de patógenos para os trabalhadores. A terceira medida de prevenção de pandemias tem rela-

ção com as melhores práticas para a criação de animais domésticos para o consumo humano, como porcos, galinhas e gado. O risco é maior quando esses bichos são criados perto de florestas. As boas práticas de criação devem prever protocolos para minimizar a transmissão de patógenos em ambiente de confinamento.

A quarta ação de prevenção recomendada por Mariana Vale é o esforço para obtenção de conhecimento dos patógenos que estão na fauna silvestre. A especialista cita programas internacionais de testagem

Entrevista: Eduardo de Castro Ferreira



Eduardo de Castro Ferreira

SAÚDE ÚNICA

Pesquisador titular em Saúde Pública da Fiocruz Mato Grosso do Sul e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera-Uniderp, o Prof. Dr. Eduardo Ferreira desenvolve pesquisas voltadas à abordagem em saúde única. Ele é Biólogo e doutor em Ciências da Saúde na área de concentração doenças infecciosas e parasitárias pelo Centro de Pesquisa René Rachou (2010), com período sanduíche no Instituto de Salud Carlos III, Madri, Espanha.

P: Qual é o grau de conexão entre a saúde humana, animal e o meio ambiente?

R: Eu penso que há uma conexão real. Durante muito tempo, a sociedade foi caminhando para que os diferen-

tes conhecimentos ficassem cada vez mais restritos, em caixinhas. A gente foi se especializando de uma tal maneira que o conceito de saúde única é tratado como uma grande novidade. Na Grécia

de animais silvestres em locais considerados *hotspots*. Os pesquisadores retiram amostras do sangue e tecido de animais como morcegos, primatas e roedores, que são analisadas em laboratório. Essas pesquisas permitem a detecção de vírus com potencial de transmissão para os humanos.

“A Covid-19 foi uma tragédia anunciada. A comunidade científica vinha alertando, mas os tomadores de decisão ignoraram os alertas, como geralmente é o caso. Da mesma forma que ignoram todos os alertas das consequências das mudanças climáticas,

tanto que não fazem nada para controlar a emissão de gases do efeito estufa”, critica Mariana Vale. “A tendência é a gente ter novas pandemias com a dimensão da Covid-19.”

Biodiversidade

A Dra. Erika Hingst-Zaher, diretora do Museu Biológico do Instituto Butantan, enfatiza que as mudanças climáticas afetam de forma multifatorial aos humanos, fauna, flora e meio ambiente. Uma das consequências mais graves é a perda de biodiversidade.

A vegetação é a primeira a ser impactada pela elevação das temperaturas e

alterações nos regimes pluviométricos. As plantas estão se adaptando às novas condições e florescendo ou frutificando mais cedo ou mais tarde que o usual.

O ritmo das plantas afeta diretamente o ciclo de todos os animais que dependem delas para se alimentarem. Erika Hingst-Zaher cita o exemplo de aves que migram sazonalmente para locais onde sempre encontraram recursos alimentares. Se as plantas antecipam ou atrasam a frutificação nos locais, as aves podem ficar sem comida e condições para a reprodução e mesmo sobrevivência.

Antiga, filósofos já falavam na relação principalmente do ambiente com a saúde humana. Não tinha esse nome, mas o conceito já existia.

A forma como a gente foi construindo os diferentes conhecimentos levou a uma especialização muito grande. Hoje ficou clara a necessidade de que esses diferentes conhecimentos atuem em conjunto, principalmente diante de temas complexos, como o caso dos impactos sofridos pelas mudanças climáticas. Abordagens que tomam por base o conceito de saúde única nos oferecem possibilidades para mitigar tais impactos.

Os especialistas logicamente têm mais condições de resolver problemas específicos. Mas quando falamos de um problema em nível global, precisamos ter essa interação entre as especialidades, entre as áreas do conhecimento. Essa visão da transdisciplinaridade necessária para enfrentar problemas complexos como as mudanças climáticas é propiciada pelo conceito de saúde única.

P: Então o problema não é a especialização propriamente, mas quando nós deixamos de enxergar as questões como um todo.

R: Sim, inclusive não só entre os campos da ciência, mas entre a ciência e a sociedade, a ciência e os gestores, a ciência e quem faz as políticas públicas. A ideia da saúde única é que tenha realmente essa interação. A saúde única deve ser pensada como uma forma de promoção da saúde e qualidade de vida e de prevenção de doenças.

A saúde única busca também a interação com os povos e territórios. Dependendo do problema, a gente tem a possibilidade de resolvê-lo em escala local, regional ou global. Quando você trata de um problema





Erika Hingst-Zaher

Nas regiões montanhosas, a elevação da temperatura provoca um deslocamento da fauna para as áreas mais altas. Esse processo está em curso e vem sendo detectado em diversas regiões

montanhosas do planeta, inclusive em Itatiaia, uma das áreas mais altas do Sudeste, localizada na divisa dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, relata a Bióloga.

Ela explica que, em cada faixa de altitude da região, há uma comunidade biótica específica. No topo, ocorrem em geral espécies endêmicas, que evoluíram em isolamento e se adaptaram a temperaturas baixas.

“Com o aquecimento global, os animais que estão na base sobem um pouco e os que estão nas faixas intermediárias também. Mas o que

fazem os que estão no topo? Essas espécies são exatamente as mais ameaçadas, de distribuição mais restrita. Elas não têm o que fazer”, adverte Erika Hingst-Zaher.

A Bióloga destaca também o processo acentuado de desaparecimento dos polinizadores naturais, principalmente as abelhas, mas também borboletas, besouros, moscas, vespas, mariposas, beija-flores e morcegos, entre outros. Esses animais, que fazem um trabalho silencioso, desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas e produção de alimentos.

pontual, de uma determinada região, a forma de resolver é com quem está ali mais próximo.

A saúde única também tem como eixo tratar das questões por meio da sociedade civil organizada e das diferentes esferas, com gestores em nível municipal, estadual e federal e também internacional. Sabemos que os problemas de meio ambiente e de saúde humana e animal não respeitam os limites de fronteira e, assim, acordos e regulações internacionais são importantes.

P: As pessoas, em geral, sabem o que é saúde única ou o conceito continua

restrito aos círculos de especialistas? Os jovens entendem do que se trata?

R: É necessário tratar da educação ambiental de forma transversal. Eu trabalho para levar às escolas a temática da saúde única. A educação ambiental associada à educação em saúde pode contribuir para a formação de cidadãos que entendam o seu papel. Precisamos mostrar que o ambiente e a saúde são indissociáveis, que a saúde do meu pet e dos animais silvestres está conectada com a saúde humana e com o meio ambiente.

A educação passa por abordar esses temas de uma forma mais lúdica para crian-

ças, jovens e adolescentes e de uma forma mais técnica para profissionais de diferentes áreas.

P: Do ponto de vista de gestão pública, quais são os ganhos propiciados pela adoção de políticas públicas baseadas no conceito de saúde única? Há uma redução de custos?

R: Há um estudo interessante que aborda a importância da vigilância sanitária no contexto da saúde única, nesse atual momento de mudanças climáticas e ambientais. A conclusão é que o estágio em que a vigilância se inicia impacta diretamente os gastos com as doenças.

As mudanças climáticas juntam-se a outros fatores que contribuem para o desaparecimento dos polinizadores naturais, como a mudança no uso da terra, a agricultura intensiva, os cultivos transgênicos, o plantio de espécies exóticas invasoras, a poluição ambiental e o uso de pesticidas.

Negacionismo

Um dos aspectos que mais afligem Erika Hingst-Zaher é a falta de engajamento e ação da sociedade diante da emergência climática.

No passado, avalia a Bióloga, a postura podia até ser

justificável, porque o aquecimento global remetia à imagem distante de um urso polar flutuando num iceberg com poucos metros quadrados de superfície.

No presente, as mudanças climáticas – agravadas pelo El Niño – atingem os brasileiros diretamente em eventos como as ondas de calor nas grandes cidades, a seca histórica na Amazônia e enchentes e tufões no Sul do país.

Erika Hingst-Zaher elenca uma série de fatores para a postura negacionista de grande parte da sociedade. A primeira é a desconexão das pessoas em relação à



natureza, principalmente dos habitantes de áreas urbanas. Nas áreas rurais e sobretudo em comunidades indígenas e tradicionais, onde as pessoas têm contato direto com a natureza, as alterações nos ciclos anuais

Vamos imaginar que há vetores infectados numa determinada região, mas a doença ainda não chegou nos animais, sejam eles domésticos ou silvestres, e muito menos na população humana que habita ali. Se a gente consegue identificar os vetores infectados e fazer uma estratégia de contenção, o custo é bastante reduzido.

No estágio seguinte, quando já há alguns hospedeiros infectados, o custo para o controle da doença é um pouco maior. Se há hospedeiros infectados que desenvolveram a doença, significa que a infecção já se espalhou de forma mais



ampla na região, e o custo aumenta ainda mais. Quando a doença chega ao ser humano, os gastos são muito altos, porque é necessário custear o diagnóstico, tratamento etc.

Em resumo, a recomendação é resolver o problema ainda no princípio, antes que ele se agrave. Devemos monitorar áreas que fazem divisa com locais em que uma doença já está estabelecida.



ficam evidentes. Uma segunda justificativa para o negacionismo a respeito das mudanças climáticas, na visão da Bióloga, é a angústia causada pelos cenários desoladores para o futuro. A angústia provoca, em certas pessoas, uma atitude de negação, enquanto outras ficam paralisadas (“Se o problema é tão grave, não tem nada que eu possa fazer para resolver”).

Erika Hingst-Zaher identifica ainda um grupo de pessoas que optam por negligenciar as mudanças climáticas por razões econômicas ou políticas, colocadas acima da necessidade coletiva de tratar da questão.

Por fim, há um grande número de pessoas no Brasil

que não se engajam com o tema, porque enfrentam problemas imediatos muito mais sérios. Esse grupo vive abaixo da linha de pobreza e se defronta com questões como insegurança alimentar. Tragicamente, eles são os mais afetados pelas mudanças climáticas, principalmente pelos eventos extremos.

“Anos atrás, em uma conversa com um colega cientista, perguntei porque as pessoas não se mobilizam pelas causas ambientais. Ele apontou para mim, e para si mesmo, e respondeu: ‘é porque a gente não está fazendo a nossa parte’. Foi aí que caiu a ficha. Ficamos atrás dos nossos computadores e nos laboratórios, e falhamos na comu-

nicação da ciência”, afirma Erika Hingst-Zaher.

“Nós, Biólogos, temos a obrigação de contar para as pessoas o que está acontecendo. Temos que aproveitar toda e qualquer oportunidade de interação com os jornalistas e nas redes sociais, que nos permita chegar às pessoas.”

Malária

A malária é transmitida por meio da picada da fêmea do mosquito do gênero *Anopheles* infectada por protozoários do gênero *Plasmodium*. No mundo, houve em 2021 cerca de 247 milhões de casos da doença, com aproximadamente 619 mil mortes, a grande maioria na África Subsaariana. Já no Brasil, houve cerca



O quanto antes entrarmos com medidas de controle, menor será o custo.

P: Como podemos formar profissionais aptos a trabalhar dentro da perspectiva de saúde única?

R: Aqui na Fiocruz em Mato Grosso do Sul, nós submetemos uma proposta à Capes de criação de um mestrado profissional em saúde única voltado para profissionais de saúde do SUS, como médicos, enfermeiros, farma-

cêuticos, odontólogos, fisioterapeutas e psicólogos, entre outros. É uma forma de oferecer a possibilidade de formação continuada no nível de mestrado, que possa auxiliá-los a resolver questões relacionadas aos seus serviços dentro da perspectiva da saúde única. Na Uniderp, eu trabalho o conceito com os meus alunos do programa de pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Na disciplina Alterações Am-

bientais e Saúde Pública, tenho alunos de várias áreas do conhecimento como Direito, Engenharia, Engenharia Ambiental, Administração, Agronomia, Medicina, Enfermagem e Farmácia. Nós discutimos formas como essas diferentes áreas do conhecimento podem trabalhar em conjunto.

Eu estimulo os meus alunos a relacionarem os seus projetos de pesquisa com a saúde única. Faço também uma provocação, no sentido de que eles

de 129 mil casos em 2022, com 50 mortes, sendo que 99% dos casos são transmitidos na Região Amazônica. A Profa. Dra. Silvia Maria Fátima Di Santi, conselheira do CRBio-01 e chefe do Núcleo de Estudos em Malária do Instituto Adolfo Lutz, explica que a malária humana é causada por cinco espécies de *Plasmodium*: *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* e *P. knowlesi*. Esta última espécie de *Plasmodium* originalmente infectava somente macacos no Sudeste Asiático, porém o parasito transpôs a barreira entre primatas e humanos, caracterizando então uma zoonose, que é transmitida principalmente por *Anopheles leucosphyrus*. A maior parte das trans-

missões atuais é entre humanos, mas as zoonoses continuam presentes. Os casos recentes mais graves de transmissão de macacos para humanos, relatados em artigo científico em 2004, aconteceram no Sudeste Asiático.

“O *P. knowlesi* convivia harmonicamente entre primatas na região, até que lavouras se instalaram em ambientes silvestres, o que fez com que pessoas entrassem em contato com macacos. Aconteceu, então, um evento de *spillover*, em que o parasito transpôs a barreira e se instalou no hospedeiro humano”, relata Silvia Di Santi.

As infecções mais letais são causadas por *P. falciparum*. Quando não tratadas de

forma adequada e célere, podem evoluir rapidamente para quadros de anemia grave, hipoglicemia, insuficiência renal, edema pulmonar e coma e levar o paciente a óbito. A malária causada pelo *P. knowlesi* também preocupa pela possibilidade de evoluir para casos graves, com alta letalidade.

Silvia Di Santi enfatiza que a identificação do *P. knowlesi* foi possível graças ao advento da Biologia Molecular, uma área com participação importante de Biólogos. O parasito era anteriormente confundido com outros que causavam a malária humana. Na Mata Atlântica brasileira também há casos atuais de malária transmitida de primatas para humanos. As

elaborem projetos de ação, intervenção ou extensão que possam ser discutidos e trabalhados junto às comunidades. É bem frutífero, porque desperta nesses profissionais de diferentes áreas a visão para a saúde única.

P: Você tem uma visão bastante ampla da saúde única, que extrapola a área de saúde propriamente dita...

R: Sim. Por exemplo, o saneamento básico não deve ser

entendido somente como um processo de Engenharia e de rede de esgoto, mas sim como uma questão de saúde única.

A saúde única também engloba a segurança alimentar, desde a produção agrícola até o processamento, preparo e consumo. Em vários pontos dessa cadeia, pode haver fatores complicadores que gerem problemas tanto para a saúde humana e animal quanto para o meio ambiente.

P: Que caminho devemos seguir para superar os nossos graves problemas ambientais e sanitários?

R: Temos que buscar o equilíbrio. Quando a gente pensa em saúde única, meio ambiente e mudanças climáticas, nosso esforço deve ser na busca do equilíbrio – equilíbrio nos meios de produção, na questão do reaproveitamento e na geração e descarte de resíduos.



Anopheles gambiae

condições para o *spillover*, acreditam os especialistas, foram criadas pelo turismo ecológico e o desmatamento do bioma para a construção de condomínios e outros empreendimentos.

O vetor é o *Anopheles (Kerteszia) cruzii*, que vive principalmente nas bromélias na copa das árvores. O ciclo da doença ocorre tradicionalmente entre os mosquitos e macacos, mas passou a incluir os humanos. Os casos de malária registrados na Mata Atlântica geralmente não são graves.

Os nove estados da Amazônia Legal – Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins – concentram cerca de 99% dos casos de malária no Brasil. Cerca de 85% dos casos no país são decorrentes de infecções por *P.vivax* e o principal vetor é o *Anopheles darlingi*, cujos criadouros estão em rios, lagos e igara-

pés. Mas também há transmissão de *P. falciparum*, que exige diagnóstico e tratamento imediatos, pela capacidade de evolução para malária grave e óbito.

Apesar da preocupação com o *spillover* no Sudeste Asiático, a região do planeta mais afetada pela malária continua a ser a África Subsaariana, que concentra mais de 90% dos casos e óbitos mundiais. O principal vetor na região é o *Anopheles gambiae*, responsável pela transmissão entre humanos no continente do *P.falciparum*. Mas uma nova ameaça desafia o controle da malária na África, visto que o *Anopheles stephensi*, originariamente um mosquito do Sudeste Asiático e Península Arábica, foi detectado recentemente em sete países africanos. Este vetor tem comportamento urbano e é resistente a muitos dos inseticidas disponíveis, representando um enorme desafio para as áreas onde ele se instala.

O ressurgimento de casos de malária na Mata Atlântica é apenas um dos indicadores da expansão da área de incidência da doença nos últimos anos. Silvia Di Santi cita a ocorrência de surtos de malária na Bahia e no Piauí em 2021, estados onde não havia a transmissão da doença.

“Ainda mais surpreendente foi a volta da transmissão de malária em regiões no sul

dos Estados Unidos, após 20 anos sem malária autóctone no país. Embora poucos casos tenham sido reportados na Flórida e no Texas, eles servem como um alerta sobre a possibilidade de ressurgimento da doença, visto que as alterações climáticas impactam na ampliação de criadouros dos mosquitos”, afirma a Bióloga.

“A gente não podia imaginar que os Estados Unidos voltariam a ter transmissão de malária. O vetor já existia, mas não havia doentes. Com os verões mais quentes, o vetor está aumentando a capacidade de transmissão. O calor e a umidade são condições que propiciam o crescimento do vetor. Com o aumento da temperatura, ele se torna mais competente para processar o parasito, porque tem um ganho biológico para fazer o ciclo de maneira mais rápida. O vetor consegue infectar num período menor, o que aumenta a transmissão”, ela explica.

Silvia Di Santi, no entanto, é cautelosa quanto a correlacionar os episódios recentes de malária com o aquecimento global. Ela destaca que não há um crescimento nos números de casos e mortes, que permanecem estáveis em um patamar elevado. Os casos de zoonoses no Sudeste Asiático e Mata Atlântica têm relação direta com o desmatamento.

Ela ressalta que o mosquito *Anopheles* sempre esteve presente nessas regiões. Quando os humanos adentraram as áreas silvestres, os vetores começaram a transmitir os parasitos dos macacos para as pessoas.

Na Amazônia, o aumento de casos também está relacionado ao desmatamento, especificamente em áreas de garimpo. Os garimpeiros se estabelecem às margens dos rios amazônicos e derrubam as matas ciliares para a construção de alojamentos. Eles vivem em barcos ao lado dos criadouros de *Anopheles darlingi*.

A prevenção e o diagnóstico e tratamento precoces também têm impacto direto sobre os números de casos e mortes. Uma das ações é borrifar inseticida nas paredes de moradias em áreas de incidência do *Anopheles*. O diagnóstico e tratamento precoces das pessoas contaminadas combatem não só a progressão da doença como também a transmissão do parasito.

“Sabe-se do impacto das mudanças climáticas em muitas doenças e que o aquecimento global prejudica as condições de vida dos humanos e animais e o meio ambiente. Mas não é possível quantificar quantos dos 130 mil casos de malária que acontecem anualmente no Brasil são em função da elevação das temperatu-

ras. E também não se pode desvincular esses casos do aquecimento global”, diz a Bióloga. “O que eu posso afirmar com certeza é que todas as agressões ao meio ambiente, como o desmatamento, provocam tanto o aumento das temperaturas como da transmissão de doenças.”



Silvia Maria Fátima Di Santi

Silvia Di Santi é responsável pelo Núcleo de Estudos em Malária desde a sua criação em 1985. O laboratório, que originalmente fazia parte da extinta Superintendência de Controle de Endemias (Sucen), hoje integra a estrutura do Instituto Adolfo Lutz, da Secretaria de Estado da Saúde do Governo do Estado de São Paulo.

Em 2001, o Núcleo firmou um convênio de cooperação científica com a USP e o laboratório fica localizado na Faculdade de Medicina da universidade. O Núcleo conta também com um laboratório de atendimento a pacientes com malária

(telefone para o público: 11-2661-8025), que funciona no Hospital das Clínicas, da Faculdade de Medicina da USP. O Núcleo é referência no diagnóstico e responsável pelo controle de qualidade dos exames da malária no estado de São Paulo. A equipe de Silvia Di Santi, integrada por servidores e alunos de graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado, faz pesquisa aplicada para, por exemplo, o desenvolvimento de medicamentos contra a malária e novos métodos de diagnóstico.

A Bióloga destaca o projeto de pesquisa do Núcleo financiado pela Fundação Bill & Melinda Gates. Os pesquisadores fazem o diagnóstico molecular e a vigilância genômica da malária em áreas de garimpo na Amazônia. O trabalho inclui o sequenciamento de parasitos e vetores da doença, que serve para subsidiar ações de controle da malária nessas áreas.

O sequenciamento de mosquitos transmissores de malária permite, por exemplo, identificar se eles têm genes com mutações que conferem resistência aos inseticidas. O sequenciamento do *Plasmodium* visa a verificar se o parasito desenvolveu mutações resistentes às drogas contra a malária.

“A vigilância genômica é uma ferramenta moderna

e importante, cada vez mais utilizada. Ela gera informação confiável para o manejo das doenças. Se a gente detecta uma mutação responsável pela resistência a um antimalárico, sabemos que será preciso monitorar o uso desse remédio e ter outras alternativas de tratamento”, aponta a Bióloga.

Leishmaniose

A emergência de zoonoses é um assunto que exige cada vez mais atenção da sociedade. O Brasil há muito convive com elas: febre maculosa, cisticercose, leptospirose, raiva etc. Com a

pandemia de Covid-19, tornou-se impossível ignorar o impacto dessas doenças sobre a humanidade, e diversos Biólogos e Biólogas se dedicam a estudá-las. É o caso do Prof. Dr. Eduardo de Castro Ferreira, pesquisador da Fiocruz Mato Grosso do Sul, docente permanente do Programa de Pós-Graduação e Desenvolvimento Regional da Universidade Anhanguera (Uniderp) e docente colaborador do Programa de Pós-Graduação em Doenças Infecciosas e Parasitárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Eduardo Ferreira, que se especializou em doenças infecciosas e parasitárias, atualmente se dedica ao impacto das leishmanioses, doença infecciosa provocada por protozoários do gênero *Leishmania* e transmitida por insetos flebotomíneos, entre os quais se destaca o *Lutzomyia longipalpis*, comumente conhecido como mosquito-palha, apesar de não ser um mosquito propriamente dito. Existem dois tipos de leishmaniose: a tegumentar, que em geral afeta animais silvestres, e a visceral, cujo animal reservatório em ambiente ur-

Entrevista: Marcos Buckeridge



Marcos Buckeridge

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Pesquisador de renome, o Prof. Dr. Marcos Buckeridge foi diretor do Instituto de Biociências da USP de 2018 a 2022. O Biólogo presidiu a Academia de Ciências do Estado de São Paulo de 2015 a 2019. Em sua carreira já produziu quatro livros, oito patentes, mais de 60 teses de mestrado e doutorado e mais de 200 publicações científicas em Biologia.

P: O que está acontecendo com o nosso planeta?

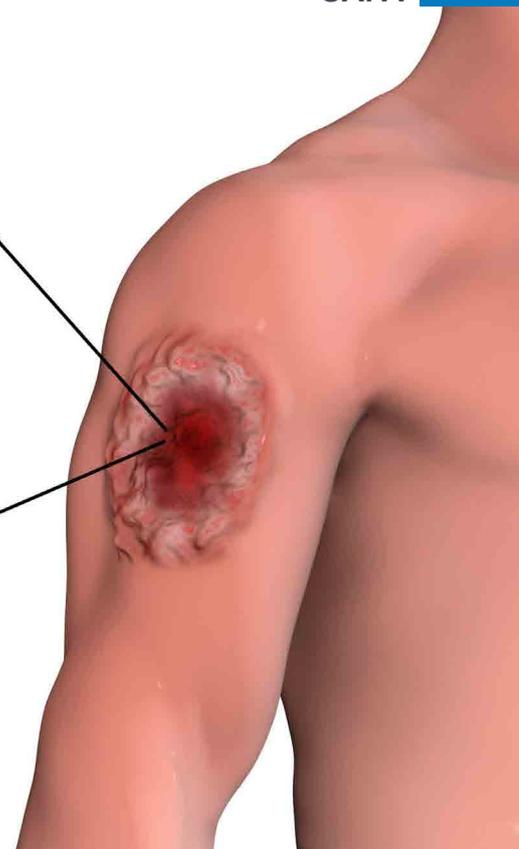
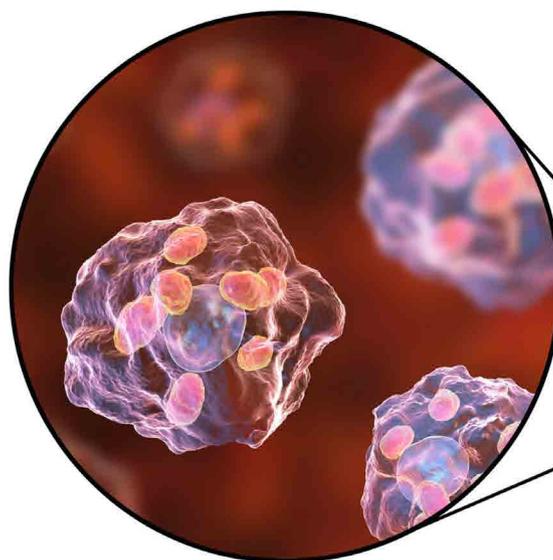
R: Sendo um Biólogo de sistemas, vejo a biosfera como um sistema complexo, o maior sistema complexo vivo que conhecemos. Talvez existam biosferas em outros planetas que seriam provavelmente diferentes.

Mesmo que sejam baseadas em DNA, a evolução deve ter tomado caminhos diferentes.

O nosso sistema terrestre está num estado de equilíbrio. Um equilíbrio que foi atingido com esse conjunto de organismos: os microrganismos, passando pelas

banco é o cão. Ambas podem afetar seres humanos. Como a dengue, a leishmaniose não é contagiosa, existe tratamento – disponível no SUS – e pode ser curada. A leishmaniose visceral pode levar à morte, principalmente de crianças e idosos, se não for tratada a tempo.

A leishmaniose é um problema de saúde endêmico em vários estados e municípios brasileiros, mas a doença é largamente desconhecida por boa parte da população: é comum as pessoas fazerem associações equivocadas, confundindo-a com outras doenças, como a lep-



plantas, animais, até a civilização humana. Cada vez que você altera a parte física desse sistema, ou seja, se você fizer alterações nos ciclos geoquímicos, mexer, por exemplo, com o gás carbônico, isto pode levar a efeitos globais. Com isso, induzimos mudanças no comportamento desse sistema complexo. E alterando o seu comportamento, existe sempre o risco de que ele mude de estado. Estamos observando mudanças desse tipo agora com as mudanças climáticas globais. Se haverá ou não uma alteração de estado, depende muito de nós.

Vou dar dois exemplos de mudanças de estado que tivemos na Terra: com o impacto de um asteroide há 66 milhões de anos, nós perdemos mais de 75% da biodiversidade no planeta. Esse evento levou à extinção dos dinossauros e abriu um novo espaço para os mamíferos. Outro foi antes, há 250 milhões de anos, no período permiano, durante o início da separação dos continentes. Naquela era, muitos vulcões entraram em erupção ao mesmo tempo, provocando extinção em massa. Esses eventos afetaram o equilíbrio de tal maneira que a vida na Terra mudou

de estado. Ou seja, as principais espécies que existiam foram extintas. Mas sempre sobram organismos vivos resilientes e estes reiniciam o sistema, levando a biosfera a um novo estado.

P: As mudanças climáticas podem ser comparadas a esses eventos que você citou?

R: Sim. A temperatura média do planeta aumentou em um grau, mas de acordo com os modelos matemáticos existentes, poderemos passar de dois graus já na metade do século. Isso significa que, em certos locais, pode haver uma variação



tospirose, transmitida pelo contato com a urina de ratos infectados com uma bactéria. De acordo com Eduardo Ferreira, a leishmaniose exemplifica bem as relações entre os elos da saúde única e as mudanças climáticas, porque o aquecimento global tem expandido a área de ocorrência da doença.

Diferente dos mosquitos, que usam corpos d'água para se reproduzir, os flebotomíneos se reproduzem em matéria orgânica em decomposição. Tanto os flebotomíneos quanto os mosquitos vetores da dengue, zika e chikungunya são insetos que vivem

bem na região dos trópicos, em ambientes com temperaturas mais elevadas e uma certa umidade, onde eles encontram o microambiente adequado para a sua sobrevivência e reprodução.

“Se a gente considerar a elevação de temperatura no globo terrestre, a faixa de abrangência de onde esses insetos vetores podem viver e se reproduzir também vai se ampliar. Com isso, os insetos têm a possibilidade de colonizar novos ambientes e, estando infectados, podem dar início a novos surtos em áreas onde a doença não era relatada. Se eles não forem

devidamente controlados, a cadeia de transmissão do agente etiológico se estabelece e esses locais se tornam áreas endêmicas para as doenças, a partir do momento que se tem o vetor adaptado”, alerta o Biólogo.

Além disso, ressalta ele, há ainda a questão dos reservatórios. A leishmaniose visceral, que tem o cão como principal reservatório em área urbana, já é uma doença largamente urbanizada. A preocupação, afirma Eduardo Ferreira, é que a leishmaniose tegumentar também passe por esse processo, com a adaptação dos vetores e re-

de quatro a cinco graus, o que é muito. Os efeitos da elevação da temperatura se originam principalmente do aumento do nível de gás carbônico e outros gases do efeito estufa, que também afetam a fotossíntese das plantas. Quando afetamos as plantas, a consequência é de alterações no resto do planeta, porque todas as teias alimentares dependem delas. Houve também uma alteração na disponibilidade de água. Alguns locais estão secando – veja a Amazônia, por exemplo – e outros se tornando mais úmidos ou até alagados, tais como o sul do Brasil.

Em resumo, o tripé que

mantém a vida – temperatura, CO₂ e água – está sendo alterado e, se continuar mudando de forma drástica e rápida, pode haver um efeito de mudança de estado no planeta.

P: Vamos acabar com a vida no planeta?

R: Para os *Homo sapiens*, a mudança de estado pode significar o desaparecimento da civilização como nós conhecemos. Mas nós não temos capacidade de terminar com a vida na Terra.

Há vários subsistemas e partes deles que podem desaparecer, levando à extinção de espécies e eliminando ecossistemas e até biomas

inteiros. Mas, como aconteceu com as grandes extinções anteriores, o grande sistema, a biosfera, provavelmente continuará existindo. A biosfera terá, por assim dizer, uma saúde que vai ser a saúde que ela pode ter, dependendo daquilo que está acontecendo dentro dela.

Acho muito difícil o homem conseguir extinguir toda a vida na Terra. Ele pode até tentar, mas vai extinguir a si próprio antes.

P: Que bicho é esse, o *Homo sapiens*, capaz de extinguir a si próprio?

R: Nós, *Homo sapiens*, somos os primeiros a ter o córtex cerebral mais advantaja-

servatórios a um ambiente modificado pelo homem.

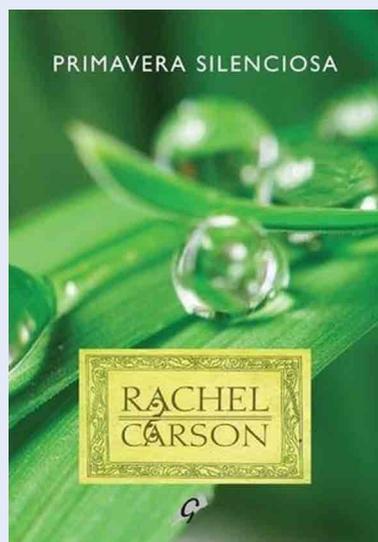
“Os animais com parasitos e em contato com os vetores podem ser responsáveis por estabelecer um novo ciclo de transmissão em ambientes periurbanos ou urbanos, a depender da forma como esses animais conseguirem se adaptar ao ambiente colonizado pelo homem”, afirma ele. “Já existem registros de cães, gatos e equinos com leishmaniose tegumentar em áreas urbanas.” O Biólogo observa que lidar com a emergência de doenças como a leishmaniose requer um trabalho de vigi-

lância com múltiplos focos. Existe a vigilância de saúde humana, que estabelece que os casos de leishmaniose são de notificação obrigatória, o que permite o acompanhamento da evolução e dispersão da doença, assim como a proposição de estratégias de controle.

Além disso, no caso da leishmaniose visceral, é necessário um trabalho de vigilância da saúde animal. Nem todos os animais infectados vão desenvolver a doença, mas em geral um surto humano é precedido pela presença da *Leishmania* em cães na região. E, por fim, a

vigilância nos vetores, que são os insetos que transmitem a doença. A eficácia dessa vigilância múltipla afeta diretamente os gastos governamentais com o controle e tratamento dessas doenças. As vacinas representam um esforço de prevenção de surtos da doença, mas a única vacina animal para leishmaniose disponível no mercado brasileiro teve sua produção interrompida no primeiro semestre de 2023. Outra ação muito importante para o controle da leishmaniose é o manejo do ambiente, o que passa pela questão da educação, que já está

do e temos essa consciência que nos permite comunicar e pensar, ainda que outros animais, como os pássaros, sejam capazes de fazer isso. Mas para todos os efeitos, nós somos os primeiros a inventar uma civilização com política, economia e ciência. Nossa consciência e a ética socioambiental evoluíram muito durante o século 20, principalmente depois do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, publicado em 1962. Desde então, a consciência ecológica transcendeu a ciência e adentrou o domínio da política. Em outras palavras, virou conhecimento de massa. Isso gerou, sim, uma ampliação



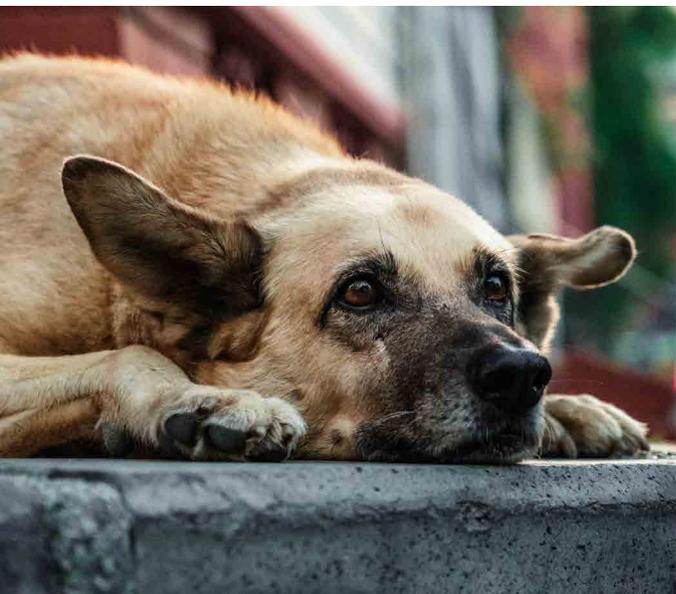
da consciência do *Homo sapiens*. Mas eu acho que ainda estamos em transição para uma consciência da rede viva global. A civilização do *Homo sapiens* ainda não aceita amplamente que não é o centro

da vida. Provavelmente, na segunda metade do século 21, uma mudança de estado da consciência levará à ampliação do homocentrismo para o biocentrismo.

P: Há salvação para a humanidade?

R: Sim. Eu sou um otimista. Eu acho que uma das maravilhas que o *Homo sapiens* criou foi a ciência. O conhecimento científico vai avançar, na minha opinião, nesse século ainda e no próximo. Vai avançar muito ainda, não mais só em ciência em si, mas nas interconexões de todo o conhecimento. A complexidade será compreendida nesse período.





mais avançada no caso das doenças transmitidas por mosquitos, com o controle de água parada nos quintais, mas não tanto no caso dos flebotomíneos. Como eles se reproduzem em matéria orgânica em decomposição, o manejo passa pela limpe-

za constante de quintais e jardins, removendo matéria orgânica e descartando os resíduos domésticos.

“É necessária uma sensibilização, que não é simples. O controle da dengue já é visto nas escolas e está bem difundido e, ainda assim, se vê resistência e existem criadouros em várias casas, porque as pessoas sabem o que deve ser feito, mas não colocam em prática”, destaca Eduardo Ferreira. “É importante perceber que existe um SUS forte e atuante, mas que precisa da nossa colaboração e apoio. Nós, como cidadãos, também somos responsáveis pela nossa saúde e ambiente. São mudanças muitas vezes de hábito e cultura, então é um desafio que, para ser encarado, precisa estar imbuído de uma série de

conhecimentos profissionais, de estratégias, como uma questão de saúde única.”

Eduardo Ferreira integra uma rede de pesquisas em leishmaniose, que envolve pesquisadores que se dedicam ao estudo dessa doença em todas as unidades da Fiocruz. Na rede, ele atua em dois grupos de trabalho: “ecopidemiologia e controle de transmissão”, que contempla o estudo da situação do ambiente, a questão dos vetores e hospedeiros e o trabalho de vigilância; e “educação, informação e comunicação”, que se dedica não só a produzir material formativo e informativo para o cidadão comum a respeito da doença, transmissão e cuidados, como também a formar agentes de saúde e profissionais do SUS.



Eu escrevi um artigo para o Jornal da USP, no qual eu descrevo como poderia ser o próximo intelectual, que chamo de Neopolímata. O Neopolímata é aquele que vai pegar todos esses bancos de dados que nós produzimos e começar a produzir uma nova ciência de síntese que interage tudo com tudo. Descobriremos os meandros da complexidade e isso deverá ser atingido graças aos avanços da computação. É claro que há outros cenários possíveis. A civilização

pode desaparecer em um inverno nuclear, já que por vezes entramos em situações críticas, com guerras que podem desencadear confrontos nucleares.

Ou pode ser que um novo asteroide atinja o planeta e o nosso destino seja o mesmo dos dinossauros. Até recentemente, isso poderia acontecer a qualquer momento sem que tivéssemos qualquer chance de reagir. Porém, a nossa ciência maravilhosa já consegue monitorar essas ocorrências e há ferra-

mentas em desenvolvimento para evitar que asteroides se choquem contra a Terra. Com a expansão da consciência e da ciência inventada pelo *Homo sapiens*, temos até como escolher cenários. Mas tal escolha não pode ser feita por um único indivíduo, ou mesmo por um pequeno número deles. Teremos que aprender a nos comportar como uma massa inteligente que domina a sua própria governança e escolhe os melhores caminhos para todos.

FIOCRUZ MONITORA ANIMAIS SILVESTRES PARA PREVENIR ZONÓSES

Bióloga coordena plataforma com aplicativo que facilita a vigilância sanitária nacionalmente

COMO PREVENIR que doenças de animais silvestres acometam humanos e doenças de humanos acometam animais? A Profa. Dra. Marcia Chame, pesquisadora titular da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), afirma que a melhor forma de prevenção é o monitoramento dos animais na natureza e a investigação dos indivíduos mortos e doentes. Para conseguir fazer essa vigilância em um país continental como o Brasil, a Fiocruz desenvolveu o Sistema de Informação em Saúde Silvestre (Siss-Geo), uma plataforma tecnológica com aplicativo para celular e web que permite a qualquer pessoa fotografar e fornecer informações sobre animais em todo o território nacional.

Marcia Chame é a coordenadora da Plataforma Institucional Biodiversidade e Saúde Silvestre (Pibss/Fiocruz), criada em 2012, que desenvolve o Siss-Geo em parceria com o Laboratório

Nacional de Computação Científica (LNCC).

O aplicativo é gratuito e de fácil instalação e uso. Após fotografar um animal, o usuário é instado a relatar seu estado de saúde e características do local, entre outras informações. Mesmo sem dispor de conexão com internet, as fotos, informações e coordenadas de geolocalização ficam armazenadas no app e são enviadas para o sistema central posteriormente.

O Siss-Geo conta com cerca de 12 mil usuários, que incluem desde agentes de saúde, guardas florestais, pesquisadores e policiais até agricultores familiares, pessoas de comunidades tradicionais e indígenas, montanhistas e turistas. A Fiocruz realiza regularmente o treinamento de novos usuários. Esses colaboradores já fizeram cerca de 30 mil registros de animais no Siss-Geo. Os usuários devem registrar inclusive animais saudáveis – porque é importante saber como vivem na natureza – em áreas naturais, rurais e urbanas. Quando há uma ocorrência suspeita, em geral de um animal doente ou morto, o sistema

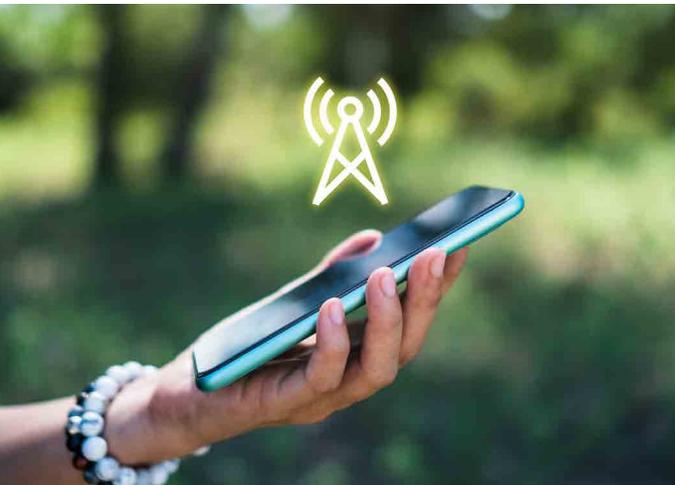


Marcia Chame

gera um alerta para a secretaria de saúde do município, que tem a atribuição de investigar o caso.

“Sem o Siss-Geo, nós dependeríamos de uma pessoa com sensibilidade para identificar a anormalidade e notificar um serviço de saúde. Até a investigação chegar ao local, o animal provavelmente já estaria em decomposição. Se o alerta for rápido, a equipe do município vai ao local, coleta amostras biológicas do animal morto ou doente e envia ao laboratório para diagnóstico. Assim conseguimos entender o que está acontecendo ali”, diz Marcia Chame, que acrescenta que mais de 300 municípios brasileiros usam o sistema como ferramenta de vigilância.

Marcia Chame e sua equipe multidisciplinar, integra-



da por 17 profissionais (dos quais seis são Biólogos), utilizam os dados armazenados no Siss-Geo para produzir modelos matemáticos complexos que identificam áreas onde zoonoses podem surgir. Os modelos

subsidiaram a atuação do Ministério da Saúde e secretarias de saúde, por exemplo, quanto à vacinação dos habitantes das áreas de risco. A Bióloga destaca a importância do Siss-Geo na contenção da epidemia de febre amarela que assolou estados do Sudeste. Os primeiros casos na região foram registrados em 2014 e a epidemia começou em 2016. Em 2019, relata Marcia Chame, agentes de saúde e voluntários portando o aplicativo do Siss-Geo identificaram macacos mortos pela febre amarela em áreas silvestres da Região Sul. “A febre amarela estava des-

cendo para o Sul do Brasil. O Siss-Geo nos permitiu identificar os corredores por onde o vírus se expandia e a velocidade de transmissão, e assim planejar a vacinação dos habitantes dessas áreas. Acreditamos que a vacinação reduziu o número de casos de febre amarela no Sul, que foi 90% menor do que no Sudeste”, destaca a Bióloga. O Siss-Geo é atualmente utilizado para o planejamento e apoio, em 23 estados brasileiros, de campanhas de vacinação e outras ações de prevenção, não só da febre amarela, mas de outras doenças, como a raiva, vírus do oeste do Nilo, peste e hantavirose.

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





O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE AS PLANTAS

Biólogo da USP também estuda os efeitos da emergência climática nas cidades

O PROF. DR. MARCOS Buckeridge, do Instituto de Biociências da USP, se dedica a estudar o impacto das mudanças climáticas nas plantas e também em ambientes urbanos.

O Biólogo destaca que há três variáveis principais de mudanças nos ciclos gequímicos do planeta, que afetam diretamente as plantas: as mudanças de tempe-

ratura, o CO_2 e a água. A água pode estar em excesso ou pode estar faltando; a temperatura está aumentando e o CO_2 também aumentando. Em seus experimentos, Marcos Buckeridge analisa as reações de espécies vegetais a uma alta concentração de CO_2 . Inicialmente, os estudos foram conduzidos em uma atmosfera com o dobro da concentração de gás carbônico, e posteriormente com um valor máximo de 500 ou 750 partes por milhão, o que é mais do que

as previsões do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC) para a segunda metade do século. “Por que a gente exagera o CO_2 ? Porque a gente quer entender quais são os efeitos nas plantas. Elas vão produzir mais folhas, mais flores, mais sementes? O que acontece com a fisiologia delas? Quais genes são ativados e desativados? Como afeta a fisiologia da planta, se ela cresce mais rápido, se vai morrer mais cedo ou não? Esses são os efeitos

diretos”, destaca o Biólogo. Marcos Buckeridge conta que seu grupo de pesquisas acabou de publicar a primeira meta-análise sobre o tema das plantas em alto CO₂ do Brasil. Entre as descobertas, estão o fato de que os estudos em plantas brasileiras acharam alguns resultados parecidos com os estudos similares conduzidos no Hemisfério Norte; também constataram que as árvores têm uma resposta fisiológica diferente das plantas herbáceas e gramíneas; e que, em geral, o aumento do CO₂ faz as plantas crescerem mais rápido.

Mas o CO₂ não é a única variável e diversos estudos já tentam dar conta da multiplicidade de fatores envolvidos. “Nós temos vários trabalhos do grupo onde combinamos CO₂ com temperatura ou CO₂ com temperatura e com água. Se eu combinar alta temperatura com o alto CO₂, eu faço com que a planta cresça mais rápido. Uma planta de soja, por exemplo, cumpre o processo dela e entra em senescência vários dias antes do processo dela no campo hoje. Isso pode ter um efeito deletério sobre as sementes, se a temperatura for alta demais”, relata o Biólogo.

Os pesquisadores estão agora usando matemática e modelagem para tentar colocar os três fatores em con-

junto e desenhar cenários futuros fisiológicos possíveis para a soja, cana e plantas nativas e, assim, entender melhor o que acontece na floresta e nas plantações.

Marcos Buckeridge estuda também o processo de degradação da biomassa. Como as mudanças climáticas estão causando uma aceleração do processo de desenvolvimento das plantas, levando-as a morrer mais cedo, isso indica um pico de materiais orgânicos a serem degradados.

Esse fenômeno vai afetar as populações de microrganismos que têm que degradar um volume maior de material orgânico. Até que ponto o sistema consegue suportar essas modificações? Vão aparecer novas espécies? Como vai ser a competição entre as espécies?

“Certamente haverá efeitos sobre as redes dos ecossistemas nessas próximas décadas, por causa dessa aceleração que o nosso aumento de temperatura está provocando. Nós precisamos entender isso melhor, para que possamos nos antecipar, porque mudanças muito drásticas numa floresta gigantesca como a Amazônica ou as florestas do norte podem causar alteração no clima e criar um sistema de *feedback* positivo que pode piorar a situação muito rapidamente e exponencialmente”, enfatiza

o pesquisador.

Os cientistas ainda não conhecem todo o processo. Existem, afinal, várias espécies de árvores disputando espaço na floresta. De acordo com o Biólogo, algumas partes do chamado processo de cicatrização da floresta são desconhecidas. É possível que a morte das árvores maduras, que estão envelhecendo mais rápido, abra caminho para outros indivíduos dentro da floresta, mas não se sabe se seriam indivíduos das mesmas espécies ou de outras. Existem um potencial significativo para uma mudança de composição das florestas.

“Na floresta temos as árvores que tomam o dossel, são aquelas que tiveram uma oportunidade na vida. Logo abaixo do dossel, você tem outras árvores que estão vindo e esperando a sua oportunidade. E lá embaixo tem os jovens e os bebês. Ali existe todo um processo. O material que morre, como as folhas, vai alimentando os microrganismos. Esse carbono vai entrando no solo. Os frutos, as folhas e outras partes das plantas vão alimentando os herbívoros e formando as cadeias alimentares. Essa é a essência da floresta,” explica Marcos Buckeridge.

“Se as árvores mais velhas morrem mais cedo, todo esse material vai cair antes do tempo e, talvez, sobrecar-

regar o solo com carbono. Vai haver um pico de produção de microrganismos que vai degradar esse material e os jovens terão as suas oportunidades. Então é possível que a gente tenha um novo ciclo de regeneração da floresta. Isso se esse efeito não for deletério como o que tem acontecido com as queimadas, em que você retira as espécies e deixa aquilo virar um pasto, e aí para regenerar é muito mais difícil. Esses efeitos de seca, que estão acontecendo agora, podem passar a extinguir espécies, limpar completamente determinadas áreas, que não conseguem mais se regenerar,” complementa.

Além dos efeitos diretos, as mudanças climáticas também ocasionam impactos indiretos. Por exemplo, os efeitos diretos sobre as plantas podem afetar as cadeias alimentares e a presença de várias espécies, o que pode impactar a polinização. Sem insetos, pássaros e morcegos polinizadores e dispersores de sementes, toda a dinâmica da floresta é afetada.

Cidades

A Universidade de São Paulo (USP) criou há dois anos um projeto com eixos temáticos, que estuda os impactos das mudanças climáticas nos centros urbanos, local de residência da maior parte da população brasileira. O pro-



jeto, coordenado por Marcos Buckeridge, congrega 122 professores da universidade, de 11 diferentes áreas, trabalhando em eixos interdisciplinares como educação, saúde e meio ambiente.

Os pesquisadores trabalham em conjunto na criação de itens de agenda nesses diferentes eixos, apontando problemas que afligem a sociedade e as cidades e colaborando para achar soluções para essas complexas questões. O objetivo é compilar ideias que possam se transformar em políticas públicas e propostas de leis. “O que a USP e nós, cientistas, podemos contribuir é injetar ideias bem-estruturadas que possam se encontrar com as aspirações da população, que possam cair no domínio da política e ser utilizadas como políticas

públicas”, diz o Biólogo.

Ele ressalta que já há propostas para, por exemplo, usar inteligência artificial na melhora do fluxo de informação na atenção primária à saúde, de forma a resolver problemas de maneira mais eficiente no nível primário de atendimento e evitar encaminhar demandas desnecessárias à atenção secundária.

A cidade, como a biosfera, é um sistema complexo, diz Marcos Buckeridge. E tanto no trato dos problemas da cidade quanto dos problemas que afetam o planeta, é importante lembrar que não há soluções simples. É preciso que o homem enxergue que é parte de uma rede complexa, um sistema, e que todas as melhoras virão de propostas interdisciplinares.

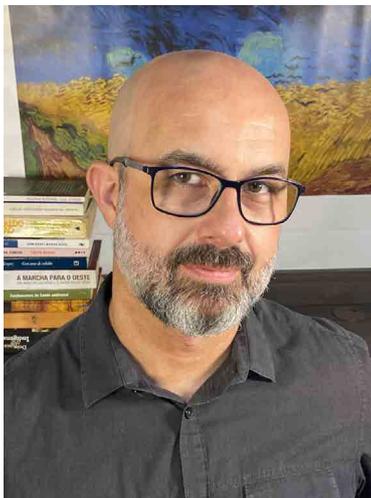
POLICRISES: O FENÔMENO DE CRISES SOBREPOSTAS

Pesquisador da USP busca soluções nas conexões entre Biologia e Ciências Sociais e nos saberes das periferias vulneráveis

O PROF. DR. LEANDRO

Luiz Giatti, doutor em Saúde Pública e pesquisador e professor associado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP), concorda que existe uma relação próxima entre as mudanças ambientais e climáticas e a emergência e reemergência de doenças e que é importante o estudo da ecologia dessas doenças.

Para além desse estudo, no entanto, ele ressalta que se deve enxergar a questão da emergência e reemergência de doenças – e da saúde única como um todo – sob a perspectiva dos sistemas socioecológicos, pois existem aspectos da natureza das relações humanas, dos fenômenos sociais, políticos, organizacionais, institucionais, econômicos e territoriais que vão também compor e influenciar vari-



Leandro Luiz Giatti

áveis nessas ecologias das doenças.

“Quantas ameaças incidem sobre a Amazônia, por exemplo? Temos as mudanças climáticas, a possibilidade de mudanças no regime de chuva e o aquecimento, que podem gerar um efeito muito deletério e promover grandes impactos e modificações da cobertura vegetal da floresta. Além disso, temos a ação humana pelo desmatamento, um fenômeno global de uso de energia fóssil, que está alterando o clima do planeta, e em nível local e regional, temos políticas que facilitam a destruição do bioma ou ausência ou insuficiência de políticas que o preservem. Tudo isso se soma e potencializa os desequi-

líbrios ambientais que podem facilitar a emergência ou reemergência de doenças”, alerta o Biólogo.

Leandro Giatti, que participou do projeto temático “Governança ambiental da macrometrópole paulista face à variabilidade climática” e foi um dos organizadores do livro detalhando as conclusões do projeto, alerta que, se o Brasil e o mundo não aprenderem com as lições da pandemia de Covid-19, podem acabar passando por uma nova pandemia com o mesmo despreparo.

Ele cita os exemplos de Brasil e EUA, dois países que tinham grande potencial para ter bons resultados na gestão da pandemia, mas que acabaram se destacando justamente por resultados ruins e um alto número de mortes. O Brasil em especial, afirma o Biólogo, tem um sistema de alta capilaridade como o SUS, que poderia ter sido usado para conter a doença, mas posturas negacionistas, dissonância de ações e uma grande quantidade de *fake news* prejudicaram muito o combate à pandemia.

Segundo Leandro Giatti, o



tipo de contexto pelo qual o Brasil passou é condicionante de sucesso de um vírus e faz parte de uma perspectiva mais realista, adequada e complexa para entender os fenômenos de crises sobrepostas: as chamadas policrises.

O conceito de policrises se aplica a um contexto de diversos eventos extremos acontecendo ao mesmo tempo, seja de natureza ambiental, política, bélica ou de saúde pública, que se sobrepõem e se retroali-

mentam. Nos últimos anos, o mundo lidou com a pandemia de Covid-19, com diversos conflitos, como na Ucrânia e no Oriente Médio, e com diversos desastres naturais espalhados pelo globo. No Brasil, especificamente, houve grandes incêndios no Pantanal, várias enchentes, ciclones extratropicais e secas extremas, como a da Amazônia.

Como as mudanças climáticas fazem com que eventos ambientais extremos aconteçam com mais frequência

e maior severidade, Leandro Giatti ressalta que é essencial, em primeiro lugar, que posturas que tanto prejudicaram o país no passado recente, como negacionismo (tanto da pandemia como das mudanças climáticas), paralisação de estruturas de saúde pública, paralisação das políticas ambientais e precarização dos órgãos de vigilância e de fiscalização, que aceleram os impactos aos ecossistemas, não voltem a se repetir.

“Já está fartamente de-

monstrado que há um aumento da frequência e da intensidade dos fenômenos climáticos. Isso quer dizer que se insistirmos no negacionismo, estaremos corroborando toda sorte de piores resultados”, ele alerta.

Em segundo lugar, é necessária uma gestão mais articulada sobre as policrisis, que enxergue as conexões entre esses problemas e que se debruce sobre essas questões de uma forma transdisciplinar e em parceria com a sociedade.

Leandro Giatti faz parte de duas iniciativas que trabalham com essa perspectiva: a primeira é o *Incline (Interdisciplinary Climate Investigation Center – Centro Interdisciplinar de Investigação Climática)*, um projeto interdisciplinar e multi-institucional que congrega cientistas da USP e outras instituições para estudar as mudanças climáticas.

O segundo é o grupo internacional *Asra (Accelerator for Systemic Risk Assessment – Acelerador para Análise Sistêmica de Riscos)*, que se propõe a ser um *think tank* para pensar um mundo que passa constantemente por múltiplas crises e que trabalha com a perspectiva de análise sistêmica dos riscos e dos fenômenos múltiplos que se

sobrepõem na atualidade.

Em seus estudos, Leandro Giatti incorpora elementos e metodologias das Ciências Sociais, como a pesquisa participativa e pesquisa-ação. Suas áreas de pesquisa incluem o saneamento básico; a poluição de recursos hídricos associada ao precário saneamento básico e saneamento ambiental; indicadores de sustentabilidade; a resiliência de comunidades em terras indígenas e periferias urbanas, em contextos de vulnerabilidade e saneamento precário; e a resiliência e adaptação de jovens de periferias urbanas no contexto do pós-Covid.

E quanto se trata de resiliência, é possível mais uma conexão entre a Biologia e as Ciências Sociais. Em Ecologia, sistemas mais diversos são mais resilientes, por terem uma multiplicidade de capacidades de respostas de suas comunidades biológicas. Extrapolando isso para o sistema socioecológico, o pesquisador defende a hipótese de que sistemas socioecológicos mais diversos também podem ser mais resilientes. E isso implica uma multiplicidade de saberes e perspectivas a serem consideradas.

“A diversidade em um sistema socioecológico envolve questões do ser huma-

no, como a moral, o senso comum, o conhecimento tradicional, a capacidade criativa. Eu estudo muito as periferias vulneráveis e elas não são o caos, como muitos pensam, mas sim uma usina de alternativas. As pessoas que vivem numa comunidade periférica urbana têm muitos saberes que as permitem viver em condições muito difíceis, e isso envolve colaborações, saberes, linguagens. Então eu creio que a resiliência para essas múltiplas crises tem que ser mediada pelas capacidades locais,” ressalta Leandro Giatti.

“Não existe solução única a ser imposta. Também por isso eu trabalho nessa linha da pesquisa participativa, porque ela valoriza o saber local, ou melhor ainda, ela permite reconhecer que não há como desenhar uma solução, uma política e aplicação de uma política se você não dialogar com as pessoas. Eu valorizo sair da monocultura de ideias para os problemas complexos que a gente tem. Existe uma pluralidade de ideias e conexões, saberes e capacidade criativa se conectando com a nossa ciência tradicional e com a nossa capacidade de gerar política pública. É isso que vai permitir que a gente tenha respostas para essas muitas crises”, conclui.

PESQUISA-AÇÃO: TRAZENDO A SOCIEDADE PARA DENTRO DA PESQUISA

Especialista defende que as populações afetadas participem da resolução dos problemas

EXISTE UM CONSENSO entre os cientistas que entrevistamos nesta edição de que as soluções relativas à saúde única e ao combate às mudanças climáticas e mitigação de seus efeitos são problemas demasiadamente complexos para resolver de forma isolada. Ou seja, é necessário um esforço interdisciplinar para lidar com essas questões: problemas complexos exigem soluções complexas.

Mas para além da transdisciplinaridade, muitos cientistas apostam hoje em uma pesquisa mais conectada não apenas com estudos de outros campos, mas também com a sociedade. Afinal, todos sofrem os efeitos das mudanças climáticas, em maior ou menor grau, e é importante que a sociedade também esteja envolvida na resolução desses problemas.

A Profa. Dra. Renata Ferraz

de Toledo, doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP e docente de graduação e pós-graduação da Universidade São Judas Tadeu, incorporou em seus projetos a metodologia da pesquisa-ação, que consiste em uma reflexão coletiva, um esforço colaborativo que incorpora na resolução de questões as populações diretamente afetadas por esses problemas – no caso, a saúde única.

Renata Toledo considera sua pesquisa de doutorado uma “virada de chave” no campo da saúde única: o momento em que ela se identificou com a pesquisa-ação e metodologias participativas, que ultrapassam o muro das universidades, fazendo pesquisa junto e com as comunidades, em especial grupos em situação de vulnerabilidade. A pesquisa foi realizada em São Gabriel da Cachoeira, no estado do Amazonas, fronteira com a Colômbia, conhecido como o município mais indígena do Brasil. “Tive a percepção muito clara da relação entre



Renata Ferraz de Toledo

saúde e meio ambiente: a falta de saneamento básico causa prejuízos à saúde humana. Os povos indígenas que vivem em pequenas comunidades podem ter condições de separar melhor o “sujo” do “limpo”, sem precisar de infraestrutura em saneamento básico. O mesmo não acontece quando há concentração populacional em comunidades com características urbanas, como Iauaretê, em São Gabriel da Cachoeira. A falta de infraestrutura e saneamento nessa comunidade causa inúmeros prejuízos pelas doenças infecto-parasitárias. Em Iauaretê, o solo estava contaminado, a água estava contaminada com para-



sitos e as pessoas estavam doentes,” relata a pesquisadora.

A partir dessa experiência, Renata Toledo se concentrou em estudos qualitativos e participativos, que buscam uma aproximação entre ciência, política e sociedade, além de dialogarem com as comunidades que passam por problemas, para buscar soluções de forma conjunta. Segundo ela, os problemas relativos às mudanças climáticas e à saúde única,

pela miríade de impactos possíveis sobre a população, têm que ser resolvidos com a participação da sociedade. Não é possível fazer diferente.

“Problemas de emergência climática demandam mais. Municípios litorâneos e países como os Países Baixos precisam pensar em proteção quanto à elevação do nível dos mares. Mas como fazer sem saber exatamente de quanto será a elevação? São decisões que não podem mais ser tomadas

por um grupo restrito de especialistas, acadêmicos de uma única área do conhecimento. São temas que precisam aproximar ciência, política e sociedade”, afirma Renata Toledo.

Macrometrópole paulista

Há diversos exemplos de conexão entre saúde e mudanças climáticas, ela ressalta. Políticas públicas de saneamento básico, infraestrutura, planejamento urbano, segurança alimentar etc.

têm influência direta com a saúde humana, animal e ambiental. Políticas de mobilidade urbana que reduzem a circulação de carros, que estimulam o transporte público e o uso de bicicletas trazem contribuições para a saúde. Se os efeitos das mudanças climáticas afetam a saúde humana, ambiental e animal, as políticas de enfrentamento têm que buscar soluções integradas.

Na busca dessas soluções integradas, Renata Toledo se juntou ao projeto temático “Governança ambiental da macrometrópole paulista face à variabilidade climática”, da Fapesp. O projeto, coordenado pelo Prof. Pedro Roberto Jacobi, deu origem ao livro *Inovação para a governança da macrometrópole paulista face à emergência climática* e é um esforço em olhar para a macrometrópole paulista – que compreende a região metropolitana de São Paulo, Baixada Santista, Campinas e Sorocaba, totalizando 174 municípios onde vive 18% da população brasileira – e pensar formas inovadoras de enfrentar as mudanças climáticas de maneira integrada, já que os efeitos dessas mudanças ultrapassam as fronteiras dos municípios.

“Minha contribuição foi buscar aproximar os diferentes pesquisadores. Foram

mais de 100 pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento e instituições, reunidos com o objetivo de pensar soluções para as mudanças climáticas na perspectiva de integração das áreas. No contexto da saúde única, pensar a partir da saúde humana, animal e ambiental. Pensar a governança da macrometrópole paulista a partir de políticas intersetoriais e transdisciplinares. Não podemos pensar os problemas das mudanças climáticas, que envolvem incertezas, controvérsias e tomadas de decisões urgentes, a partir de uma única área do conhecimento. O projeto envolveu pesquisadores das áreas de ciências exatas, humanas, da saúde e sociais aplicadas”, conta a pesquisadora.

As mudanças climáticas estão acontecendo e seus impactos já são amplamente mensuráveis. Contudo, o futuro ainda permanece incerto, e isso impacta a tomada de decisões dos gestores, seja em nível nacional, municipal ou estadual. No caso da macrometrópole paulista, os efeitos mais diretos são os eventos extremos: enchentes, escassez hídrica, ilhas de calor, que afetam a todos, mas em especial os mais vulneráveis, seja economicamente ou em termos de saúde, alerta a especialista. Os problemas

estão em várias áreas, mas ela destaca o saneamento básico, o “primo pobre” que em geral recebe pouca atenção do poder público e cujos problemas só ficam evidentes nas crises, quando há perdas econômicas e materiais.

Renata Toledo destaca que o entendimento da relação entre saúde humana e o ambiente não é recente, embora tenha passado por muitas mudanças ao longo dos séculos. Na Antiguidade, não havia o conhecimento sobre os agentes transmissores de doenças, mas havia suposições de que a saúde humana estava de alguma forma relacionada a aspectos ambientais.

“Quando se descobre pelo microscópio a existência de agentes transmissores de doenças, o olhar passa a ser para combater esses agentes. Agora estamos olhando para os determinantes sociais de saúde”, destaca Renata Toledo. “O desmatamento com origem em questões políticas e econômicas e o garimpo trazem a aproximação e a transmissão de zoonoses. Também há o impacto do aumento da temperatura do planeta, que afeta o ciclo da água e carbono. Está tudo conectado. Não se separa mais a saúde humana da saúde do meio ambiente.”

MUDANÇAS CLIMÁTICAS LEVAM AO “EMPOBRECIMENTO SILENCIOSO” DA SOCIEDADE

Especialista do Cemaden alerta para os altos custos econômicos e sociais dos desastres socioambientais

PARA A PROF. DRA. LIANA

Anderson, pesquisadora do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), estamos em um momento alarmante no que tange aos efeitos das mudanças climáticas no planeta, mas mesmo assim, a sociedade parece largamente alheia a essas preocupações.

O Cemaden, que fica sediado em São José dos Campos (SP), é vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e tem como missão realizar o monitoramento das ameaças naturais em áreas de risco em municípios brasileiros.

A pesquisadora destaca que a maioria das pessoas só se preocupa com as mudanças climáticas quando se depara com algum desastre impossível de ignorar.

“Talvez a primeira vez que a gente aqui no Sudeste teve uma gotinha dessa sensação foi depois do

Dia do Fogo, um grande ato de incêndios criminosos na Floresta Amazônica em 2019. Cinco dias depois, chegou aquela nuvem preta de fumaça no Sudeste e São Paulo virou noite”, relembra Liana Anderson, que também é docente da pós-graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Em um estudo sobre as chuvas extremas que afetaram Belo Horizonte e vários municípios da região metropolitana em janeiro de 2020, a equipe de Liana Anderson observou que as mudanças climáticas fizeram com que aquela quantidade de chuva naquele determinado intervalo de tempo fosse 70% mais provável de ocorrer.

“Estimamos que mais de 90 mil pessoas ficaram temporariamente sem moradia e pelo menos 1,3 bilhão de reais ou 240 milhões de dólares foram perdidos nos setores públicos e privados. Desse valor, 41% podem ser atribuídos às mudanças climáticas causadas pelo homem. A ciência consegue, hoje, fazer esse tipo de esti-



Liana Anderson

mativa, que é muito importante quando pensamos nos setores de planejamento público e de investimento de verbas”, afirma ela.

Essas previsões ainda não refletem completamente o estrago causado pelos desastres, ressalta Liana Anderson. A base de dados que quantifica as perdas econômicas opera em uma janela de tempo determinada, e os prejuízos, principalmente para as comunidades mais vulneráveis, se estendem por muitos meses ou até por anos. Isso sem contar as perdas de vidas e o impacto psicológico sobre os sobreviventes.

Mas pelo menos é possível gerar evidências e demonstrar com dados e números

que as chuvas não são um fenômeno divino, mas sim algo para que a ação humana tem uma contribuição real e mensurável. E como as mudanças climáticas aumentam a probabilidade de ocorrência de um evento extremo, trata-se não apenas de desastres mais severos, mas também de desastres severos mais frequentes, arrastando a sociedade para um empobrecimento crônico.

“Dentro do sistema público, as infraestruturas de escolas, postos de saúde, toda a infraestrutura nas ruas e postes já sempre precisa de melhora. Vem um evento desse, arrasta toda essa infraestrutura embora, você tem um custo de reinstalar uma coisa que já não estava nem na sua maturidade, no seu potencial máximo de uso. Quando isso ocorre de forma consecutiva, vai empurrando para um empobrecimento da sociedade. Tem um termo de um pesquisador que eu gosto muito, o Foster Brown, da Universidade Federal do Acre, que é o empobrecimento silencioso. E ele é silencioso porque a gente acaba não contabilizando tudo e está sempre correndo atrás de alguma coisa que nem chegou a desenvolver na totalidade”, lamenta a pesquisadora.

Além da dificuldade de esclarecer e quantificar o impacto das mudanças climá-

ticas para a população e os tomadores de decisão, existe também o problema dos interesses contrários, afirma Liana Anderson. Por trás dessa destruição constante, existe um modelo predatório de desenvolvimento que extrai tudo para um lucro privado no curto prazo e deixa para trás um legado de destruição e degradação ambiental para ser socializado com toda a população, em uma escala de tempo mais longa.

“Essa forma de desenvolvimento e capitalização máxima em um curto espaço de tempo não tem qualquer tipo de responsabilidade social, jurídica, política, econômica e ambiental. Imagino que nesse caso, a gente precisaria de um Ministério Público muito mais apto a conseguir levar a cabo todos esses crimes ambientais e toda a responsabilização ambiental e social dessas grandes empresas, desses grandes produtores, que, muitas vezes, têm um lobby político muito forte. A gente infelizmente ainda tem essa sensação de impunidade.”

Amazônia

A vulnerabilidade das comunidades aos desastres e mudanças climáticas varia. As mais vulneráveis, como populações de rua nas grandes cidades, populações



em áreas isoladas, onde o acesso a serviços públicos e socorro é precário, sofrem com ameaças de múltiplas frentes. Por exemplo, populações na região da Amazônia estão sujeitas a vários impactos: das secas, extremos de temperatura, garimpo, poluição da água, conflitos com madeireiros ilegais, violência do narcotráfico e, principalmente, a garantia da sua segurança alimentar.

“E quais são as capacidades de recuperação? Quando você está tão isolado que o poder do Estado não consegue chegar, como se pensa em adaptação? É isso pensando nas pessoas, mas a gente pode usar esse conceito da vulnerabilidade para os ecossistemas, para os biomas e espécies que a gente estuda. É um jeito interessante de decompor um pouco o problema para tentarmos encontrar onde estão esses vínculos. E aí você consegue pensar, tal-

vez, em soluções que sejam um pouco mais amplas, mas que contemplem esses diferentes eixos, esses pilares, para que sejamos menos vulneráveis, como nação, a todas as mudanças que a gente já vem observando”, explica a pesquisadora.

Uma das linhas de trabalho de Liana Anderson é justamente a quantificação dos impactos dos incêndios florestais sobre a Amazônia. Em 2018, ela foi uma das autoras de um artigo publicado no periódico *Nature Communications* que demonstrou que os incêndios florestais na Amazônia podem contribuir, nos anos de seca, em que há extensas áreas realmente queimando, com um valor similar ou maior às emissões de gases de efeito estufa do desmatamento.

Liana Anderson é uma das líderes do grupo de pesquisa Tropical Ecosystems and Environmental Sciences Laboratory - Trees lab (Laboratório de Ciências de Ecossistemas e Meio Ambiente Tropicais). Os estudos do grupo mostraram que a persistência do dano sobre a Floresta Amazônica, devido à mortalidade de árvores, é muito grande nos anos seguintes, porque as árvores grandes demoram mais para morrer. Isso significa que uma floresta

afetada pelo fogo vai ter um estoque de carbono cerca de 25% menor do que uma floresta que não foi afetada pelo fogo. E além do impacto sobre a capacidade da floresta de estocar carbono, existem outros impactos sobre a fauna, a flora e o bombeamento de água para a atmosfera, que também é reduzido.

“Essa questão dos impactos negativos associados aos incêndios florestais nos diferentes biomas é uma área de pesquisa em que precisamos urgentemente avançar. A gente não teve ainda no Brasil situações como na Califórnia, com grandes mansões sendo perdidas; na Austrália, com o Black Summer, no ano de 2020, em que grandes extensões foram afetadas e depois, obviamente, sofrendo com secas e com enxurradas que estão conectadas à questão dos incêndios. Tivemos o Pantanal em 2020, que tomou grandes proporções da mídia e a gente conseguiu dar uma devida atenção, mas a sensação é que passou”, afirma ela.

Qualidade do ar

Um dos piores impactos dos incêndios – que talvez as populações mais distantes das áreas de floresta não percebam facilmente – é a queda na qualidade do ar.

Liana Anderson afirma que um levantamento feito em 2021 mostrou que somente 10 dos estados e Distrito Federal têm um sistema de monitoramento de qualidade do ar, com somente 371 sensores, sendo 80% deles no Sudeste.

A baixa cobertura levou pesquisadores do Acre, da equipe do Prof. Foster Brown, a utilizar a Purple Air, uma rede de monitoramento global integrada tanto por instituições como pessoas físicas, que instalam os sensores em casa, com a tecnologia de internet das coisas: tudo que é coletado já vai direto para a internet e é compartilhado. “Lá eles estavam enfrentando a questão da fumaça e havia uma disputa política de onde ela vinha, se era do Acre, Bolívia ou Peru. Provocado por essa questão, o Ministério Público, junto com pesquisadores, financiou a compra de sensores para todos os municípios do estado do Acre. E trabalhou em rede com esses outros dois países, que também compraram sensores. A gente sai do achismo e vai para a mensuração do impacto da qualidade do ar. Não foi uma tentativa de apontar culpados, mas houve esse entendimento de que a fumaça não respeita fronteiras e que os problemas são

compartilhados. Então não adianta você fazer um plano para a gestão da qualidade do ar no Brasil sem envolver os países vizinhos, porque estamos todos no mesmo barco”, conta ela.

Essa cooperação é fundamental na gestão de riscos, alerta Liana Anderson, e serve de exemplo para outros estados e outras instâncias de poder no Brasil. Os problemas ambientais e climáticos ultrapassam as fronteiras e é necessário articular esforços para enfrentar as múltiplas questões causadas pelos desastres. Depois do sucesso no Acre, todos os estados da região amazônica instalaram sensores em pelo menos uma localidade. Em relação à qualidade do ar especificamente, os sensores instalados no estado do Acre mostraram que 19 dos 22 municípios acreanos apresentam pelo menos mais de 30 dias por ano com a qualidade do ar abaixo dos níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde.

“O que isso quer dizer? Existe um estudo no sistema público que afirma que, entre junho e outubro de 2019, internações do SUS na Amazônia custaram 2,6 milhões de reais, por conta da questão da fumaça. Mas além disso, existem todas as pessoas que não vão até



o SUS, seja porque moram em uma região em que não se consegue nem chegar ao posto de saúde ou ele nem existe, seja porque estão nos centros urbanos e vão para o mercado particular, dos planos de saúde, ou porque tentam se resolver indo na farmácia, com o conselho do farmacêutico, para tentar aliviar um pouco os sintomas. Mas isso se reflete em dias de trabalho perdidos, em diminuição da produtividade e, a longo prazo, nessas pessoas ficando doentes. Em crianças e idosos, a gente sabe que aumenta a mortalidade”, aponta a pesquisadora.

“O fogo na Amazônia deve ser evitado a qualquer custo. Precisamos de alternativas para uma agricultura sem fogo, porque a gente já sabe que, com esse ambiente cada vez mais seco,

com essa flutuação climática, estamos criando um palheiro com uma quantidade de biomassa sem precedentes para esses grandes incêndios”, ela alerta.

Prevenção

Liana Anderson alerta que lidar com desastres socioambientais e mudanças climáticas não é algo que pode ficar restrito puramente a estratégias de combate. A sociedade atua de forma reativa e os investimentos se concentram no combate aos desastres muito mais do que na prevenção. Ela admite que os gastos com combate – como compras de alimento e equipamentos para o Corpo de Bombeiros e equipes de Defesa Civil – são muito mais tangíveis e fáceis de se justificar à sociedade (e aos eleitores), mas lembra que investir em

prevenção traz uma economia no gasto de combate a desastres e recuperação de infraestrutura.

Entre as ações de prevenção das quais Liana Anderson participa está o desenvolvimento de tecnologias sociais. A primeira é uma plataforma de monitoramento para a região do Sudoeste da Amazônia, conhecida como MAP (Madre de Dios, no Peru, Acre e Pando, na Bolívia), que permite que as diferentes instituições enxerguem o mesmo cenário. É possível ver onde, quanto e o que está queimando e gerar os alertas. Além disso, o sistema permite localizar, por exemplo, onde estão as escolas, que são os locais que viram refúgio quando tem um grande desastre. Há outras plataformas similares em desenvolvimento para a região da Floresta Nacional do Tapajós e para a Resex Tapajós-Arapiuns.

“A partir do momento que colocamos uma plataforma dessas na internet, aberta, para que todas as pessoas consigam ver, temos alguns resultados muito importantes. O primeiro é que as diferentes instituições estão vendo o mesmo cenário, então a forma de se organizar e as coordenações são muito mais fáceis. O segundo é que muitas comunidades que começam a se automonitorar fortalecem as suas vozes,

porque passam a ter evidências para demonstrar o que elas querem”, afirma ela.

Outro projeto é um material educacional desenvolvido para o bioma Amazônia, que traz cinco módulos de atividades para orientar professores sobre como trabalhar a temática dentro da sala de aula. O material tem referencial teórico de alto nível, colocado em linguagem simplificada e traduzido, já que muitos estudos na área são publicados em inglês. As capacitações para professores atraíram profissionais da Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e lideranças de comunidades, o que demonstrou como existe um gargalo desse tipo de informação, que pode ser utilizada no diálogo com as comunidades para orientar contra o uso do fogo. Essa ação é um desdobramento do Programa Cemaden Educação.

Um outro projeto é um sistema de previsão das áreas com maior probabilidade de enfrentar incêndios. A previsão é feita para todas as áreas protegidas da América do Sul e para todos os municípios do Brasil, com uma escala que vai desde o alerta alto até o estado de observação. O sistema é atualizado todos os meses. Esse projeto foca em uma escala muito mais gerencial, de alto nível, porque consegue enxergar para

dentro do território os locais que estão enfrentando uma maior chance de ter incêndios.

Para ela, esse é o caminho: buscar soluções que funcionem para evitar os desastres e minimizar os impactos, permanecendo à frente dos problemas, em vez de correr atrás dos prejuízos depois que eles acontecem. “Por praxe, aqui no Brasil estamos sempre enxugando gelo, ao invés de pensarmos nessas soluções que precisam ser baseadas em projetos de longo prazo. Talvez essa seja a maior vulnerabilidade: ter uma política de Estado que realmente seja levada a cabo. A gente se move de forma muito lenta como país e como sociedade, em parte pelo nosso tamanho e sociobiodiversidade, em parte pela crise de representatividade, porque quando você olha as pesquisas, por exemplo, que perguntam o que os brasileiros acham do desmatamento da Amazônia, a grande parte das pessoas fala que é contra. E aí você vê em votação leis que visam a legalizar algum tipo de grilagem ou o marco temporal. Recentemente tivemos a aprovação pelo Senado do PL do Veneno. Isso claramente mostra que a gente tem uma grande crise de representatividade,” avalia Liana Anderson.

26º CONBIO DISCUTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE ÚNICA



O **26º CONGRESSO** de Biólogos do CRBio-01 (26º ConBio) reuniu, no período de 4 a 6 de dezembro de 2023, especialistas para aprofundar a discussão sobre um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade: as mudanças climáticas e seus impactos nocivos na saúde humana e animal e no meio ambiente. O evento, que é realizado a cada dois anos, aconteceu no Centro Universitário das Américas (FAM), na cidade de São Paulo, e foi transmitido online para os participantes inscritos. Todas as sessões ficarão disponíveis no canal de Youtube do CRBio-01. As inscrições para os participantes presenciais e online foram gratuitas. O 26º ConBio contou com palestras, mesas-redondas, apresentações de trabalhos científicos, exposição de fotos, exibição de um filme e premiações. Na sessão Bio Talks, sete Biólogos falaram sobre as suas trajetórias profissionais. Houve também nove minicursos práticos e teóricos. (veja a programação)



Prêmios

O Prêmio Bertha Lange de Morretes agraciou os melhores trabalhos científicos submetidos na modalidade “vídeo”. A Comissão Científica avaliou durante o evento os vídeos e arguições orais dos autores e escolheu os três vencedores em cada categoria (graduação e pós-graduação), que ganharam prêmios de R\$ 3 mil (1º lugar), R\$ 2 mil (2º) e R\$ 1 mil (3º).

Na categoria graduação, venceu o trabalho “Redes sociais como ferramenta de divulgação científica sobre nanotecnologia com alunos do Ensino Fundamental

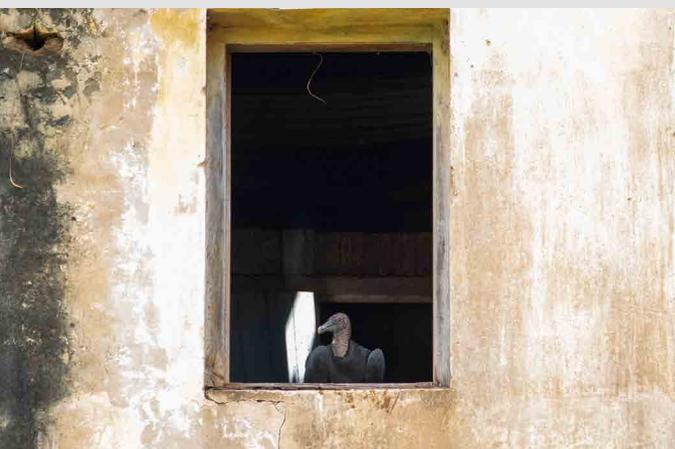
II”, de Emanuele R. Cera e Cristiéle da Silva Ribeiro, da Unesp-Feis.

Victor Hugo R. Romanato, André R. Fukushima, Mayara R. Silva, Leonardo R. de Paula, Guilherme M. Ribeiro e Lorena de P. Pantaleon, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, ficaram em 2º, com “Efeitos da exposição de ratas à toxina botulínica A durante a gestação no desenvolvimento locomotor da prole”.

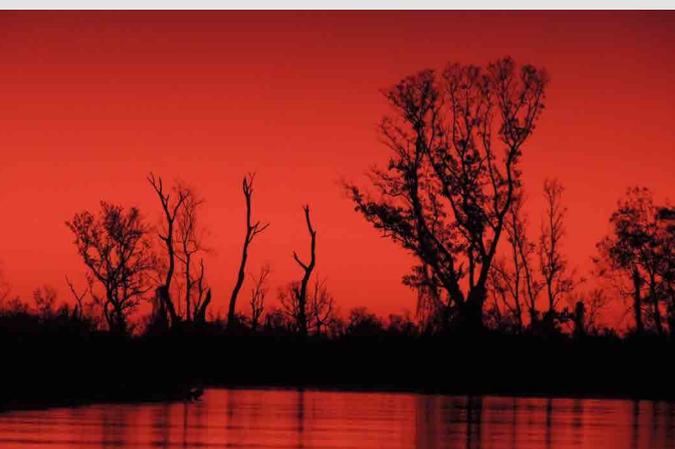
Gabriela E. da Silva, Fernanda A. Pires, Eduardo F. Mendes e Ernandes S. Oliveira Jr., da Unemat, ficaram em 3º com “Desvendando as



“Eu prefiro viver em cores!”



“Um novo morador da FEENA”



“Pantanal sangrando”

dia R. Barcelli, da UFSCar, ficou em 3°.

Entre os trabalhos em banner, não agraciados com o Prêmio Bertha, venceu “Diversidade de plantas aquáticas em um corpo hídrico hiperstacional (Baía Mal-Assombrada), Cáceres, MT”, de Fernanda A. Pires, Felipe Rafael de Oliveira, Gabriela E. da Silva e Wilkinson L. Lázaro, da Unemat.

Em 2°, “A influência do pulso de inundação na dinâmica da *Cercomacra melanaria* (aves: *Thamnophilidae*) na estação ecológica de Taiamã, Pantanal”, de Anna Carolina M. de Souza, Breno D. Vitorino, Carolina Joana da Silva e Angélica V.B. da Frota, da Unemat.

Em 3° lugar, ficou “Controle fotoinibitório de *Salvinia molesta*”, de Caio de A. Santos, da Universidade Mackenzie. O 7° Concurso de Fotografia do CRBio-01 premiou as melhores fotos, escolhidas por meio de votação entre os participantes presenciais do 26° ConBio, com R\$800 (primeiro colocado), R\$600 (segundo) e R\$400 (terceiro).

A grande vencedora foi Natália Ferreira Torello Vieira, com a foto “Eu prefiro ver em cores!”. Em segundo lugar, ficou Arthur Bruck com “Um novo morador da FEENA”, e em terceiro, Patricia Vieira Proto com a foto “Pantanal sangrando”.

mudanças climáticas: experimentos didáticos como ferramentas para sensibilização ambiental”.

Na categoria pós-graduação, o vencedor foi “*Knockdown* do gene CDH em *zebrafish* determina o seu papel na diferenciação terminal dos hormônios”, de Bianca Helena V. Fernandes, Luciani R. Carvalho e Calum MacRae, da USP.

Em 2° lugar, “Comportamento reprodutivo de *Bothrops sazimai* (serpentes: *viperidae*), espécie endêmica e criticamente ameaçada, em cativeiro”, de Beatriz S. Mossin e Silvia Regina T. Cardoso, do Instituto Butantan. “A convivência entre cão, humano e fauna: estratégias educativas no Cerrado brasileiro”, de Cláu-

PROGRAMAÇÃO DO 26º CONBIO

1º DIA 04/12/2023

- Minicurso prático - Etologia na avaliação de xenobióticos. Lorena de Paula Pantaleon.
- Minicurso prático - Engenharia tecidual e órgãos artificiais: bioimpressão 3D. Adriana Del Monaco, Fabiana Pimentel e Luciana Dzik.
- Minicurso teórico - Efeitos antrópicos sobre os anfíbios da Mata Atlântica. Cinthia Aguirre Brasileiro.
- Minicurso teórico - Estratégias de divulgação científica na era digital. Claudia Gaigher e José Sabino.
- Minicurso virtual - Análises e visualização de dados biológicos. Rafael Soares de Arruda.
- Minicurso virtual - Doenças de plantas. Eliana Borges Rivas, Samantha Zanotta e Suzete Lanza Destéfano.
- Abertura: Solenidade e Homenagens.
- Palestra Magna - Mudanças climáticas e saúde única. Natiela Beatriz de Oliveira e Patrícia Severino.
- Mesa-redonda - Saúde única no cenário atual. Erika Hingst-Zaher, Leandro Luis Giatti e Silvia Maria Fátima Di Santi.
- Bio Talks: Maria Antonietta Castro Pivatto, Silvia Maria Fátima Di Santi e Susana Diniz.
- Minicurso prático - Ecotoxicologia aquática. Camilo Dias Seabra Pereira.
- Minicurso prático - Microscopia óptica, fluorescente, confocal, super-resolução, microdissecção a laser e eletrônica: princípios e aplicações. Thiago Pinheiro Arrais Aloia.
- Minicurso teórico - Biologia forense. Willian Nassar.

2º DIA 05/12/2023

- Apresentação de trabalho de graduação.
- Apresentação de trabalhos de pós-graduação.
- Bio Talks: Carolina Leuchtenberger, André Camilli Dias, Edison Luiz Durigon e João Batista Pinho.
- Mesa-redonda - Inteligência artificial e o futuro do mercado de trabalho. Angélica Vilas Boas da Frota, Carlos Alfredo Joly, Helder Nakaya e Luiz Carlos Thimoteo Domingues do Carmo.
- Mesa-redonda 3 - Desafios para conservação de ambientes aquáticos. Alexander Turra, Ana Marcela Bergamasco, Daniela Maimoni Figueiredo e Tatiana Neves.
- Painéis e exposição de fotos.
- Noite Cultural - Filme "Mulheres na Conservação", de João Marcos Rosa e Paula Chamorro.

3º DIA 06/12/2023

- Palestra - Mudanças climáticas e agricultura regenerativa: novas perspectivas para a Biologia. Carla Gheler Costa.
- Palestra - Soluções baseadas na natureza - SbN. Amanda Silveira Carbone e Maitê Pinheiro.
- Palestra - Empreender na Biologia. Fernanda Abra.
- Palestra - PICs (Práticas integrativas e complementares na saúde). Ana Paula de Arruda Geraldes Kataoka.
- Mesa-redonda - Conservação, restauração ecológica e sistemas agroflorestais. Fábio Henrique Comin, Fernando Tortato, Letícia Couto e Manoel Zago.
- Palestra de encerramento - Mudanças climáticas: COP 2023. Alexander Turra.
- Premiações do Prêmio Bertha e Concurso de Fotografia.
- Solenidade de encerramento e confraternização.

#MINHAFOTONOCR BIO01

FOTO: ACERVO PESSOAL DE ALLAN CLÉ PORTO



Este belo e colorido pássaro é o surucua-de-coleira (*Trogon collaris eytoni*) e foi fotografado pelo Biólogo Allan Clé Porto (@allancleporto). O surucua-de-coleira pode ser encontrado na região norte, na Floresta Amazônica, e no litoral leste do país, em algumas áreas dos estados do Espírito Santo e Bahia.

“A foto foi realizada durante uma campanha de monitoramento de avifauna no município de Conceição da Barra, no Espírito Santo, nas regiões adjacentes à Reserva Biológica do Córrego Grande”, conta o Biólogo. “É uma espécie rara, pois sofre com a degradação do meio ambiente, ficando cada vez mais restrita a fragmentos cada vez menores.”

Quer divulgar suas fotografias com o #CRBio01? Compartilhe seu trabalho com a hashtag #MinhafotonoCRBio01 no Instagram. Não se esqueça de incluir na legenda um textinho com informações sobre a espécie e o local e as circunstâncias do registro fotográfico. E informe o seu nome completo, para podermos dar o crédito.

**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
FAÇA A SUA ADESÃO AO PROGRAMA
ATÉ A DATA LIMITE DE 15/12/2024.
REGULARIZE SUA SITUAÇÃO PROFISSIONAL!**

