



NA LINHA DE FRENTE

Como os Biólogos
lideram os esforços
para combater
os efeitos do
aquecimento global

ENTREVISTA

Marcos Buckeridge conclama os profissionais
a “invadir” suas áreas de competência



O Biólogo

Revista do Conselho Regional de Biologia

1ª Região (SP, MT, MS)

Ano XIII – Nº 54 – Out/Nov/Dez 2020

ISSN: 1982-5897

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

www.crbio01.gov.br

Sede SP:

Rua Manoel da Nóbrega, 595 – Conjunto 111

CEP: 04001-083 – São Paulo – SP

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

Delegacia MS:

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

CEP: 79002-140 - Campo Grande – MS

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

Delegacia MT:

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

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

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

Diretoria

Presidente: Iracema Helena Schoenlein-Crusius

Vice-Presidente: Celso Luís Marino

Secretário: Giuseppe Puerto

Tesoureira: Maria Teresa de Paiva Azevedo

Conselheiros Efetivos (2020-2023)

Edison de Souza, Ermelinda Maria De Lamônica

Freire, José Carlos Chaves dos Santos, Luiz Eloy

Pereira, João Alberto Paschoa dos Santos

Conselheiros Suplentes

Paulo Roberto Urbinatti, Regina Célia Mingroni

Netto, Marta Conde Lamparelli, Juliana Moreno

Pina, Maria Antônia Carniello, Sérgio dos Santos

Bocalini, Ana Eugênia de Carvalho Campos

Comissão de Comunicação e Imprensa do CRBio-01:

Giuseppe Puerto (Coordenador)

João Alberto Paschoa dos Santos

Patrícia Maria Contente Valenti

Analista de Comunicação do CRBio-01 e Jornalista Responsável:

Marcela Pereira

Edição: Diagrama Comunicações Ltda-ME

(CNPJ 74.155.763/0001-48)

Reportagem e textos: Rosane Pavam

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

3 Editorial

4 Capa

18 Entrevista

26 Resenha - Livro

27 Resenha - Tese

28 Em campo

30 Grandes Biólogos Brasileiros

33 #MINHAFOTONOCR BIO01

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,

2020 foi extremamente desafiador. A pandemia do COVID-19 pôs a prova nossa capacidade de analisar, modificar e criar soluções, propostas e resoluções em uma intensidade jamais vista até o momento na história do Conselho. Foi adotado regime de escalonamento dos funcionários e serviços em *home office*, com atendimento aos protocolos sanitários e realização de reuniões e plenárias em sistema de videoconferência, e deu-se continuidade à fiscalização e ao atendimento ao público sem comprometimento de qualidade.

A comunicação do CRBio-01 intensificou as divulgações para os Biólogos sobre o funcionamento interno do Conselho, com o objetivo de facilitar o acesso aos serviços, dados e documentos essenciais para o cotidiano de quem exerce uma profissão regulamentada. Além disso, realizou divulgações do Conselho para o Portal da Transparência em modelo novo determinado pelo Tribunal de Contas da União (TCU) e divulgações que expressaram opiniões e preocupações com assuntos de grande relevância, como o andamento de pesquisas científicas e da produção de vacinas, assim como a questão das queimadas na Amazônia e no Pantanal. Para lembrar as principais ações do CRBio-01 no ano de 2020, acesse nossa série de vídeos da Retrospectiva 2020: <https://bit.ly/381hfv6>.

Nesta edição da revista *O Biólogo*, que inaugura novo projeto editorial, trabalhamos a partir do conceito de dossiê, razão pela qual os links ao final dos textos principais indicam fontes para aprofundamento. Criamos a seção *Resenhas*, que analisa publicações editoriais e teses relacionadas ao assunto principal. Na seção *Em Campo*, neste número dedicada à delicada alimentação dos animais durante os incêndios no Pantanal, trazemos a atuação de Biólogos em andamento, registrada como um diário de viagem.

Multiplicamos os podcasts e arejamos o projeto gráfico da revista. Criamos a seção *Entrevista*, na qual um grande nome da Biologia expõe seu pensamento e sua trajetória. Por meio dela, neste número, o diretor do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. Marcos Buckeridge, pioneiro nos estudos sobre a interferência das altas temperaturas sobre as plantas, nos diz que a Biologia é a principal ciência do século 21, por sua capacidade de indicar caminhos sustentáveis à manutenção da biodiversidade.

Esclarecer sobre a devastação provocada pela pecuária em áreas como o Pantanal, reflorestar as cidades e promover uma aquicultura multitrófica, que respeite o equilíbrio da vida nos rios e oceanos, são soluções a caminho, discutidas no corpo da reportagem principal. Como nunca antes, devemos nos espelhar em profissionais como o professor Sérgio Vanin, falecido em 2020 e cuja carreira, descrita em *Grandes Biólogos*, deu-se exemplarmente nos campos da pesquisa e do ensino.

Vamos prosseguir saudáveis em 2021, sem jamais esquecer de que o distanciamento social ainda será uma norma contra a intensificação da pandemia, assim como o uso de máscaras de proteção, a higienização com álcool gel e a lavagem das mãos.

Feliz 2021 a todos!

Iracema Helena Schoenlein-Crusius

Presidente do CRBio-01

O Biólogo Luiz Antonio Solino, em ação de socorro alimentar aos animais do Pantanal durante as queimadas de 2020

FOTO: DIVULGAÇÃO/ARQUIVO PESSOAL



O BOM COMBATE

Os Biólogos se armam para manter a biodiversidade diante dos efeitos devastadores do aquecimento global

O BIÓLOGO Luiz Antonio Solino Carvalho não hesitou em enfrentar as chamas que consumiram quase trinta por cento de toda a área do Pantanal em 2020, mesmo sem ter uma formação específica para se submeter a esta situação de risco. Professor da Universidade de Várzea Grande, a Univag, ele poderia ter permanecido em casa enquanto não havia aulas, mas, conselheiro da organização não-governamental Fundação Ecológica, decidiu que acudir

os animais em perigo não seria questão de escolha: “Sou Biólogo com formação em ecologia, não faria sentido deixar de acompanhar os brigadistas.”

O comportamento decidido de Solino integra-se à maneira contemporânea de compreender um ofício vital. O pesquisador de Biologia a cada dia mais se envolve na comunicação dos fatos científicos a seu público e age continuamente para interromper a sangria dos ecossistemas, pelo bem

da vida na Terra, gravemente ameaçada por mudanças climáticas oriundas do aquecimento global.

Os animais sob o fogo, constatou Solino, precisavam de água e alimento. Em situações de normalidade, não seria aconselhável que eles impusesse qualquer dieta senão a de uso. Mas se a comida havia deixado de existir à volta, o que mais seria possível fazer? “Muita gente relativizou esses incêndios que destruíram biomas. Mas vi centenas de animais no fogo, jabutis e antas, até aqueles que não causam grande empatia no público, como as serpentes. E as raras araras azuis, que perderam o alto das palmeiras onde habitualmente se reproduzem, devem levar no mínimo quinze anos para restabelecer toda a sua população. As proporções do desastre foram imensas, e talvez só depois de um ano de sua ocorrência tenhamos dados mais precisos sobre o que definitivamente perdemos”. A catástrofe dos incêndios no Pantanal tem responsáveis. Especula-se que eles possam estar entre os proprietários de fazendas que incendiaram seus terrenos e aqueles vizinhos aos de seu domínio, de modo a aumentar a área de cultivo. Mas esses nomes ainda precisam ser identificados pela Polícia Federal. E há igualmente culpados pela degenera-

ção dos ecossistemas entre aqueles que cultivam em área francamente desfavorável e irregular ou utilizam insumos inadequados para a pecuária. Gado, carvão, cana e soja estão por trás de um desmatamento milionário na região. O gado emite gás metano na atmosfera, aumentando a temperatura. Intensifica a degradação da vegetação e o assoreamento de nascentes de água. A siderurgia, a cana-de-açúcar e a soja aliam-se à pecuária nesse cenário.

Desde 1995, a destruição do bioma sugere a existência do fenômeno do “boi desmatador” no Pantanal. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama), 58 nomes receberam, nos últimos 25 anos, autuações acima de R\$ 1 milhão, a partir de uma apuração do observatório do agrogócio brasileiro De Olho nos Ruralistas. A relação dos grandes infratores tem no topo uma empresa voltada para a pecuária, a BR-PEC, que recebeu uma multa de cerca de R\$ 58 milhões, quase quatro vezes o valor da segunda maior penalidade. A empresa, que contesta a sanção, é ligada ao BTG Pactual, do banqueiro André Esteves. Na lista total estão outros pecuaristas, produtores de grãos, criadores de cavalos, siderúrgicas e fabricantes de carvão vegetal.

NOVO RETROCESSO CLIMÁTICO

No dia 8 de dezembro de 2020, o Brasil apresentou ao Acordo de Paris sua nova meta climática, que permitirá ao país emitir 400 milhões de toneladas de gases do efeito estufa a mais do que o previsto na meta original. Entre 2018 e 2019 o país já aumentara a emissão de gases em dez por cento, principalmente por conta das queimadas na Amazônia, tornando-se o sexto maior produtor de carbono do mundo, quando em 2018 era o décimo-quarto.

Presidente do Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (Proam), Carlos Bocuhy considerou a nova meta um “retrocesso climático”. O Brasil aderiu ao acordo em 2015, durante a Conferência sobre as Mudanças Climáticas da ONU, que estabeleceu o objetivo de manter



“Dependemos muito da agricultura para sobrevivência econômica, e se a temperatura subir mais, não se tem capacidade de prever a reação da produção agrícola.”

Carlos Bocuhy

a temperatura do planeta com uma elevação “muito abaixo de 2 graus centígrados”, mas perseguindo esforços para limitar o aumento de temperatura a 1,5. “É um retrocesso o que acontece agora, por meio desta meta irrisória para conter o aquecimento global”, disse Bocuhy. Segundo o presidente do Proam, o aquecimento global representa



“A Terra enfrenta seu sexto grande evento de extinção, com taxas de perda de espécies crescendo rapidamente tanto nos ecossistemas terrestres como marinhos”

W. Steffen

um problema para o Brasil em diversas escalas. “Dependemos muito da agricultura para sobrevivência econômica, e se a temperatura subir mais, não se tem capacidade de prever a reação da produção agrícola.” O Observatório do Clima, rede de 56 organizações da sociedade civil, publicou, no dia do anúncio da nova meta climática, uma nota classificando-a como “in-

suficiente e imoral” no âmbito do Acordo de Paris, de neutralizar as emissões de gases causadores do efeito estufa até 2060. “A redução de 43% nas emissões em 2030 não está em linha com nenhuma das metas do acordo, de limitar o aquecimento global a menos de 2°C ou a 1,5° C. Ela nos levaria a um mundo cerca de 3°C mais quente se todos os países tivessem a mesma ambição”, ressalta a nota da rede. O Brasil ficou de fora da Cúpula da Ambição Climática 2020, evento com a participação de 70 países e a União Europeia que serviu como uma preparação para a Conferência sobre Mudanças Climáticas (COP 26) a se realizar em Glasgow, Escócia, entre 1º e 12 de novembro de 2021.

Enquanto isto, a comunidade científica internacional mobiliza-se para barrar ações predatórias causadoras do efeito estufa e com potencial para inviabilizar a vida na Terra em breve tempo. O relatório “O Custo Humano dos Desastres 2000-2019”, elaborado pelo Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres, alertou em 10 de outubro de 2020 que as mudanças climáticas quase dobraram a ocorrência de desastres naturais nos últimos vinte anos. O documento antecipa a realização

da CDB COP15, a 15ª reunião da Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre a Biodiversidade, entre 17 e 30 de maio de 2021 em Kunming, na província de Yunnan, China. A CDB foi acordada na Cúpula da Terra no Brasil, em 1992, com três objetivos: a conservação da biodiversidade, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa dos benefícios decorrentes do uso dos recursos genéticos. Cerca de 195 países, o Brasil incluído, e a União Europeia são parte do acordo. Apenas os Estados Unidos e a Cidade do Vaticano não ratificaram a convenção. Neste momento, os participantes da CDB estão divididos de forma bastante equilibrada sobre se devem ou não estabelecer uma meta de alto nível a ser atingida até 2030, como status geral de biodiversidade. Alguns acreditam que isso ajudaria. Outros dizem que distrairia do trabalho de implementação de algo que está sendo chamado de “Estrutura Global de Biodiversidade Pós-2020”, isto é, a atribuição dos países, individual e coletiva, na próxima década e daí para frente, para colocar a humanidade no rumo de uma vida “em harmonia com a natureza” até 2050. Por enquanto, como prova o relatório sobre as catás-



A UM PASSO DO DESERTO INABITÁVEL

A ocorrência de desastres climáticos quase duplicou nos últimos 20 anos em relação às duas décadas anteriores

DÉCADA 2000 A 2019

Desastres naturais	7.348
Pessoas afetadas	4,2 bilhões
Mortos	1,23 milhão
Prejuízos	2,97 trilhões de dólares

DÉCADA 1980 A 1999

Desastres naturais	4.212
Pessoas afetadas	3,25 bilhões
Mortos	1,19 milhão
Prejuízos	1,63 trilhão de dólares

Fonte: O Custo Humano dos Desastres 2000-2019, relatório do Escritório da ONU para Redução do Risco de Desastres



trofes ambientais, os líderes mundiais fracassaram na tentativa de evitar que a Terra se torne um “inferno inabitável” para milhões de pessoas. Ao menos 7.348 desastres naturais ocorreram entre 2000 e 2019, o que resultou na perda de 1,23 milhão de vidas e afetou 4.2 bilhões de pessoas, além de custar à economia global em torno de 2,97 trilhões de dólares. Segundo o relatório, as últimas duas décadas viram o número de desastres causados pelo clima extremo quase duplicar. Os quase 3 trilhões de dólares em perdas na economia global causadas por essas ocorrências são quase o dobro do total registrado nas duas décadas anteriores. “Somos obstinadamente

destrutivos. Essa é a única conclusão a que podemos chegar”, disse Mami Mizutori, representante especial do Secretariado-Geral da ONU para Redução do Risco de Desastres, ao divulgar os resultados do estudo. A piora das enchentes e as tempestades são as responsáveis por 80 por cento do total de desastres entre 2000 e 2019. Foram registrados também aumentos significativos na ocorrência de secas, incêndios florestais e ondas de calor. De acordo com o texto, o calor extremo se torna cada vez mais mortal, ao lado de terremotos e tsunamis. Em 2018 (veja entrevista com o professor Marcos Buckridge à pág 18), o relatório “Um Grau e Meio”, publi-

cado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), já havia alertado sobre a necessidade de manter a temperatura em níveis menores, pelo bem do comportamento climático, da biodiversidade e da produção de alimentos. O relatório sobre as catástrofes ambientais dos últimos 20 anos se baseia em estatísticas do Banco de Dados de Eventos de Emergência, que registra todos os desastres a fazer dez ou mais vítimas, a afetar mais de cem pessoas ou a resultar em uma declaração de estado de emergência. Segundo os dados, a maior parte dos desastres naturais nos últimos anos ocorreu na Ásia, com 3.068 ocorrências, seguida das Américas, com



“Nós já desmatamos 1 milhão de metros quadrados ali, cerca de 800 mil quilômetros, mais de três vezes o estado de São Paulo, e a Amazônia tem uma produtividade agrícola que é de um quarto a um quinto da produtividade agrícola do estado de São Paulo.”

Carlos Nobre

1.756, e África, com 1.192. Na análise por país, a China está no topo da lista, com 577 eventos, seguida dos Estados Unidos, com 467.

“A humanidade é simultaneamente objeto e sujeito das mudanças avassaladoras de grande aceleração”, conforme atesta o artigo “Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico”, do historiador José Corrêa Leite: “A população duplica em 50 anos, mas a economia global multiplica-se 15 vezes, a produção de petróleo 3,5 vezes e a porcentagem de pessoas vivendo nas cidades passa de 30% para mais de 50%.” Nas últimas cinco décadas, os seres humanos mudaram os ecossistemas mundiais mais rápida e extensivamente do que em qualquer outro período compará-

vel da história humana. “A Terra enfrenta seu sexto grande evento de extinção, com taxas de perda de espécies crescendo rapidamente tanto nos ecossistemas terrestres como marinhos”, como escreve W. Steffen em seu livro “The anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature?” (O antropoceno: os seres humanos estão agora oprimindo as grandes forças da natureza?), de 2007. “A concentração atmosférica de diversos gases do efeito estufa importantes aumentaram substancialmente e o planeta está aquecendo rapidamente. Mais nitrogênio está sendo agora convertido da atmosfera em formas reativas pela produção de fertilizantes e combustíveis fósseis que por todos os processos naturais nos ecossistemas terrestres juntos.”

O DESASTRE PECUÁRIO

No Pantanal, houve ainda o problema hídrico, causado pela construção de hidrelétricas durante os últimos anos. “O efeito disso é que a água não chega onde deve chegar. O volume do rio Paraguai diminuiu. Querendo ou não, o desmatamento ocorreu, e também a agricultura, infelizmente onde não deveria ter havido”, atesta o professor Solino, que é

representante do CRBio-01 no Fórum Mato-Grossense de Mudanças Climáticas e conselheiro municipal de Meio Ambiente da Prefeitura de Cuiabá. “O gado é a mesma coisa. A pecuária aumentou na região e, conseqüentemente, a quantidade de gases emitidos pelo boi, principalmente o metano, mais grave até que o gás carbônico, resultou no aquecimento da temperatura que devastou os biomas.” Em dezembro de 2020, em entrevista ao jornal “O Estado de S. Paulo”, o climatologista Carlos Nobre alertou para o fato de que, ao prosseguir o desmatamento sem reflorestamento, a Amazônia, por exemplo, se transformará numa espécie de cerrado em vinte anos. “Nós já desmatamos 1 milhão de metros quadrados ali, cerca de 800 mil quilômetros, mais de três vezes o estado de São Paulo, e a Amazônia tem uma produtividade agrícola que é de um quarto a um quinto da produtividade agrícola do estado de São Paulo. Se você compra carne e ela veio da Amazônia, quanto foi responsável pelo desmatamento? Muito. Se todo o paulistano exigisse a rastreabilidade da carne, diminuiria em 50% o desmatamento da Amazônia, porque os desmatadores ilegais perderiam mercados”. Solino acredita que os Bió-

logos precisam ser ouvidos em voz alta para que esses ecossistemas (e o norte de Mato Grosso se insere na Amazônia) sejam reconstruídos em tempo recorde. Um grande problema está em conscientizar os agricultores de que o tipo de semente usado para o gado ingerir contribui para a liberação de gás carbônico. Quando as plantas, as responsáveis por fazer o sequestro de carbono, não operam bem nessa direção, o gado que se alimenta delas vai responder com o arroto e a flatulência danosos à atmosfera. O solo tem bactérias que retêm o gás carbônico, então um solo mais adequado, pesquisado por Biólogos, impediria essa liberação.

A comunicação com o agricultor, contudo, é ainda difícil de ser feita. Ele não lê artigos técnicos, que precisam ser amplamente divulgados por meio de uma linguagem de entendimento geral. “Olhe a ‘Revista Brasileira de Biologia’, por exemplo”, aponta Solino. “Atualmente, ela só publica um resumo inicial do artigo em português, e as íntegras de todos os textos vêm apresentadas em inglês. Como então esta informação vai chegar ao agricultor? É claro que há uma lógica nessa edição em inglês, a de expor as descobertas locais para a comuni-

dade científica mundial de um modo que o trabalho do autor possa ser conhecido. E o ego do pesquisador vai querer que ele seja lido no mundo... Mas e o agricultor? Desse modo ele não vai pegar essa informação que o cientista tem a dar.”

A governança, ou seja, a capacidade de encontrar os

máticas, para que o agricultor possa usar insumos que diminuam a emissão de gases. Esse projeto, que dá suporte a governos regionais e estaduais para que atinjam metas climáticas através do monitoramento de suas emissões e do desenvolvimento e seleção de trajetórias, foi concebido

FOTO: DIVULGAÇÃO/SECOM-GOVERNO DO MATO GROSSO



formadores de opinião que possam transmitir o conhecimento biológico ao agricultor e à opinião pública, precisa dar mais passos na direção de se desenvolver. Cartilhas, manuais e vídeos são meios que facilitam o acesso à informação. Em Mato Grosso, existe um projeto intitulado Trajetórias de Descarboxificação, em função das mudanças cli-

por Biólogos, agricultores e conselheiros do Fórum de Políticas Ambientais Sistemáticas do Estado. “Eu participei dele e vi: é muito interessante observar como se pode criar um gado que vá impactar menos o meio ambiente”, diz Solino. No Pantanal, o gado sofre muito, como o professor atestou durante a realização de sua pesquisa de mes-

Pecuária no Pantanal: um risco para a natureza e um sofrimento para o boi

trado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade para a Universidade de Mato Grosso (UFMT), intitulada “Padrões de distribuição de girinos anuros no Pantanal Mato-Grossense, região de Poconé” e concluída em 2008. “O gado fica num pasto que durante a seca nem sempre está muito bom. E se a gente considerar que setenta por cento do Pantanal são compostos de água nos períodos de inundação, quando chove o gado precisa procurar outro lugar onde ficar.” São períodos nos quais o boi emagrece muito e dorme pouco, em função do aumento da quantidade de mosquitos. “Durante meu mestrado, andei na seca e na cheia dentro de algumas fazendas. Na cheia eu via o pasto todo lotado de água, e o gado, refugiado em pequenas ilhas, que chamamos

de cordilheiras. Nelas não há capim e o gado se estressa. É claro que existem regiões mais tranquilas no Pantanal, onde não ocorre tanta inundação. Mas, em geral, o boi sofre muito por isso”, atesta o pesquisador. “O transporte, a energia, o tipo de ração, todos estes dados têm de ser considerados pelo pecuarista. Quanto mais área íngreme, pior para o gado, porque ele vai exercer atividade física redobrada, produzir mais arrotos e soltar mais gás metano. O sistema digestório do boi é feito a partir da associação com bactérias existentes no seu organismo. Sozinho, ele não digere os vegetais, exatamente como acontece conosco. E são as bactérias no boi as responsáveis por liberar o metano. Ele emitirá menos gases conforme o tipo de capim que ingerir. A grande pes-

quisa feita hoje pelos Biólogos se dá sobre o solo. Porque a depender da planta que estiver na terra, haverá maior ou menor liberação do gás para a atmosfera.”

REFLORESTAMENTO URGENTE

Um estudo feito a pedido da Convenção da Diversidade Biológica e divulgado em outubro passado indica que 30 por cento das áreas de vegetação natural convertidas em fazendas no mundo todo poderiam ser restauradas sem afetar a produtividade agropecuária, salvando da extinção 72 por cento das espécies ameaçadas. O trabalho definiu as áreas prioritárias para que esses números se concretizem. O custo-benefício de regeneração desses terrenos, porém, varia conforme a região, e a pesquisa apontou onde estão aquelas em que a recuperação de vegetação natural custa menos e traz mais benefícios. Os números mostram que o Brasil, conforme esperado, poderia se tornar uma potência da restauração de ecossistemas. A meta proposta, além de proteger a natureza e salvar potencialmente quase 400 mil espécies terrestres, ajudaria a capturar cerca de metade de todo o carbono jogado na atmosfera nos

FOTO: FREEPIK



últimos dois séculos. Liderado pelo geógrafo brasileiro Bernardo Strassburg, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, o trabalho que calculou esses números reuniu 27 cientistas de 12 países e deve subsidiar as negociações no encontro da CBD em 2021 para a adoção de medidas de médio prazo (2030) e de longo prazo (2050). Para chegar a suas conclusões, os cientistas cruzaram mapas mundiais da agropecuária com dados de espécies ameaçadas compiladas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Em seguida compararam o resultado com o custo de restauração em cada bioma.

As áreas prioritárias globais definidas concentram-se sobretudo em países de clima tropical. Os pesquisadores compararam a diferença entre escolher 30 por cento de áreas prioritárias em todo o mundo e optar por essa mesma porcentagem dentro de cada país. O custo-benefício da segunda solução não pareceu tão bom quanto o da primeira, razão pela qual seria preciso haver negociação diplomática para que os países tropicais fossem compensados por recompor vegetação natural. Uma tarefa nem tão impossível de ser realizada, acredita-se, até 2050. Em

números absolutos, isso significaria a restauração de 860 milhões de hectares, uma área similar a de todo o território do Brasil.

Segundo Strassburg, o Brasil poderia aproveitar o peso diplomático que ainda possui na área ambiental para fazer o acordo avançar. O agronegócio nacional não só não perderia dinheiro como poderia lucrar caso os produtores que investissem em restauração da vegetação natural recebessem pagamentos por serviços ambientais. “A pecuária no Brasil tem baixa produtividade, em média um boi por hectare, enquanto poderia ter três. Isto significa que toda a produção caberia em um terço da área usada”, disse Strassburg à época de divulgação do relatório. “Como a pecuária representa 75 por cento do que se desmatou no país, seria possível expandir bastante a agricultura, as culturas de soja e cana, por exemplo, para dentro das áreas de pastagens ao longo das próximas décadas. E liberar grande área para restauração, sem desmatar nenhum hectare.” No Brasil, a maior parte dos terrenos com vocação para recuperação está na Mata Atlântica, com maior proporção de área devastada. A Amazônia também é grande candida-

ta a restauração e pode dar sua contribuição na captura de carbono. E mesmo o Pantanal, um ecossistema com pouca massa de vegetação, poderia ajudar a reter grande quantidade de carbono no solo.

O professor Luiz Antonio Solino lembra que o Brasil fundou o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) em 2000. A legislação criou unidades de conservação, como os parques nacionais. Monumento natural, reservas biológicas e reservas extrativistas passaram a formar outras categorias. Entre elas, uma é de área privada, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Um proprietário ou uma organização não-governamental podem se responsabilizar por ela. A RPPN é vitalícia. A mudança do Código Florestal em 2012 permitiu que vários agricultores ilegais até 2008 se tornassem

PODCAST

Luiz Antonio Solino Carvalho, professor da Universidade de Várzea Grande, a Univag, detalha aqui por que considera as Ciências Biológicas essenciais na luta contra os efeitos do aquecimento global.



CLIQUE E OUÇA

legais. Bilhões em multas e compensações ambientais foram aplicadas.

Porém, as reservas legais não são seguidas à risca em Mato Grosso. “O que acontece? Vamos observar a Amazônia Legal, que não é o mesmo que o bioma amazônico. A Amazônia Legal são todos os estados cujo território abrange o bioma Amazônia. Mato Grosso tem, além do Cerrado e do Pantanal, a Amazônia em sua parte setentrional. O estado é então considerado pertencente à Amazônia Legal”, conforme o professor Solino relata. “Vamos supor que o proprietário tenha uma área de reserva no Cerrado. Ele vai cumprir a legislação da Amazônia Legal. Dentro da área florestada, ele está obrigado a deixar, por lei, oitenta por cento de reserva legal. E o proprietário só terá au-

torização para usar 20 por cento da floresta. Porém, muitas vezes, o proprietário conseguirá fazer um cadastro dizendo que aquela área não é floresta, é uma outra fisionomia. É claro que ele vai contratar uma pessoa para forjar esse laudo. Na prática, seria interessante deixar 80 por cento de áreas livres nas fazendas, mas não é o que a gente vê. E às vezes essa área já foi degradada em 2004, por exemplo, o que desobriga o fazendeiro a recompor os 80 por cento exigidos.”

A SOLUÇÃO URBANA

Diante das dificuldades no campo, parece ser importante voltar-se às populações urbanas, adensando nelas o trabalho informativo. Neste sentido, o Brasil tem recebido seus Biólogos-divulgadores de braços abertos. Fabiano Soares é um dos mais bem-sucedidos profissionais da área. Biólogo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), ele iniciou mestrado em Farmacologia na Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, mas trancou o curso para empreender. Soares trabalha com controle de pragas urbanas e manejo de animais sinantrópicos, como morcegos e pombos. Além disso, faz sanitização

de ambientes, serviços de limpeza de estofados para controle de ácaros e limpeza e desinfecção de reservatórios, além de emitir laudos e pareceres técnicos no ambiente urbano de Porto Alegre, onde mora. Em janeiro de 2020, ele iniciou o projeto de seu canal no youtube, Biólogo Zero. “O que me motivou a produzir conteúdos foi observar a lacuna de mercado que os Biólogos deixam de ocupar no ambiente urbano. Nas cidades há muitas demandas que precisam do nosso conhecimento.”

Para o Biólogo Marcos Silveira Buckeridge, presidente do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, pesquisador pioneiro no país sobre o efeito do aquecimento global nas plantas e autor de relatórios sobre o assunto para o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), o denominador comum no futuro será mesmo a vida nas cidades. Até 2030, ele certifica que 90% da população mundial habitarão os centros urbanos. E será preciso adaptar-se a essa mudança: “Sempre vai existir o mundo rural. A produção de comida está fora, não está dentro. Mesmo assim, pode-se produzir comida dentro da cidade, área onde o Biólogo pode e deve entrar. Edifícios vazios serão preen-



CLIQUE E OUÇA

PODCAST

A urgência de empreender a informação

Em entrevista, o Biólogo Fabiano Soares, de Porto Alegre (RS), expõe a natureza de seu trabalho no Instagram como divulgador científico de questões urbanas

chidos com ‘fazendas’, porque custará menos. E será mais sustentável fazer isso, porque o custo de transporte diminuirá enormemente, entre outras razões. Reflorestar as cidades significará um escudo para os efeitos das mudanças climáticas.” Buckeridge vê mais possibilidades de adaptação. Ele imagina que logo surgirá um desenho de arborização urbana que permita a produção de vapor de água para combater os efeitos muitas vezes fatais das ondas de calor. Segundo a FAO, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, um terço da comida do mundo é desperdiçado. “Um terço, dá pra imaginar? E este terço você ainda divide em três. Um terço deste terço é perdido no campo, na colheita, nos processos agrônômicos. O outro terço, no transporte, e o outro, no consumo. Se nós conseguirmos redesenhar os sistemas, usando a Biologia, a Engenharia e a Agronomia nesses esforços, e dando ao Biólogo um papel fundamental, diminuiremos esse desperdício e contribuiremos para mitigar os efeitos do aquecimento global. Uma medida de adaptação que faria um papel importante na mitigação do problema de abastecimento, pois diminuiria a pressão sobre o campo.”

Impressora de órgãos, um caminho para a obtenção da “carne sintética”

FOTO: REPRODUÇÃO DE INTERNET



O SONHO DA CARNE SINTÉTICA

Em que deveríamos aplicar mais pesquisa, na visão de Buckeridge? Para ele, alcançar a “carne sintética” seria um objetivo, produzido por meio da Biologia celular. Em um futuro que talvez esteja próximo, ele acredita que o restaurante poderá “imprimir” o bife na forma pedida pelo cliente. Isto poderá ser conseguido por meio das impressoras de órgãos e células. A célula-tronco se repete e forma vários tipos de tecido diferentes. “Isto não tem como não existir”, garante Buckeridge. “Logo as impressoras de órgãos começarão a atuar. Você precisa de um rim novo? Eu tiro umas células de amostra do seu rim defeituoso e o refaço para você. No Instituto de Biociências da USP e em Ribeirão Preto já existe uma impressora dessas. O bife sintético exercerá um papel mui-

to importante, porque evitará emissões devidas ao ‘uso da terra’. Quando você modifica a floresta, o ambiente, quando você abre um pasto gigante para o boi passar, emite muito gás carbônico. Quanto menor o uso da terra, maior a sustentabilidade.”

A carne sintética não é ainda uma realidade em restaurantes. Mas a evolução da tecnologia computacional, que vinha crescendo num ritmo linear, agora entrou em fase exponencial, o que poderá garantir a aceleração desse produto, segundo acredita Buckeridge, bem antes do imaginado. Ray Kurzweil, cientista da computação com títulos de doutor *honoris causa* por diferentes universidades, inventor com significativa lista de patentes, como o primeiro dispositivo de reconhecimento de voz, hoje popularizado por recursos como Siri e Alexa, afirma

A aeroponia, uma solução que expõe as raízes da batata, regadas por meio de um sistema nutritivo de gotejamento, adapta-se à vida nas cidades e favorece a biodiversidade



em seu livro “A singularidade está próxima” (Iluminuras, 2018) que ainda nesta primeira metade do século 21 a inteligência artificial superará a humana. E a Singularidade, termo criado por ele, terá então acontecido. “Como a tecnologia cresce exponencialmente, não mais linearmente, o que antes levava 60 anos para ser criado agora está levando dez”, calcula Buckeridge. “O bife já foi feito, mas é uma questão de aperfeiçoamento. Uma vez que a coisa dá início, não tem como não crescer. Está aí uma função para o Biólogo exercer. O bife de carne artificial é coisa de Biólogo”, diz. “Outro ponto importante para a mudança climática é o material que a gente usa para a construção. Um dos grandes emissores de gás carbônico, e que forma o efeito estufa, é a produção de cimento. Nós temos de descobrir novos materiais para substituí-lo, na linha do bife

sintético. Novos materiais já existem, apenas precisamos escolher quais. São soluções baseadas na natureza, uma tendência muito forte entre os pesquisadores da Europa, nossa mãe. Eles começaram primeiro, então é difícil alcançá-los. Possivelmente serão eles a selecionar o material que lide melhor com a temperatura e o nível de emissão de gás.” Todos estes estudos se relacionam à vida nas cidades. “Pode ser que esse ciclo de urbanização se reverta, mas no momento as cidades médias só aumentam. As grandes chegaram a um nível alto de ocupação e teremos de arrumar novas formas de alimentar a população, que só poderão vir por meio da sustentabilidade.” Segundo o Biólogo, quem faz bem essa produção de alimentos urbanos são os japoneses. Eles produzem alimento na cidade porque se ocorrer um terremoto e a comida não puder entrar, eles esta-

ção protegidos, e as pessoas terão o que comer a partir da produção interna.

Há dez anos, as empresas espanholas Newco (Sociedade para Transferência da Tecnologia em Batata) e Neiker-Tecnalia (Instituto Vasco de Investigação e Desenvolvimento Agrário) apresentaram uma técnica denominada aeroponia, ou “cultivo no ar”, que possibilitou a produção de batatas sem terra, deixando expostas suas raízes. O sistema evita a incidência de enfermidades provenientes do solo, além de economizar água e fertilizantes. A produção ocorre dentro de uma espécie de caixa, que funciona como uma estufa em total escuridão, reproduzindo as características do meio abaixo da terra. Um sistema de nebulização, à base de energia elétrica, pulveriza as raízes expostas com uma solução aquosa contendo todos os micros e macronutrientes necessários ao crescimento das plantas. O tempo de nebulização varia entre 15 e 60 segundos, de acordo com o ciclo da cultura e o clima da região onde se está cultivando.

“Um sonho seria fazer em São Paulo, por exemplo, um prédio inteiro de plantação de batatas deixando-as nascer penduradas nas raízes, com um sistema que jogasse nelas os nutrientes e a água na forma de gotículas”,

diz Buckeridge sobre esse sistema de produção de um alimento que, essencial ao brasileiro, teve o preço aumentado em 50 por cento no segundo semestre de 2020, devido à inflação. “Com a adoção da aeroponia, a batata cresce bem mais do que em terra, mas nem com todas as plantas dá para fazer assim. O sistema não funciona com café, cana ou soja, por exemplo, que ainda exigem grandes plantações. Nestes casos, temos de trabalhar para tornar as plantas megaprodutivas, de modo a diminuir a terra utilizada.”

AQUICULTURA, O GRANDE CAMINHO

Na água reside igualmente nosso potencial de sobrevivência. “O estoque de gás carbônico do planeta está nos oceanos. Se ele está lá, estamos tranquilos”, como lembra o pesquisador Luiz Antonio Solino. Mas é preciso agir em relação à água com a mesma mentalidade sustentável no trato com a terra. Professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Caunesp) e diretora da Sociedade Mundial de Aquicultura entre 2015 e 2018, a Bióloga Patricia Moraes Valenti lembra a dificuldade de alimentar bilhões de pessoas no futuro. “De

onde virá a fonte de proteína para elas? Da água, porque é mais eficiente produzir organismos aquáticos.”

Valenti estuda a sustentabilidade dos sistemas integrados de aquicultura, mais conhecidos como multitróficos. A aquicultura multitrófica consiste no cultivo de várias espécies com funções ecológicas complementares. É necessário conhecer a biologia do animal para introduzi-lo nesse sistema. Por exemplo: o camarão é um animal bentônico, alimenta-se no fundo do viveiro de restos de ração e resíduos fornecidos para o peixe na coluna d’água. Nesse mesmo sistema, podem-se adicionar outras espécies, como a ostra e o pepino-do-mar. Ou, nos sistemas de água doce, o curimbatá. Trata-se de uma bioengenharia em que aqueles que comem na superfície, em níveis tróficos mais altos, alimentam os animais de níveis tróficos mais baixos. Assim, a água volta mais limpa para o meio ambiente, garantindo uma aquicultura mais sustentável.

O Brasil possui 12,5% das reservas de água doce superficiais do planeta (sem contar os Aquíferos Guarani e Aquífero Grande Amazônia). Além disso, segundo a Marinha, o Brasil possui 7,4 mil quilômetros de cos-

ta. E tem sob sua jurisdição 3,5 milhões de quilômetros quadrados de espaço marítimo, que somente o país pode explorar economicamente. Apesar de tudo isso, o país “cresceu de costas para o mar”, como a Bióloga diz.

O Oceano Atlântico tem recursos vitais para a econo-



“Um sonho seria fazer em São Paulo, por exemplo, um prédio inteiro de plantação de batatas deixando-as nascer penduradas nas raízes, com um sistema que jogasse nelas os nutrientes e a água na forma de gotículas”

Marcos Silveira Buckeridge

mia das nações costeiras. Mas se vê sob crescente pressão devido à superpopulação, mudanças climáticas, sobrepesca e poluição. A aquicultura é uma maneira eficaz de produzir mais alimentos a partir do oceano. Porém, para ser mais sustentável, deve se expandir para além das pisciculturas e incluir espécies de níveis tróficos baixos, que possuem pequeno impacto ambiental.



FOTO: REPRODUÇÃO/AQUAVITAE

Macroalga criada em tanque multitrófico no Oceano Atlântico, dentro do projeto AquaVitae: 8 milhões de euros para prover alimentos seguros e saudáveis

Financiado pelo Horizonte 2020, o projeto AquaVitae (aquavitaeproject.eu) objetiva aumentar a produção de espécies de baixo nível trófico de forma sustentável. Essas espécies são representadas pelas plantas e animais de níveis tróficos mais baixos da cadeia alimentar, tais como macroalgas, ostras, mexilhões, ouri-

ço-do-mar, pepino-do-mar, abalone e tambaqui, que podem ser cultivadas de diferentes formas para contribuir com o desperdício zero. O AquaVitae, com investimento de 8 milhões de euros, tem como objetivo gerar tecnologia para produzir alimentos seguros e saudáveis, desenvolver novos biossensores para melhorar a produtividade, analisar a rentabilidade dos produtores aquícolas, prover aconselhamento sobre política e governança e construir uma comunidade ao longo do Atlântico. De norte a sul, leste a oeste, 35 parceiros de quatro continentes trabalham juntos para revelar o potencial da aquicultura sustentável no oceano. No Bra-



“O animal do fundo, que é o mais tônico, casos do camarão e do pepino-do-mar, não atrapalha o de cima, pelo contrário. Ele come seus resíduos, suas fezes, e com isso faz a limpeza do fundo. Há um peixe brasileiro igualmente tônico, o curimatá, que se alimenta do lodo e equilibra o sistema.”

sil, juntamente com a Unesp, participam também deste projeto a UFSC, a Universidade Federal do Rio Grande (UFRG), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a fazenda Primar Aquicultura Orgânica. Para um projeto de aquicultura ser sustentável, ele deve ser concebido com base em três pilares da sustentabilidade (o econômico, o ambiental e o social), para os quais foram desenvolvidos indicadores há 19 anos. Quando um projeto de aquicultura é planejado, devem ser previstas as externalidades que podem ser positivas ou negativas ao calcular o impacto que determinada atividade terá sobre o ambiente e a sociedade. Vamos tomar como exemplo o manguezal. “O marisqueiro aprendeu com o pai, que aprendeu com o avô, a tirar o marisco de um determinado modo naquela área. E então, uma fazenda é instalada ali e ele tem

de andar quilômetros para pegar mariscos em outro lugar. Esta fazenda, portanto, criou um impacto social, uma externalidade negativa para aquele ambiente. Dizem que a fazenda vai gerar emprego, mas quem disse que o marisqueiro vai conseguir fazer seu trabalho com bota e capacete, como exige a fazenda? Se a cultura dele está impactada, será preciso encontrar outras compensações.” E então surgem, a partir daí, sistemas de compensação. Como exemplo, podem ser previstos, desde a concepção do projeto, uma taxa ou um imposto destinados a construir uma escola, um posto médico ou algo benéfico para aquela população socialmente afetada, de modo a compensar essa externalidade negativa. Os sistemas de produção do século XXI deverão considerar a biodiversidade, o meio ambiente, o impacto social e o econômico gerados.

PODCAST

Integrante da Comissão de Comunicação e Imprensa do CRBio-01, orientadora do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Unesp e integrante do programa de pesquisa e inovação Horizonte 2020, Patrícia Maria Contente Moraes Valenti acredita ser importante o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU para que o Biólogo possa exercer seu papel, por ela entendido como fundamental para a manutenção da vida na Terra no século 21.



CLIQUE E OUÇA

AquaVitae Project Movie



CLIQUE
E ASSISTA

LINKS PARA APROFUNDAMENTO

1. Corrêa Leite, José. “Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico”: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662015000300643
2. Steffen, W. e outros. “The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?”: <https://www.jstor.org/stable/25547826?seq=1>
3. Bergier, I. e outros. “Gestão da paisagem e dos inventários de emissão de metano em sistemas inundáveis de cria e recria de bovinos no Pantanal: estudo de caso na Fazenda São Bento”: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1098938>
4. Araújo, A. e outros. “Relações entre a variabilidade da precipitação, níveis fluviais e produção de gado de corte no Pantanal”: https://www.researchgate.net/profile/Luiz_Silva38/publication/328074209_RELACOES_ENTRE_A_VARIABILIDADE_DA_PRECIPITACAO_NIVEIS_FLUVIAIS_E_PRODUCAO_DE_GADO_DE_CORTE_NO_PANTANAL_PRECIPITACAO_REGIONAL/links/5bb61fd64585153610a9f8fb/RELACOES-ENTRE-A-VARIABILIDADE-DA-PRECIPITACAO-NIVEIS-FLUVIAIS-E-PRODUCAO-DE-GADO-DE-CORTE-NO-PANTANAL-PRECIPITACAO-REGIONAL.pdf
5. Araújo, A. e outro. “Turismo nas fazendas de criação de gado do Pantanal”: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/8927/5057>
6. “Revista Brasileira de Biologia”: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0034-7108&lng=en
7. Oliveira, Naila Albertina de. e outros. “Bioimpressão e produção de miniórgãos com células-tronco”: <https://repositorio.usp.br/item/002862641>
8. Soares, F. Página Biólogo Zero no Instagram. <https://instagram.com/Biologo.zero?igshid=dauk6zov4zzk>

“A BIOLOGIA É A CIÊNCIA DO SÉCULO 21”

Diretor do Instituto de Biociências da USP, Marcos Silveira Buckeridge acredita que ao controlar os processos fisiológicos e de desenvolvimento dos seres vivos o Biólogo eliminará doenças e criará novos ecossistemas para a preservação da biodiversidade

PROFESSOR-TITULAR, livre-docente da Universidade de São Paulo e diretor de seu Instituto de Biociências desde 2018, o Biólogo Marcos Silveira Buckeridge chegou ao pioneirismo por caminhos que não pertencem à convenção. A especialidade pela qual se tornou conhecido ainda não se pronunciara quando em 1989, doutorando em bioquímica de plantas na Universidade de Stirling, na Escócia, leu um livro de John Gribbin intitulado “Hothouse Earth: The Greenhouse Effect and Gaia” (A Terra aquecida: O efeito estufa e Gaia).

A obra parecia distante de suas pesquisas anteriores, realizadas em torno do uso sustentável da biodiversidade na Mata Atlântica, na Caatinga, no Cerrado. Mas um capítulo do livro, especialmente, parecia lhe apontar um caminho novo. Nele, Gribbin, astrofísico cujas especialidades incluem física quântica, evolução humana, mudanças climáticas e aquecimento global, analisava os impactos dos aumentos de temperatura sobre a biodiversidade. Impressionado diante das informações expostas pelo cientista inglês, Buckeridge

decidiu a partir de sua volta ao Brasil, em 1995, colocar plantas nativas brasileiras em alto gás carbônico para ver como elas respondiam. Na época em que começou sua pesquisa, não havia estudos de Biólogos brasileiros sobre o assunto. Em conjunto com especialistas em fisiologia vegetal do Instituto de Botânica, ele então promoveu uma investigação que não se restringiu às plantas da Mata Atlântica, da Caatinga e do Cerrado, e se estendeu àquelas produtoras de alimento, como a soja, e de energia, como a cana-de-açúcar. Princi-



palmente, Buckeridge concluiu que o jatobá, árvore extremamente adaptada aos ecossistemas brasileiros, poderia desempenhar o papel de “faxineiro do ar”, já que uma de suas espécies, a *Hymenaea courbaril*, cresce nos ambientes ricos em gás carbônico. No mínimo, o estudo sob sua coordenação indicava que essa tarefa crucial poderia ser desempenhada por outras plantas que assim contribuiriam para diminuir os conhecidos efeitos deletérios do CO₂ na atmosfera. A descoberta do “efeito jatobá” abriu seus caminhos para outras pesquisas igualmente pioneiras, e mais recentemente este Biólogo pôde analisar a reação de plantas a combinações entre CO₂, estresse hídrico e temperatura, elucidando mecanismos fundamentais das respostas de plantas às mudanças climáticas. Naqueles anos 2000, quando o negacionismo ambiental não havia ainda se estendido às proporções internacionais hoje atestadas, Buckeridge pôde trabalhar sobre assuntos centrais até mesmo ao governo estadunidense, como a produção de etanol em substituição ao uso de combustíveis fósseis. Desde 2008, Buckeridge é diretor do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (INCT do

Bioetanol). Seu grupo desenvolveu a estrutura química da parede celular da cana de açúcar e do miscanthus, duas das mais importantes gramíneas usadas para bioenergia. Em 2010, ele foi selecionado como um dos autores líderes do “Fifth Assessment Report (AR5)”, publicado em 2014 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). Em 2017, tornou-se o único cientista radicado no Brasil a participar como autor do “Relatório Especial Um Grau e Meio” (1,5C Warming World) do IPCC, publicado em dezembro de 2018.

Em 2 de novembro de 2020, o professor, também integrante do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, onde criou e coordena o programa USP-Cidades Globais, recebeu a revista *O Biólogo* para uma conversa por whatsapp de quase três horas, na qual afirmou que a Biologia é a principal ciência do século XXI e na qual exortou os cientistas a praticá-la com o intuito mais de “invasão” que de “ocupação”. Os Biólogos, ele entende, devem apressar-se em “invadir” aquelas que são suas verdadeiras áreas de atribuição, hoje devassadas, pelo bem de sua categoria profissional e em prol da manutenção da vida na Terra. A seguir, os principais trechos da conversa.

Por que em sua opinião a Biologia é a principal ciência do século 21?

Ao longo dos séculos 18 e 19, as teorias da física desvendaram a estrutura da matéria e as leis que regem o universo. Descobriram, por exemplo, a mecânica quântica. Na química, completamos a tabela periódica dos elementos e compreende-



“Podemos dizer que os séculos 19 e 20 foram aqueles em que afloraram a física e a química. Já o século 21 deverá ser o ‘século da fusão e da síntese’, uma era em que desvendaremos os segredos da complexidade biológica, das interações entre organismos e também entre o homem e o ambiente.”

mos como os átomos interagem em reações químicas. Tudo isso nos faz hoje entender não só a Terra, com seus ciclos biogeoquímicos, mas o universo, a sua origem e o funcionamento do cosmos. A Biologia é uma espécie de propriedade emergente da física e da química cuja essência é descrita pela

FOTO: REPRODUÇÃO DE INTERNET



O jatobá, “faxineiro do ar”, baseou os primeiros estudos brasileiros, de autoria de Marcos Buckeridge, sobre a interferência das altas temperaturas nas plantas



“A agricultura ecológica dominará o planeta, diminuindo os impactos ambientais de forma nunca vista.”

matemática. Ela teve avanços fundamentais durante o século 20, com a incrível expansão e confirmação da teoria da evolução, o surgimento da bioquímica e o descobrimento do código genético. Descobrimos e aperfeiçoamos as leis que regem as interações entre os organismos, populações, comunidades e ecossistemas, ou seja, a ecologia. Podemos dizer que os séculos 19 e 20 foram aqueles em que afloraram a física e a química. Já o século 21 deverá ser o “século da fusão e da síntese”, uma era em que desvendaremos os segredos da complexidade biológica, das interações entre organismos e também entre o homem e o ambiente. Com a descoberta dos exoplanetas, e com telescópios cada vez melhores, possivelmente neste século também deveremos encontrar os primeiros vestígios de vida fora do sistema solar. Assim, do mesmo jeito que as propriedades da matéria foram descortinadas pela física e a química, a nossa grande busca agora será desvendar a natureza da vida na Terra e no Universo. Ao completar a fusão da Biologia com a computação – a bioinformática – e com a engenharia – a bioengenharia – nos tornaremos capazes de controlar os processos fisiológicos e de desenvolvimento dos seres vivos. Este con-

trole dos genomas deverá propiciar a síntese e a substituição de órgãos humanos e animais. Muitas doenças deverão desaparecer. Será possível criar novas espécies, novos ecossistemas e com isto controlar o ambiente e moldá-lo ao equilíbrio necessário para a preservação da biodiversidade. A agricultura ecológica dominará o planeta, diminuindo os impactos ambientais de forma nunca vista. No século 21, com muito custo deveremos reverter os efeitos das mudanças climáticas sobre o planeta. Aprenderemos mais e mais sobre a Biologia, levando a sociedade do fim do século a um novo patamar de desenvolvimento, impensável pelo ser humano comum vivendo em meados do século 20.

Quando o sr. começou a pesquisar o efeito do aquecimento global sobre a biodiversidade, enfrentou resistências no meio científico?

Resistência, não. O que havia era total ignorância sobre o assunto. Conforme recebia informações, e meus alunos me traziam muitas, eu me preocupava mais. Não que me considerasse cético antes, mas pensava: “A temperatura está aumentando, vamos esperar para ver o que acontece...” Acabei por mergulhar nesse estudo



Se a temperatura no mundo passasse de dois graus, seria um problema. Mas ninguém sabia então precisar qual problema era esse. E fomos então encarregados de descrevê-lo.

e nos anos 1990 descobri os relatórios do Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas. E fiz a junção científica. Comecei a me dar conta do grande problema que havia ali. E então tive uma experiência incrível naquela década. Os professores Carlos Nobre e Paulo Artaxo me convidaram para um evento na Amazônia. E eu a conheci, um dos maiores choques da minha vida. Eu achava que a Amazônia fosse como a Mata Atlântica, mas não era. Sua biodiversidade, que coisa fantástica! Nesse evento, durante uma semana, assisti às palestras dos climatologistas. Eu era um fisiologista de plantas, e de repente me caiu a ficha. Cadê os Biólogos nesta discussão? Quando eu folhee os relatórios, vi que a visão biológica não estava lá. Descrevia-se o ponto de vista dos climatologistas, os primeiros a alertar sobre as mudanças de temperatura, mas não o dos Biólogos. Por volta de 2005 houve um fenômeno que foi o George Bush, então presidente dos Estados Unidos, dizer que o Brasil havia se tornado exemplo para o mundo, uma vez que tinha o etanol e a cana-de-açúcar. E, além disso, ele apregoava que os EUA deveriam imitar o Brasil. O problema para fazer o etanol, chamado de “etanol de segunda geração”, tão

de acordo com energias renováveis, era conhecer este sistema: degradar a biomassa para produzir os açúcares e fermentar, para só então chegar até o etanol. Aconteceu que eu estava com a prancha na mão e a onda veio. Eu era o único especialista no Brasil na degradação de biomassa naquele estilo, porque havia feito doutorado sobre o assunto. Então pensei que era uma obrigação minha trabalhar nisso, o que me levou a atuar dentro de outros organismos internacionais.

Como foi sua experiência no Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas?

Comecei como revisor. Me inscrevi, recebi os capítulos e opinei. Uma das opiniões aceitas foi uma observação. Os capítulos só falavam do hemisfério norte. E eu perguntei: “Escutem, vocês estão querendo dizer que a mudança climática só acontece na América do Norte?” E eles acataram minha observação nas colaborações posteriores. Em 2008, entrei para escrever uma parte do relatório que seria publicado seis anos depois. Meu capítulo era sobre as Américas Central e do Sul. No IPCC existe uma escala. Para escrever sobre o mundo, você tem primeiro de relatar uma situação local. Produzi este

relatório de 2014 com brasileiros, argentinos e colombianos. Foi minha primeira participação como autor. Depois disso, eu entrei num relatório publicado em 2018, a meu ver o mais importante até agora do IPCC, e que ficou conhecido como “Um Grau e Meio”. Na Conferência das Partes (COP) de Paris, que resultou em 2015 no Acordo de Paris - um compromisso assinado entre 195 países, entre eles o Brasil, para minimizar as consequências do aquecimento global -, a comunidade científica havia colocado esta questão. Se a temperatura no mundo passasse de dois graus, seria um problema. Mas ninguém sabia então precisar qual problema era esse. E fomos então encarregados de descrevê-lo. Os relatórios do IPCC são sempre feitos a cada quatro anos. Quando nos reunimos, foi a primeira vez que o finalizamos em dois anos. Um trabalho enorme. Noventa



e um cientistas reunidos. No início da produção desses relatórios, os climatologistas alertavam: “Olha, gente, a temperatura está aumentando e isto vai alterar o clima.” O grupo original, então, apenas dizia se a onda climática existia ou não. Agora, além desse, são mais dois grupos. O segundo trabalha com o impacto, ao descrever como o aumento interfere na biodiversidade, na produção de alimento, na saúde. Quando participei a primeira vez, trabalhei nesta seção. O terceiro grupo é o que diz o que podemos fazer para evitar o aquecimento, incluindo um pouco mais de sociologia e outros ramos. O grupo de Biólogos começou a entrar muito mais no segundo grupo, o de impacto. Ao fazer o quinto relatório, nos vimos obrigados a contestar os dois graus estabelecidos em Paris. Nossas pesquisas concluíram que seria um grau e meio o máximo admissível. Dividimos o estudo em cinco capítulos. O capítulo 1 é uma introdução geral, o 2, mais a física do clima, o 3 sobre os impactos de um grau e meio e o 4, do qual sou oficialmente co-autor, a tecnologia a ser desenvolvida para eliminar esses problemas. O capítulo 5 representou uma inovação, pois girava em torno de como di-

minuir as desigualdades de vários tipos. Para mim, foi o relatório mais interessante. Está para sair o relatório número 6, mas não quis trabalhar nele, porque é serviço demais e agora estou dedicado ao estudo das cidades. O IPCC já está desenhando um relatório sobre o tema, espero que me permitam trabalhar nesse.

O que vocês concluíram em seu relatório 5? Quais serão os efeitos na vida sobre a Terra se atingirmos um grau e meio de temperatura?

Antes a gente falava muito em mitigar os efeitos do aquecimento global, diminuindo a emissão de carbono. Mas neste relatório trabalhamos a mitigação e a adaptação lado a lado, porque muitas coisas já não podem ser mitigadas, apenas adaptadas. Coisas que já passaram do ponto de não-retorno, ou que estão num ponto de inércia, como o aumento do nível do mar. Ele prosseguirá ocorrendo até 2100 mesmo que a gente pare hoje de emitir gás carbônico completamente. Pode ser que haja alguma imprecisão nisso, mas um erro neste caso significa a ocorrência desse aumento vinte anos antes, até 2080. Em algum momento entre 2030 e 2052, então, nós vamos passar de um grau e

meio de temperatura. O que é um grau e meio? Se você pegar a temperatura média entre 2006 e 2016 e subtrair, desta, a temperatura média no início da revolução industrial, entre 1860 e 1900, chegaremos a um grau em média.. O que acontecerá a partir disso será a acentuação dos eventos extremos. O escorregamento de encostas, as tempestades enormes. Os ciclones-bomba que atingiram Florianópolis em 2020, as chuvas torrenciais em Belo Horizonte no mesmo ano e em São Paulo e as secas em várias regiões do Brasil já prenunciam isso. O maior impacto será sobre os mais pobres. Por quê? Porque eles não têm estrutura para combater essas más condições. As ondas de calor, por exemplo, têm um potencial de matar pessoas, principalmente as mais velhas e as bem mais jovens. E a onda de calor não é só a temperatura. O que mata é o chamado “ponto de orvalho”, a combinação entre alta de temperatura e umidade que resulta na chamada sensação térmica. Se ocorrer uma certa combinação como a registrada na Europa nos anos 1980, muita gente vai morrer daquela mesma maneira. Onde existe ar condicionado, a classe média brasileira estará protegida por uma ou duas semanas

de uma onda de calor forte. Mas o que acontecerá nas favelas? O planejamento para 2050 é difícil. Seria mais eficiente se tivesse sido pensado vinte anos antes, mas precisa ser feito mesmo assim. Buscar recursos para tirar as pessoas dos morros onde haverá escorregamentos, por exemplo, é crucial.

O que o sr., como Biólogo, entende ser sua participação neste jogo entre mitigação e adaptação?

Trabalho muito diretamente sobre a produção de alimentos. Temos de analisar o impacto dessa produção. O modo como plantamos interfere no aquecimento global. Temos de saber plantar de modo a impedir isto. Interferir diretamente sobre as plantas que a gente usa para comer ou que mantêm nossa economia, como são os casos da soja, a primeira cultura brasileira, o milho, a segunda, e a cana, a terceira. Temos de lançar mão de tecnologias de engenharia genética pesadas para adaptar as plantas de modo a não precisar mudar de lugar de plantio na hora necessária. Como se muda a plantação de café para outra posição no Brasil? O café leva de sete a oito anos para se tornar produtivo, não dá tempo. O que se fizer com a soja, a soja leva quatro meses... Se a quei-



FOTO: ELZA FIUZA/AGÊNCIA BRASIL

mada generalizada, como aconteceu no Pantanal em 2020, ou uma chuva torrencial destroem uma plantação, onde vamos replantar? Todo o país depende desse alimento. Temos saber onde replantar, e o quê.

O que o Biólogo pode fazer para conceber novas formas de plantio que combatam o aquecimento global?

São caminhos diferentes, o do Biólogo e do agrônomo. O papel do Biólogo é fazer o mapa e produzir a informação para que o agrônomo possa utilizá-la. O agrônomo é um prático. O Biólogo estuda. Construímos o painel para que alguém possa apertar os botões, mas não somos pilotos.

Eu estudo soja e cana, bioenergia. Estamos fazendo os mapas do genoma, estudando como a planta funciona, descobrindo como podemos engenheirá-la para que rapidamente consigamos fa-

zer uma modificação e falar para o agrônomo: “Bem, se agora você tem de mudar de lugar por conta do aumento da temperatura, toma aqui uma variedade de cana nova que aguenta uma temperatura ainda mais alta. Toma aqui uma planta de soja nova que aguenta mais o estresse e a falta de água.”

Existem agrônomos com um pé na Biologia. Assim como há médicos com um pé na Biologia fazendo um trabalho excelente. Na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, faz-se um trabalho muito bom com soja. Então, na atividade do campo, usam-se bastante os conhecimentos de Biologia. Os médicos e os estudiosos da Biologia humana trabalham juntos. Mas Biologia humana não é medicina. O médico, assim como o engenheiro agrônomo, são treinados para a ação, para

A cana-de-açúcar, cuja parede celular, em sua estrutura química, foi desvendada por um grupo coordenado pelo cientista, é central para a bioenergia

resolver o problema. O treinamento do Biólogo é apontar o problema e dizer: “Eis a ferramenta para que esse problema seja resolvido.”

Algo parecido ao que ocorre no cinema com o roteirista e o diretor? O roteirista estrutura a história e escreve os diálogos. E o diretor, que dirige aquele roteiro, é quem controla a ação.

Exatamente. E você já viu diretor dirigir sem um roteiro na mão? A união é essencial neste momento. O relatório “Um Grau e Meio” é o mais importante já feito porque os Biólogos, os engenheiros agrônomos, os matemáticos, os físicos, os sociólogos, os psicólogos sociais, todos estão todos lá. O Biólogo faz parte de um time que investiga o mundo e diz como a célula funciona, como a planta funciona, como o animal funciona. Sem o Biólogo, os aplicadores, mesmo os governantes, não têm como tomar decisões. Tudo começa na física, na matéria. E na química. Essas ciências básicas, ao contrário do que se pensa, não morreram. Por exemplo, o Prêmio Nobel de Química de 2020 foi para a edição de genomas. Para duas mulheres, Emmanuelle Charpentier e Jennifer Doudna, que partiram do Crispr, um método de edição, e desenvolveram fer-

ramentas para as modificações no DNA. É um método já adotado em alguns laboratórios pelo mundo, como o Projeto Genoma, da USP. A descoberta só foi feita porque elas estavam interessadas em entender o sistema imunológico das bactérias. Emmanuelle estudava a bactéria *Streptococcus pyogenes*, responsável por infecções como faringite bacteriana e escarlatina, quando descobriu uma molécula que integra o sistema de defesa imunológico do nosso organismo, conhecida como Cripr-Cas. Essa molécula atua como uma “tesoura genética”, desarmando o vírus através de um corte em seu DNA. Emmanuelle publicou o seu estudo em 2011 e foi chamada para colaborar com Jennifer, para que, juntas, conseguissem recriar essa tesoura genética da bactéria em um tubo de ensaio, de modo a simplificar componentes moleculares da tesoura, para que ela se tornasse mais fácil de usar. Este método está revolucionando a Biologia, os estudos sobre plantas e a mudança climática. Uma espécie de revolução copernicana. Da mesma forma que Copérnico demonstra que a Terra não é o centro do sistema solar, mas sim o Sol, a revolução ambiental aponta duas coisas: o homem não é o centro da natureza e a natureza é

sistêmica. O homem faz parte de um sistema. Esta revolução nega o que eu chamo de machocentrismo, ou antropomachocentrismo, a ideia de que o ser humano masculino é o centro. Ela também diz que se trabalharmos sistemicamente, com todo mundo junto, nós nos entenderemos muito melhor.

Neste ponto da revolução ambiental vai ser imprescindível a interdisciplinaridade, então.

Sim. Por exemplo, o climatologista do IPCC aponta o impacto na biodiversidade. Mas se ele não sabe o que é biodiversidade, de que vale sua descoberta? Ele tem de convocar o Biólogo, esse especialista, para concretizá-la. Da mesma forma, em minha trajetória de pesquisa tive de chamar muita gente para me ajudar, gente da química, da física, da matemática, da computação... Sozinhos não aprendemos tudo.

Esta era exige três coisas. A multidisciplinaridade, isto é, a existência de um conjunto de disciplinas que correm em paralelo e nunca se cruzam. A interdisciplinaridade, disciplinas que correm em paralelo e em algum momento se cruzam. E a transdisciplinaridade, quando a pergunta está na sociedade, os cientistas se mobilizam e abordam aquele problema de forma interdisciplinar.



Como acontece no IPCC. Mudança climática tem de ser resolvida com transdisciplinaridade. É um problema para o qual a sociedade pede uma solução. Então você chama pessoas de diversas áreas e usa a interdisciplinaridade, faz essas disciplinas se inter cruzarem para tentar resolver o problema. Nós estamos vivendo no que alguns cientistas chamam de “ciência pós-normal”. Ela não é a mesma ciência feita nos séculos 19 ou 20. A ciência dos séculos 21, 22 e 23 será obrigatoriamente uma ciência pós-normal. Porque a quantidade de dados que nós temos é muito grande. O Biólogo vai ter uma posição mais bem conhecida por ele mesmo no jogo. A Biologia não existe em si própria. O ser vivo pertence a um sistema.

Mas o Biólogo precisa marcar seu terreno, não é?

Sim. A função dos conselhos regionais de Biologia é proteger seu campo. Se você não o demarcar, outros vão tomá-lo. E a Biologia correrá o risco de não existir, de não haver mais cursos de Biologia. Isto num certo sentido já está acontecendo por falha nossa,

dos Biólogos. Porque, além de demarcar, temos de fazer outra coisa, que é invadir.

Hoje, por exemplo, veja o paisagismo. Quem o faz? O arquiteto. E eu lhe pergunto: o que arquiteto entende de planta? O arquiteto tem a visão do espaço. O Biólogo poderia ter, porque a gente aprende ecologia da paisagem, conhece uma série de coisas. Nós temos, sim, noção do espaço. Mas não temos a noção de espaço do lado das ciências humanas, que é o arquiteto quem tem. Chama-se até arquiteto-paisagista quem faz os jardins. Mas por que não existe o Biólogo-paisagista? Por que o Biólogo não invadiu essa área?

Outro dia um colega químico me mandou um artigo: “Olha como vai ser a química do século 21, que bacana”, me disse. Li o artigo e respondi para ele: “Entendi. A química está se transformando em Biologia.” Tudo o que os químicos querem fazer é mudar a Biologia, mudar as moléculas. Mas isto é o que nós fazemos. Então, nós estamos sendo invadidos pelos químicos. E daqui a pouco vai estar sob domínio químico fazer isso. Com os médicos idem. Gra-

dativamente eles pegam o domínio, aprendem a fazer e a Biologia não é mais necessária. As estratégias precisam ser literalmente de invasão. E jogar para formar gente.

A questão da arborização urbana em São Paulo foi uma briga vencida por nós. Colocamos na lei municipal que quem vai decidir como cortar a árvore e como podá-la vão ser o Biólogo e o engenheiro agrônomo. Na prefeitura os empregos são de engenheiro agrônomo, não de Biólogo... É a discussão que a gente faz no instituto que eu dirijo, de Biociências da USP. A perspectiva do profissional não pode ser apenas dar aula em colégio. Porque se a Biologia deixar de existir, nem mesmo professor esse estudante será. É uma autofagia que não pode mais acontecer.

PODCAST

Marcos Silveira Buckeridge, diretor do Instituto de Biociências da USP, explica por que, em sua opinião, a Biologia é a principal ciência do século 21.



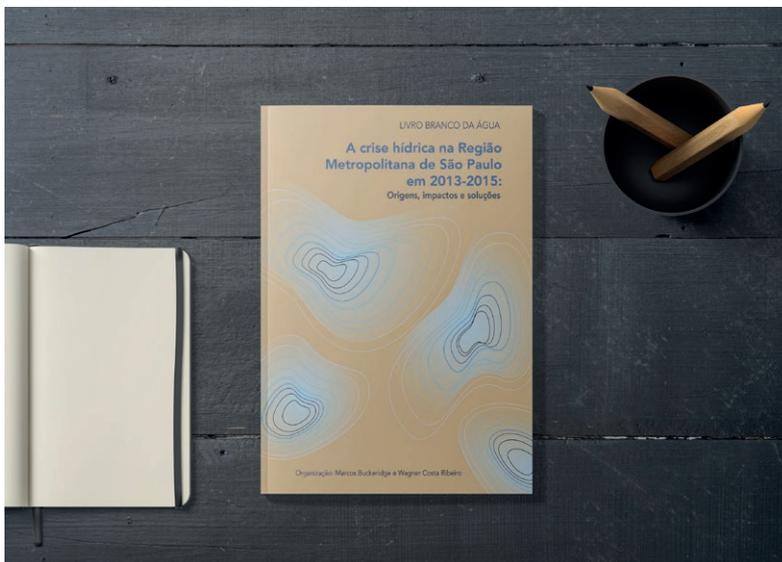
CLIQUE E OUÇA

LINKS PARA APROFUNDAMENTO

Buckeridge, M.: “Bases históricas e científicas da ética ambiental” https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4953214/mod_resource/content/1/Buckeridge%20-%20E%CC%81tica%20Socioambiental.pdf
 Buckeridge, M. e outros.: “AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
 “Ethanol from sugarcane in Brazil: a ‘midway’ strategy for increasing ethanol production while maximizing environmental benefits” <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1757-1707.2011.01122.x>
 “O desenvolvimento da agricultura no Brasil e as perspectivas para uma agricultura sustentável no século XXI”

LIVRO

A CRISE HÍDRICA É UMA CRISE HUMANA



OS DIVERSOS cientistas cujos textos se encontram neste “Livro Branco da Água” denunciam a grave crise de saneamento básico ocorrida na Região Metropolitana de São Paulo entre 2013 e 2015. Na verdade, como os autores observam, o que houve na região foi menos uma crise hídrica que humana, porque a estiagem, sendo um conceito hidrológico pouco evitável com ações locais, não deveria produzir escassez de acesso.

Entre a estiagem e a escassez, os seres humanos munidos de conhecimento técnico poderiam ter operado o abastecimento em qualquer

circunstância para prover o acesso à água e ao esgotamento sanitário, que se constituem direitos humanos. Teria sido obrigação do Estado brasileiro, portanto, planejar o abastecimento, antecipando assim eventos hidrológicos extremos. Tal planejamento exigiria visão estratégica e de investimentos em diferentes medidas, não apenas estruturais.

Outro olhar a partir dos direitos humanos demonstra quais grupos mais se viram impactados pela crise de gerenciamento, pois, em geral, situações de restrição de consumo impõem seu maior ônus justamente às

populações vulneráveis. A crise destacaria ainda, segundo o livro, outras dimensões dos direitos humanos, como os princípios da transparência e da participação livre, ativa e significativa. Situações críticas exigem das autoridades públicas que sejam o mais responsáveis possível, mantendo as populações informadas da situação e de seu desenvolvimento. E o déficit democrático no momento de gestão da crise foi destacado em dois capítulos, “Consequências socioeconômicas da crise da água em São Paulo”, de Paulo A. de A. Sinisgalli, Ana Paula Fracalanza, Leandro Luiz Giatti e Natalia Dias Tadeu, e “Soluções para o futuro da água”, de Pedro Roberto Jacobi, Vanessa Empinotti e Edson Grandisol, que também destacam o papel da mídia durante a crise.

Livro Branco da Água - A Crise Hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções

Vários. Organizadores: Marcos Buckeridge e Wagner Costa Ribeiro. Editoras USP, Instituto de Estudos Avançados-USP e Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 2018.

e-book <http://www.iea.usp.br/publicacoes/ebooks/livro-branco-da-agua>

TESE

A RESPOSTA DO JATOBÁ AO CO²

O GÁS CARBÔNICO, liberado à atmosfera essencialmente em razão das atividades humanas de plantio e pecuária e do uso de combustíveis fósseis, aumentou a temperatura do planeta e tem-se revelado importante fator a afetar a produtividade das plantas.

Até pelo menos o ano de defesa desta tese de doutorado de Adriana Yepes Mayorga no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, contudo, a maioria das pesquisas feitas nesta área avaliava as respostas das plantas à atmosfera enriquecida com CO₂ desconsiderando o subsequente aumento nas temperaturas, ou ignorando a interação entre estes efeitos, ou ainda, tratando-os como variáveis independentes, enquanto modelos teóricos indicavam a existência de sinergismo entre as concentrações elevadas de CO₂ e a elevada temperatura, potencialmente resultando no aumento nas taxas de assimilação de CO₂ em plantas. A espécie de jatobá que Mayorga estuda aqui, a *Hymenaea courbaril* L., é de

reconhecida importância ecológica, por sua ampla distribuição ao longo das Américas. Esta árvore tem sido usada como planta-modelo no estudo da mobilização de carboidratos de reserva de parede celular de cotilédones, no estudo das respostas de espécies do Neotrópico às elevadas concentrações de CO₂, entre outras pesquisas.

O enfoque deste trabalho foi direcionado ao estudo do desenvolvimento inicial de plantas de jatobá e à compreensão dos processos fisiológicos e do metabolismo de carbono envolvidos nas respostas de plantas juvenis às elevadas concentrações de CO₂. Com a pesquisa, fica evidenciado que estes fatores se associam sinergicamente e favorecem o desenvolvimento de plantas juvenis de jatobá, acelerando o amadurecimento das folhas de enverdecimento tardio por meio de um maior e mais rápido acúmulo de clorofilas.

No presente estudo, orientado no Instituto de Biociências da USP pelo professor

Marcos Silveira Buckeridge, e examinado pela banca integrada por Marília Gaspar, Sérgio Tadeu Meirelles, Helenice Mercier e Henrique Pessoa dos Santos, ficou evidenciado que as elevadas concentrações de CO₂ favorecem as taxas de assimilação de CO₂ e a produção de carboidratos não estruturais, como amido. As elevadas temperaturas aceleram o metabolismo das plantas de jatobá, sendo que o aumento no metabolismo depende do conteúdo de carboidratos.

O desenvolvimento inicial de plantas de jatobá permitiu identificar duas fases de crescimento, que estão determinadas pelas suas fontes e reservas de carbono. A primeira fase é de crescimento linear, e conta com enorme armazenamento de amido no caule. A segunda é de estabilização do crescimento, uma vez que são esgotadas as reservas de amido nesta parte da planta. Neste ponto, a força do dreno de crescimento diminui e aumenta o acúmulo de amido nas folhas completamente expandidas.

“Desenvolvimento e efeito da concentração atmosférica de CO₂ e da temperatura em plântulas juvenis de *Hymenaea courbaril* L., jatobá”, de Adriana Yepes Mayorga, defendida no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo em 09 de dezembro de 2010.

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-21022011-134614/pt-br.php>



“NUNCA VI UM FOGO TÃO AUDACIOSO”

A Bióloga Karen Domingo relata sua experiência ao alimentar os animais atingidos pelos incêndios do ano passado no Pantanal

EM 2014, entrei na Fundação Ecotrópica como Bióloga. E, nos dois últimos anos, venho atuando dentro dela como voluntária. Em meados de agosto de 2020, em virtude da estiagem e consequentemente do alto índice de queimadas, a Fundação se deslocou à Transpantaneira para tentar mitigar os efeitos das queimadas no bioma.

Nunca vi nada parecido. Em conversa com os moradores e pantaneiros que vivem na região, eles nos relataram também jamais ter presenciado algo semelhante. Me lembro das palavras do Seu Tutu: “Todo ano pega fogo, mas eu nunca vi um fogo tão audacioso a ponto de bater na porta da minha casa.” O incêndio cercou sua propriedade inteira.

A gente decidiu começar a atuar na região mesmo sem ter muito dinheiro e lugar acertado para dormir.



Os alimentos obtidos em doações e separados pelos Biólogos da Fundação Ecotrópica são levados aos locais onde se encontram os animais famintos

No meio de nossas “tralhas”, além dos alimentos para os animais, havia barraca e colchão, porque, se fosse necessário, apenas montaríamos acampamento. Graças a Deus, a gente contou com o apoio das pessoas e sempre arrumou um lugar para descansar.

No começo, nossa equipe éramos eu, o Divino, que trabalha na Ecotrópica há mais de 20 anos, o Ilvanio, presidente, e o Luiz Antonio Solino, Biólogo que além de conselheiro é voluntário.

Nas duas primeiras semanas, a gente saía pedindo nos mercados e nos horti-

frúteis as frutas e verduras que iriam para descarte. Mas em razão do calor acima dos 42°C e da umidade abaixo dos 15%, esses alimentos logo se perdiam. Por isso, a gente começou a comprar e a solicitar doação de alimentos frescos.

Por diversas vezes nosso planejamento foi por água abaixo. A imensidão do fogo nas cabeceiras das pontes de madeira era surreal. Mesmo sem qualquer experiência em combate a incêndios, a gente se via tentando ajudar a apagar os focos. Um dia saímos de Cuiabá às 3 horas e só che-

FOTOS: KAREN DOMINGO



Em agosto de 2020, os voluntários da Fundação Ecotrópica depararam com focos de incêndio responsáveis pela destruição de quase 30 por cento do Pantanal. A Bióloga Karen Domingo (à dir. na segunda foto, agachada) prepara junto a seus companheiros uma ilha de alimentação que servirá à fauna ameaçada

gamos a Porto Jofre às 20h, sem almoço e já sem água para beber. Foi tanto foco de incêndio que, nesse dia, nossas fotos ficaram alaranjadas. Parecia haver um filtro sobre elas.

A logística não é fácil. A Transpantaneira tem cerca de 150km de estrada de terra e mais de 110 pontes, a maioria delas de madeira, algumas queimadas, onde só conseguíamos passar por meio de desvios.

Um dos nossos objetivos de trabalho está na criação em ilhas de alimentação e nos cochos de água. Nessas ilhas, fizemos o monitoramento através de rastros, pegadas e às vezes com câmeras-traps que identificam quais espécies têm usado as ilhas como suporte. Hoje damos suporte a cerca de 15 ilhas, monitoradas e abastecidas regularmente. Porém, durante esses mais de 100 dias de trabalho, foram mais de 300 as ilhas feitas.

Também já resgatamos e realocamos algumas espécies, como dois indivíduos de Sucuri amarela (*Eunectes notaeus*), e os mudamos de lugar. Já um indivíduo de Lontra (*Lontra longicaudis*), um macho, estava desorientado e com algumas feridas no pescoço. Foi deixado no posto da Sema na Transpantaneira para o cuidado dos veterinários.

Abrimos novas frentes de trabalho sempre que possível. Uma Bióloga da equipe, a Luciana Calçada, está trabalhando na análise da água e do solo da região. Esse trabalho é necessário para saber de que maneira o fogo impacta na qualidade da água.

A cada viagem, novas experiências são vividas e algumas nos enchem de alegria e de esperança. Como aquela em que pela primeira vez vi uma Onça-Pintada (*Panthera onca*) de vida livre.

Esses monitoramentos são de extrema importância, pois nos dão uma estimativa de como a fauna está se recuperando. Às vezes, com muita satisfação a gente montava uma ilha e no dia seguinte ela estava vazia, sinal de que os animais buscaram esse alimento para conseguir sobreviver.

Nosso trabalho não para por aqui. Mesmo com a chegada das chuvas, vamos continuar monitorando a fauna, a recuperação dos corixos e da flora.

Buscamos recursos para implementar em 2021 um projeto de monitoramento da fauna avistada viva, e também dos animais atropelados, firmando parceria com as pousadas e alguns moradores.

KAREN DOMINGO, 34 anos, graduou-se em Ciências Biológicas em 2007 (Univag) e cursou pós-graduação em Gestão e Perícia Ambiental em 2012 (UFMT).

UMA RARA UNANIMIDADE

FOTO: REPRODUÇÃO DE INTERNET



A disposição em pesquisar e a dedicação ao transmitir o conhecimento ambiental marcaram a trajetória do Biólogo Sergio Antonio Vanin

O ENTOMÓLOGO e professor-titular do Departamento de Zoologia da Universidade de São Paulo Sergio Antonio Vanin representou algo muito raro para a Biologia brasileira. Alguma coisa entre a disposição contínua de pesquisar e a dedicação não menos constante em transmitir o conhecimento ambiental. Inspiração e carisma moravam nele, acrescidos de inesperada

modéstia, desproporcional a sua grande importância como cientista. Ele dizia as coisas diretamente a seus alunos. E o que era grande, dito por ele, parecia simples. Quando Sergio Antonio Vanin morreu aos 72 anos, na madrugada de 21 de outubro de 2020, depois de dezoito meses durante os quais fez diálises, aguardou na fila de transplantes em razão de uma virose a

comprometer os rins e finalmente passou por complicações pós-operatórias, ele já havia dado o nome a anfiteatro, sido paraninfo e patrono de turmas incontáveis e passado 52 anos na mesma universidade, 41 deles transcorridos como docente do quadro ativo. Não importava o dia, a hora, a reunião, o trabalho em que estivesse metido, Vanin tinha uma palavra para quem

o procurasse. Apesar de habituado a projetar a voz potente ao exercer seu ofício de professor, ele a modulava de maneira a soar em volume baixo para quem estivesse à volta. Seu ex-secretário no Instituto de Biociências e hoje professor de Cultura e Literatura Brasileira na Escola de Comunicações de Artes, Jean Pierre Chauvin, conheceu esta entre outras de suas facetas, como a ponderação dos atos, a grande sabedoria, o respeito às divergências e a doçura.

Um dia Chauvin foi procurá-lo agoniado, porque havia encontrado uma pata na caixa de cereais. A que inseto pertenceria? Que riscos ele correria se tivesse ingerido outras partes do bicho sem perceber? Conta o ex-secretário que, apesar da aflição toda, a conversa seguiu tranquila entre eles no Departamento de Zoologia. Sentaram-se, prosearam e Chauvin deixou o gabinete do professor aliviado, eufórico diante da didática exibida por um mestre habituado a divulgar a ciência: “As abelhas são insetos reconhecidos por sua higiene”, garantiu-lhe Vanin.

O pesquisador deixou cerca de uma centena de trabalhos de alta qualidade publicados desde 1973, majoritariamente com insetos e taxonomia, porém com produção associada também à

anatomia, à ecologia, à bioquímica e à história natural. No total, descreveu mais de 100 espécies e dezenas de táxons supraespecíficos, e redescreveu mais de uma centena de indivíduos adultos de espécies já conhecidas, e larvas de mais de duas centenas de espécies de coleópteros, um marco na história da entomologia. Ingressou no Instituto de Biociências em 1968, onde se formou em Ciências Biológicas em 1971. Três anos depois fez seu mestrado e em 1979 concluiu o doutorado em Zoologia no mesmo instituto, orientado por pesquisadores do Museu de Zoologia. Foi contratado como auxiliar de ensino junto ao Departamento de Zoologia em 1975. No ano seguinte passava a assistente e, em 1979, a assistente-doutor, obtendo o título de livre-docente em 1997 e o de professor-titular em 2000.

Lecionou diversas disciplinas na graduação, como lembra o professor-titular do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da USP Antonio C. Marques: “Princípios de Sistemática e Biogeografia”, “Zoologia de Invertebrados II”, “Ecologia Animal, Fauna, Flora e Ambiente” e “Entomologia Básica”. Muitos alunos foram a campo experimentar a alegria de aprender com ele sobre

a natureza, especialmente nas viagens didáticas à Estação Biológica de Boraceia, pertencente ao Museu de Zoologia, durante as quais o exímio naturalista ensinava sobre rochas, plantas e animais.

Vanin integrou uma visão evolutiva e filogenética ao estudo da biodiversidade inicialmente por meio de aulas esparsas em “Zoologia



Paulo Sergio Antonio Vanin representou algo muito raro para a Biologia brasileira. Alguma coisa entre a disposição contínua de pesquisar e a dedicação não menos constante em transmitir o conhecimento ambiental.

de Invertebrados II” e, depois, com a criação da disciplina interdepartamental “Princípios de Sistemática e Biogeografia”, em 1995, idealizada por ele. Compreender a evolução como essencial e subjacente ao ensino de Biologia significou uma revolução. E o modelo se viu posteriormente consagrado em inúmeros currículos brasileiros de Ciências Biológicas.

FOTO: FREEPIK



Vanin integrou uma visão evolutiva e filogenética ao estudo da biodiversidade inicialmente por meio de aulas esparsas em “Zoologia de Invertebrados II” e, depois, com a criação da disciplina interdepartamental “Princípios de Sistemática e Biogeografia”, em 1995, idealizada por ele.

Na pós-graduação, o professor continuou a estruturar a visão evolutiva no estudo da biodiversidade por meio da disciplina “Princípios de Zoologia Sistemática”, desde 1986, e pela formação de onze mestres e onze doutores em taxonomia e ecologia, tendo diversos grupos zoológicos como modelos de estudo (*Coleoptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera*, *Odonata*, *Araneae* e *Opiliones*). Sua influência foi decisiva em gerações de mestres e doutores formados em todas as áreas do estudo da biodiversidade.

No contexto do desenvolvimento da pesquisa em Zoologia, ressalta o professor Marques, destacou-se por ser um dos pioneiros na publicação de trabalhos taxonômicos baseados em análises filogenéticas estritas [Vanin, 1986, *Systematics, cladistic analysis, and geographical distribution of the tribe Erodiscini (Coleoptera, Curculionidae, Otidocephalinae)*] e, por consequência, na disseminação da visão henniguiana da Sistemática Filogenética. Outro mérito científico do professor e de seus colaboradores foi a realização de diversos estudos com os complexos ciclos de vidas de coleópteros, exemplificados pelo livro *Larvas de Coleoptera do Brasil* (Costa, Vanin e Casari, 1988). Vanin chefiou o Departa-

mento de Zoologia entre 1999 e 2003, a Comissão de Pesquisa do Instituto de Biociências e o Museu de Zoologia da USP, de 2005 a 2009. Esteve em inúmeros colegiados, inclusive como integrante do Conselho Universitário. Em todos, sua marca eram as opiniões serenas e fundamentadas, o que resultou em sua eleição como integrante da Comissão de Ética da USP entre 2010 e 2013. Sua família também está ligada à universidade. Dois de seus irmãos atuaram como professores, José Atilio Vanin (1944-2001) na Química e Vito Roberto Vanin, na Física. Sua esposa, a professora Ana Maria Setúbal Pires Vanin, desenvolveu carreira no Instituto Oceanográfico. Em mais uma recorrente amostra de sua modéstia e simplicidade, o professor Vanin saía em expedições ao lado da esposa dizendo-se divertidamente seu “estagiário”. Fazia uma festa ao coletar animais marinhos, especialmente moluscos, mais uma de suas paixões.

Seu legado o qualificou ao título de professor-emérito do Instituto de Biociências, outorgado em 2018. Na oportunidade, o Anfiteatro Geral da Zoologia, onde ele assistiu a aulas e palestras e onde depois, como professor, formou estudantes, ganhou o nome de “Anfiteatro Geral Sergio Antonio Vanin”.

#MINHAFOTONOCR BIO01

FOTO: ACERVO PESSOAL VICTOR CHAVES MACHADO



EM UM DIA DE FOLGA, o Biólogo Victor Chaves Machado, que tem o hábito de fazer trilhas para fotografar, foi a um fragmento florestal ao lado de um riacho na cidade de Limeira (SP). Com seu celular e uma lente objetiva de microscópio, que habilita uma aproximação em 10x, ele se aproximou da borboleta Safira Cintilante (*Lasaia a. agesilas*).

Registrou, então, suas cores e detalhes enquanto ela sugava mineiras do chão. “Cheguei bem perto para fotografar, mas ela não se incomodou com minha presença. Um minuto depois já estava subindo no meu dedo e procurando por mais mineiras”, contou o Biólogo, que é graduado em Ciências Biológicas pela Fundação Hermínio Ometto - Uniararas.

As fotografias de autoria de Victor foram as mais curtidas da hashtag #MinhafotonoCRBio01 no segundo semestre de 2020. Para divulgar suas fotografias com o #CRBio01, compartilhe seu trabalho e use a hashtag #MinhafotonoCRBio01 no Instagram!

CALENDÁRIO 2021

Janeiro

D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Fevereiro

D	S	T	Q	Q	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28						

Março

D	S	T	Q	Q	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Abril

D	S	T	Q	Q	S	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Mai

D	S	T	Q	Q	S	S
					1	
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Junho

D	S	T	Q	Q	S	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Julho

D	S	T	Q	Q	S	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Agosto

D	S	T	Q	Q	S	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Setembro

D	S	T	Q	Q	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Outubro

D	S	T	Q	Q	S	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Novembro

D	S	T	Q	Q	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Dezembro

D	S	T	Q	Q	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

DATAS COMEMORATIVAS

JANEIRO

1º - Confraternização Universal (Ano Novo)
11 - Dia do controle da poluição por agrotóxicos
20 - Dia de São Sebastião
25 - Aniversário de São Paulo
27 - Dia da Proclamação da Declaração dos Direitos dos Animais

FEVEREIRO

02 - Dia Mundial das Zonas Úmidas
12 - Dia de Charles Darwin
13 - Carnaval

MARÇO

1 - Dia do Turismo Ecológico
16 - Dia Nacional da Conscientização sobre as Mudanças Climáticas
21 - Dia Internacional das Florestas
22 - Dia Mundial da Água

ABRIL

2 - Sexta-Feira Santa
7 - Dia da Mundial da Saúde
8 - Aniversário de Cuiabá
15 - Dia Nacional da Conservação do Solo
17 - Dia Nacional da Botânica
21 - Tiradentes
22 - Dia da Terra

MAIO

1 - Dia do Trabalho
3 - Dia Nacional do Pau Brasil
5 - Dia do Campo
8 - Dia da Mulher
17 - Dia Mundial da Reciclagem
22 - Dia Internacional da Biodiversidade
23 - Dia Mundial da Tartaruga
27 - Dia Nacional da Mata Atlântica

JUNHO

3 - Corpus Christi e Dia Nacional da Educação Ambiental
5 - Dia Mundial do Meio Ambiente e da Ecologia
5 a 9 - Semana Mundial do Meio Ambiente
8 - Dia Mundial dos Oceanos
17 - Dia Mundial de Combate à Desertificação
30 - Dia da Biotecnologia

JULHO

8 - Dia Nacional da Ciência
17 - Dia da Proteção às Florestas

AGOSTO

5 - Dia Nacional da Saúde
14 - Dia do combate à poluição
19 - Dia Mundial da Fotografia
26 - Aniversário de Campo Grande

SETEMBRO

3 - Dia Nacional do biólogo (data da sanção da Lei 6.684/1979)
5 - Dia da Amazônia
7 - Independência do Brasil
11 - Dia do Cerrado
16 - Dia Internacional para a Preservação da Camada de Ozônio
19 - Dia Mundial pela Limpeza da Água
21 - Dia da Árvore
22 - Dia Nacional da Defesa da Fauna

OUTUBRO

3 - Dia Nacional das abelhas e Dia Nacional da Agroecologia
4 - Dia Mundial dos Animais
5 - Dia Internacional das Aves
12 - Nossa Senhora de Aparecida e Dia do Mar
15 - Dia dos Professores, Dia do Consumo Consciente e Dia do Educador Ambiental
16 - Dia Mundial da Alimentação

NOVEMBRO

2 - Dia de Finados
05 - Dia da Cultura e da Ciência
15 - Proclamação da República
20 - Dia da Consciência Negra
25 - Dia Nacional do Doador de Sangue

DEZEMBRO

4 - Dia mundial da conservação da vida selvagem
5 - Dia Mundial do Solo
25 - Natal

EM CAMPO PELO BIOMA



**Biólogos deslocam-se como voluntários
à Transpantaneira com o objetivo de
alimentar os animais ameaçados pelas
chamas do Pantanal, em agosto de 2020**