



SOLO

O trabalho de Biólogas e Biólogos com pesquisa, mapeamento, recuperação, monitoramento e sustentabilidade do solo e sua biota e no setor agrícola

FAO/ONU

Bióloga brasileira participa do Observatório Global da Biodiversidade do Solo

AGRICULTURA

Agricultura regenerativa, plantio direto e integração-lavoura-pecuária-floresta

REGENERAÇÃO

Recuperar o equilíbrio do solo é o primeiro passo de uma restauração florestal

SBNs

Construtoras adotam infraestruturas verdes com soluções baseadas na natureza

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

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



CRBio-01



O Biólogo

Revista do Conselho Regional de Biologia

1ª Região (SP, MT, MS)

Ano XIII – Nº 71 – JAN/FEV/MAR 2025

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 em exercício:

Neiva Maria Robaldo Guedes

Secretária: Danusa Camanduchy Ferrari Maia

Tesoureira: Eliza Mense

Conselheiros Efetivos (2023-2027)

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

Conselheiros Suplentes (2023-2027)

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

Comissão de Comunicação e Imprensa do CRBio-01:

Sílvia Regina Galletti

Fábio Henrique Comin

Luciana Pinheiro Ferreira

Eugênio Yuuki

Jornalista Responsável:

Marcelo Cajueiro

Edição: Diagrama Comunicações Ltda-ME

(CNPJ 74.155.763/0001-48)

Editor e redator: Marcelo Cajueiro

Redatora: Bruna Gama

Projeto Gráfico e Diagramação: Ro Henriques

Periodicidade: Trimestral

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

SUMÁRIO

- 4 Editorial
- 5 Solo e agricultura
- 14 Observatório Global
da Biodiversidade do Solo
- 17 Solo: base da regeneração florestal
- 20 Infraestrutura urbana verde
- 23 Sustentabilidade agrícola:
o uso de fungos e bactérias
- 27 Minha foto no CRBio-01

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

CFBio Digital - O espaço do Biólogo na Internet

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

O conteúdo é totalmente gerenciado pelo próprio profissional.

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

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

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

EDITORIAL

Caros leitores,

Essa edição da revista O Biólogo, que tem como tema central o “Solo”, encerra a trilogia integrada por outras duas edições sobre a “Água” e o “Ar”. Conversamos com Biólogas e Biólogos, que contaram sobre os seus trabalhos e oportunidades em pesquisa, mapeamento, recuperação, monitoramento e sustentabilidade do solo e da sua biota e no setor agrícola.

A reportagem de abertura da edição começa com a conceituação geral sobre o solo e a importância dos microrganismos e organismos presentes no imenso ecossistema para a ciclagem de nutrientes. O mapeamento do solo, que requer atividades de campo, em laboratório e ferramentas digitais, é consolidado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), que é produzido pela Embrapa Solos. A Dra. Carla Gheler, conselheira do CRBio-01, discorre na reportagem sobre os benefícios da agricultura regenerativa – que inclui técnicas como o plantio direto – para o sequestro de carbono e a sustentabilidade. Ela aponta oportunidades de trabalho para as Biólogas e Biólogos no agronegócio.

A Dra. Rachel Prado, da Embrapa Solos, defende a diversificação de culturas e modos de produção agrícola. A ILPF, sistema que combina produção agrícola, pecuária e florestal em uma mesma área, foi o principal avanço do agronegócio brasileiro em direção à sustentabilidade.

A Dra. Cintia Carla Niva, da Embrapa Suínos e Aves, fala da sua participação na implementação do Observatório Global da Biodiversidade do Solo, uma iniciativa da FAO/ONU. O solo abriga cerca de 10 bilhões de espécies, 59% do total no planeta. Maneco Zago, especialista em solo, ressalta que o primeiro passo de um projeto de restauração florestal deve ser a recuperação do equilíbrio do solo. A análise química, física e biológica é fundamental para entender quais são as deficiências do solo em questão.

Maitê Bueno, conselheira do CRBio-01, trabalha em projetos de construção que incluem soluções baseadas na natureza (SBNs) para drenagem e desenvolvimento urbano sustentável. O objetivo é encontrar maneiras de minimizar os danos causados pela urbanização.

O Prof. Dr. William Pietro, do IFMT, afirma que o uso de microrganismos permite uma agricultura com menor impacto ambiental. O pesquisador detalha como fungos e bactérias são utilizados em fazendas no estado de Mato Grosso para remover substâncias nocivas à saúde do solo e melhorar a sua qualidade e fertilidade.

Como complementação aos textos, ouçam os podcasts com Rachel Prado e Maneco Zago.

Boa leitura!

Neiva Maria Robaldo Guedes

Presidente em exercício do CRBio-01

SOLO

O trabalho de Biólogas e Biólogos com pesquisa, mapeamento, recuperação, monitoramento e sustentabilidade do solo e sua biota e no setor agrícola

O **SOLO**, que recobre a maior parte das extensões continentais do nosso planeta, é uma coleção de corpos naturais constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas formadas por materiais minerais e orgânicos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS¹).

Quando examinado a partir da superfície, o solo está disposto em seções aproximadamente paralelas, formadas a partir do intemperismo (transformação das rochas por desagregação física e/ou decomposição química) do substrato rochoso ou de sedimentos de natureza diversa.

De acordo com a 5ª edição do SiBCS (de 2018), que é produzido pela Embrapa Solos, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em conjunto com profissionais de várias instituições de pesquisa e ensino do país, o território brasileiro conta com 13 classes de solos: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

Os Latossolos e Argissolos predominam no Brasil, seguidos pelos Neossolos. Essas três classes ocupam aproximadamente 70% do



território nacional, segundo a edição.

Os sistemas internacionais de classificação de solo, desenvolvidos para condições de outros países, não contemplavam a diversidade e peculiaridades do nosso território. A partir de década de 1950, os levantamentos de solos passaram a ser realizados de forma sistemática no Brasil e, no fim da década de 1970, o SiBCS começou a ser construído.

“O mapeamento dos tipos de solos das diferentes regiões do país é um trabalho que precisa ser atualizado e detalhado continuamente. O Brasil é muito grande e precisamos de mapas em escalas melhores para

apoiar decisões mais certas”, enfatiza a Dra. Rachel Bardy Prado, Bióloga e pesquisadora da Embrapa Solos desde 2003.

Pelo método tradicional de mapeamento, os pesquisadores cavam trincheiras no campo, geralmente com até 2 metros de profundidade, e avaliam as diferentes camadas de solo no local. Eles consideram as características de cada camada, como a textura, cor e presença de matéria orgânica, entre outras.

Os pesquisadores coletam amostras das diferentes camadas e enviam para análise no laboratório da Embrapa Solos, na sede da unidade no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. O tra-

balho é também realizado em uma série de laboratórios em universidades e centros de pesquisa brasileiros certificados pelo Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), coordenado pela Embrapa Solos.

Nos últimos anos, os pesquisadores passaram a utilizar amplamente ferramentas digitais que permitiram agilizar e detalhar o mapeamento dos solos no país, afirma Rachel Prado, mas o trabalho de campo continua a ser necessário.

O Biólogo José Manoel (Maneco) Cardoso Zago, especialista em solos e agricultura, explica que o solo é um sistema complexo configurado por três aspectos principais: o físico, o químico e o biológico. Essas partes estão interligadas e influenciam diretamente na qualidade e fertilidade do solo.

A parte física está relacionada à textura do solo, ou seja, à proporção de areia, silte e argila, que afeta a infiltração da água e a retenção de umidade. Um solo muito arenoso drena rapidamente a água, enquanto um solo muito argiloso a retém por mais tempo.

Os aspectos químicos têm relação com os nutrientes presentes no solo, principalmente nitrogênio, cálcio e potássio, mas também micronutrientes, como zinco,

boro e manganês. O pH do solo é outra característica química importante, porque afeta a disponibilidade de nutriente e o desenvolvimento da microbiota do solo. Mas o que dá vida ao solo é a parte biológica, resalta Maneco Zago. O solo está repleto de microrganismos, principalmente bactérias e fungos, e de pequenos animais, como minhocas e insetos. Esses organismos são fundamentais para a ciclagem de nutrientes, ao transformarem matéria orgânica em elementos essenciais para as plantas.

As minhocas melhoram a aeração e a estrutura do solo, o que ajuda na infiltração de água e na retenção de umidade. Algumas bactérias benéficas, como as fixadoras de nitrogênio, auxiliam na nutrição das plantas. Os fungos micorrízicos formam simbiose com as raízes das plantas e aumentam a absorção de fósforo e outros nutrientes.

“O solo atua como um reservatório de carbono, que ajuda a reduzir a quantidade de dióxido de carbono, o CO₂, na atmosfera. Ou seja, ao manejar o solo corretamente, não estamos apenas garantindo uma boa colheita, mas também contribuindo para a sustentabilidade do planeta”, destaca Maneco Zago (Ouça o podcast com o Biólogo).



O solo sequestra carbono da atmosfera principalmente de duas formas. As plantas capturam o CO₂ durante o seu crescimento por meio da fotossíntese. O carbono vai para a planta e parte dele é transferido para o solo quando as raízes crescem e morrem.

Quando as plantas morrem ou soltam partes como folhas, essas matérias orgânicas se decompõem no solo pela ação de organismos e microrganismos e ficam ali armazenadas.

Agricultura Regenerativa

A Dra. Carla Gheler, conselheira do CRBio-01, doutora em Ecologia pela USP e pós-doutora pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), defende as práticas da chamada agricultura regenerativa como forma não só

de maximizar o sequestro de carbono pelo solo como também de contribuir para a sustentabilidade da produção agropecuária como um todo e combater a insegurança alimentar.

Carla Gheler é coordenadora técnica da Câmara Temática de Sistemas Agroalimentares no Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), que é uma associação que reúne cerca de 100 dos maiores grupos empresariais do país e promove o desenvolvimento sustentável por meio da articulação junto aos governos e à sociedade civil. Em 2023, ela coordenou o estudo “Agricultura regenerativa no Brasil: desafios e oportunidades”², no qual o CEBDS apresenta dados importantes dos benefícios socioeconômicos e ambientais da agricultura regenerativa.



CLIQUE E OUÇA

PODCAST

Maneco Zago



Carla Gheler

O conceito da agricultura regenerativa foi introduzido em 1983 pelo norte-americano Robert David Rodale, relata Carla Gheler. Inicialmente, a proposta de Rodale era voltada para a proteção e saúde do solo, que é a base da produção agrícola. Com o passar dos anos e a evolução da ciência, o conceito se expandiu e incorporou outras diretrizes.

Uma das questões é o balanço entre as emissões e o sequestro de carbono, que ganhou relevância com a crise climática. As atividades agrícolas emitem carbono nas suas várias etapas de produção. Por outro lado, as plantas e o solo sequestram carbono da atmosfera. Um dos preceitos da agricultura regenerativa é a busca pela saúde e qualidade do solo, que por consequência auxilia na redução da emissão de carbono.

Carla Gheler informa que há laboratórios especializados

na mensuração da quantidade de carbono retida no solo, como o Centro de Pesquisa em Carbono na Agricultura Tropical (CCarbon/USP), da ESALQ. A partir de amostras de diferentes partes e profundidades do solo de uma fazenda, os pesquisadores medem a quantidade de carbono sequestrado pela produção agrícola da propriedade.

No estudo “Carbon farming in the living soils of the Americas”³, publicado em novembro de 2024, os pesquisadores concluíram que a ampliação de práticas agrícolas de manejo sustentáveis nas Américas em cerca de 30% da área agrícola (334 milhões de hectares) pode levar ao sequestro de carbono no solo de 13,1 ($\pm 7,1$) Pg de CO₂ equivalente ao longo de 20 anos, o que representa a compensação de cerca de 39% das emissões de GEE (gases do efeito estufa) agrícolas no mesmo período.

Outro aspecto central da agricultura regenerativa é a água. Um solo saudável deve permitir a percolação da água para os lençóis freáticos, mas também reter a quantidade necessária para que as plantas realizem o processo de fotossíntese e a produtividade seja melhor. A Bióloga ressalta que o uso adequado da água é crucial para a agricultura. Em cer-

tas áreas, inclusive no Brasil, a produção agrícola só é viável por meio da irrigação.

Outra variável incorporada ao conceito de agricultura regenerativa é a biodiversidade, tanto abaixo do solo como na sua superfície.

“Por fim, há a questão social. Temos que olhar sempre para as pessoas, não só para os proprietários rurais, como também para todas as pessoas envolvidas na produção, de forma direta ou indireta”, afirma Carla Gheler. “Então, a agricultura regenerativa deve considerar pelo menos esses cinco critérios: o solo, a água, o social, a biodiversidade e o clima”.

A Bióloga explica que o conceito de agricultura regenerativa abarca todas as formas de produção de alimentos, tanto de origem vegetal como animal. Cada atividade tem especificidades, protocolos e métricas próprios. No caso da pecuária bovina, é preciso levar em consideração o gás metano emitido pelo processo digestivo do gado. Na produção de leite, deve-se atentar para o alto consumo de energia elétrica das máquinas que fazem a ordenha das vacas, por exemplo.

Uma das práticas que se enquadra no conceito de agricultura regenerativa é o plantio direto, destaca a Bióloga. O plantio direto é uma prática agrícola que

EMBRAPA/GABRIEL REZENDE FARIA



consiste em semear no solo sem revolvê-lo, ou com revolvimento mínimo. É um método conservacionista que visa a preservar o solo e reduzir o impacto da agricultura no meio ambiente. A técnica já é utilizada no Brasil há algumas décadas e, quando combinada com a manutenção do solo coberto por meio da palhada ou por espécies forrageiras, traz importantes impactos positivos para a produção e para a natureza. A presença da palhada ou de espécies forrageiras preserva a biodiversidade do solo e retém a umidade da água da chuva. Os resíduos vegetais são gradualmente

decompostos e incorporados naturalmente ou por revolvimento ao solo, e a matéria orgânica provê nutrientes para as plantas se desenvolverem. O plantio é feito diretamente em cima da cobertura vegetal.

“Há várias outras práticas em linha com a agricultura regenerativa, como a ILPF, Integração Lavoura, Pecuária, Floresta, que integra a produção agrícola com a pecuária e silvicultura, seja de espécies nativas ou exóticas. O fundamental na agricultura regenerativa é conciliar a produção de alimentos com a conservação do meio ambiente”, conclui Carla Gheler.

Diversidade de sistemas de produção agrícola

Rachel Prado, que fez doutorado na USP – Campus de São Carlos e MBA na Esalq/USP e atualmente está lotada na Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna (SP), trabalha com a temática de serviços ecossistêmicos. Ela considera que a diversificação de culturas e modos de produção agrícola é fundamental para promover a multifuncionalidade da paisagem rural, com a entrega de alimentos, fibras e energia, mas também de diversos outros serviços ecossistêmicos, como estoque de carbono, água de quali-

Palhada de milho cobre o solo

EMBRAPA/GABRIEL REZENDE FARIA



dade, polinização e regulação do clima, entre outros. Nesse sentido, o sistema de produção agropecuário ILPF tem sido o principal avanço do agronegócio brasileiro em direção à sustentabilidade.



Rachel Prado

O sistema combina produ-

ção agrícola, pecuária e florestal em uma mesma área, por meio de cultivos consorciados (plantio simultâneo de duas ou mais espécies), em sucessão (de forma sequencial no mesmo ano) ou em rotação (alternando anualmente), de forma que haja benefício mútuo para todas as três atividades.

Um caso típico no Brasil é a combinação, em uma mesma fazenda, das culturas de soja e milho, em consórcio ou sucessão. Entre as colheitas e os novos plantios, o gado ocupa a área transformada em pasto. O terceiro elemento, o florestal, consiste em árvores, geralmente eucaliptos, dispostas em fileiras que cortam a propriedade.

A ILPF contribui direta-

te para a melhoria da qualidade do solo e, de forma mais ampla, para a sustentabilidade ambiental, destaca Rachel Prado. A alternância de culturas e pasto permite ao solo descansar. O gado solto no campo defeca no terreno, o que aumenta o material orgânico no solo.

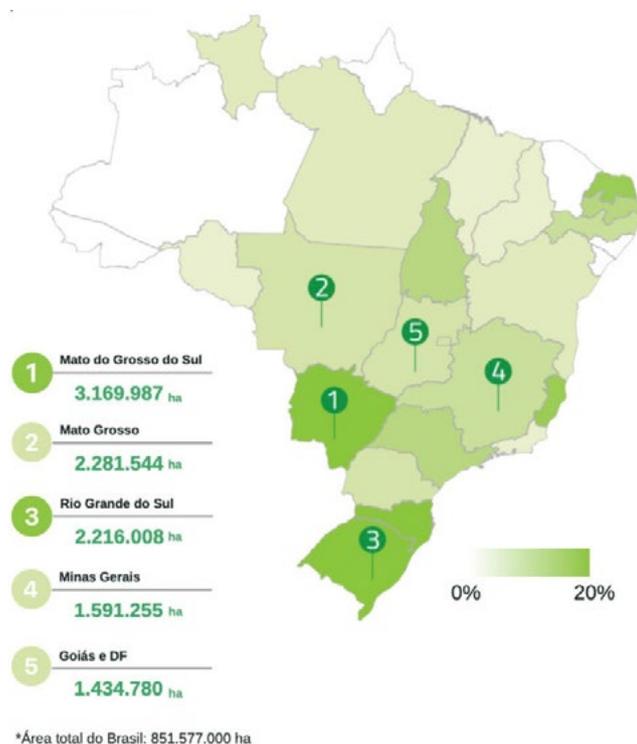
O componente arbóreo, que possui raízes profundas, facilita a infiltração da água das chuvas no solo, que é drenada para os lençóis freáticos. A maior percolação reduz a quantidade de água acumulada na superfície do solo durante as chuvas intensas e assim previne as erosões e os assoreamentos de rios. Os lençóis freáticos abastecidos liberam a água aos poucos para os córregos



CLIQUE E OUÇA

PODCAST

Rachel Prado



Região	Estado	Áreas sob uso agropecuário (ha)	Área com integração 2020/2021* (ha)	(%)
Norte	Acre	155.0224	473	0,03
	Amazonas	2.221.744	14.299	0,64
	Amapá	242.498	0	0
	Pará	13.493.870	649.615	4,81
	Rondônia	6.700.660	118.952	1,78
	Roraima	710.225	28.001	3,94
	Tocantins	8.065.233	760.459	9,43
Nordeste	Alagoas	1.555.272	7.021	0,45
	Bahia	21.996.268	829.583	3,77
	Ceará	5.142.852	62.898	1,22
	Maranhão	4.797.636	105.012	2,19
	Paraíba	2.152.310	207.050	9,62
	Pernambuco	4.273.523	330.863	7,74
	Piauí	5.599.900	112.661	2,01
Centro-Oeste	Rio Grande do Norte	2.298.618	336.666	14,65
	Sergipe	1.282.116	2.696	0,21
	Goiás e DF	19.745.814	1.434.780	7,27
	Mato Grosso do Sul	30.957.213	2.281.544	7,37
Sudeste	Mato Grosso do Sul	19.504.048	3.169.987	16,25
	Espírito Santo	1.186.482	179.544	15,13
	Minas Gerais	19.217.726	1.591.255	8,28
	Rio de Janeiro	1.016.170	18.211	1,79
	São Paulo	14.916.482	1.308.933	8,78
Sul	Paraná	9.387.407	633.106	6,74
	Rio Grande do Sul	7.108.887	2.216.008	31,17
	Santa Catarina	3.573.999	1.031.917	28,87
Total		208.697.177	17.431.533	8,35

*Valores extrapolados a partir dos dados da pesquisa com base nas áreas sob uso agropecuário.

Rede ILPF

por meio das nascentes. As fileiras de árvores, geralmente de eucaliptos, criam áreas de sombras no pasto, onde o gado consegue se proteger da incidência dos raios solares. Em um país com temperaturas elevadas, crescentemente devido ao aquecimento global, a mitigação do calor é essencial para o bem-estar animal, que impacta positivamente na produtividade. Os produtores também ganham com a comercialização da madeira do eucalipto, que é considerada de boa qualidade. Por ser resistente e durável, ela é utilizada na construção civil e na fabricação de mobiliário, embalagens e paletes. Pesquisas em curso no Bra-

sil verificam a viabilidade econômica e praticidade do manejo agrícola de espécies arbóreas nativas, como o babaçu, que possam também ser utilizadas na ILPF, salienta a Bióloga.

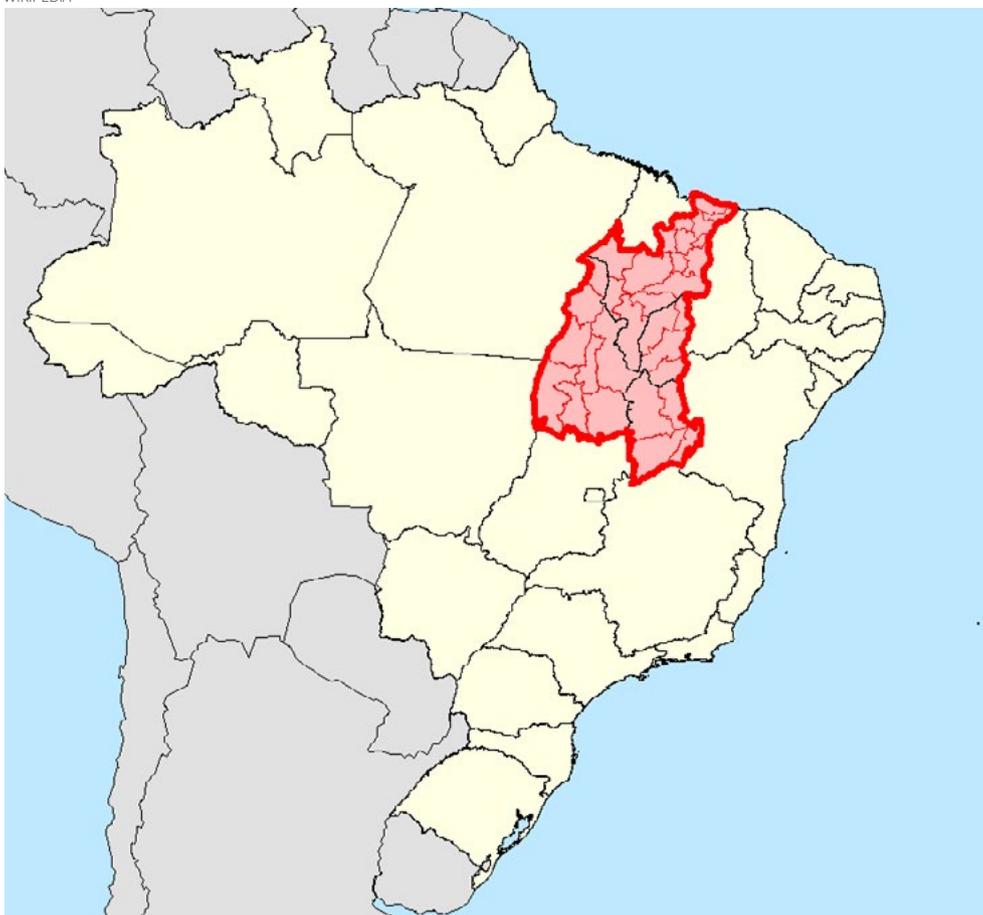
Rachel Prado ressalta outro benefício para o meio ambiente do plantio de árvores em propriedade agrícolas, que é o sequestro de carbono da atmosfera. Ela explica que os produtores preferem plantar eucaliptos nas propriedades, não só devido ao valor da madeira no mercado, mas também porque as copas dessas árvores são altas e não atrapalham a movimentação do maquinário agrícola. (Ouça o podcast com Rachel Prado).

A ILPF já é uma realidade no

Brasil. Os ganhos em produtividade e receita, além da melhoria da imagem pública, estão estimulando os produtores a aderir ao sistema. A área com ILPF no país aumentou 52% da safra de 2015/2016 até a safra de 2020/2021 e chegou a um total de 17,4 milhões de hectares, equivalentes a 8,35% da área total sob uso agropecuário no Brasil, segundo a Associação Rede ILPF.

O sistema está presente principalmente nos estados do Rio Grande do Sul (com 31,2% da área agrícola), Santa Catarina (28,9%), Mato Grosso do Sul (16,2%), Espírito Santo (15,1%) e Rio Grande do Norte (14,6%). Em área cultivada no sistema ILPF, Mato Grosso do Sul lidera o

WIKIPEDIA



Mapa do Matopiba

ranking nacional com 3,2 milhões de hectares, seguido por Mato Grosso (2,3 milhões de ha), Rio Grande do Sul (2,2 milhões de ha), Minas Gerais (1,6 milhões de ha) e Goiás/DF (1,4 milhões de ha).

A Embrapa concede um selo de certificação para propriedades com ILPF, que propicia ganhos comerciais e de imagem para os produtores, destaca a Bióloga. “Esse sistema é um primeiro passo para o que eu chamo de multifuncionalidade da paisagem rural”, afirma Rachel Prado. “A proposta é que as áreas rurais entreguem outros benefícios além da produção de alimentos e fi-

bras, como já mencionado, tornando-se inclusive mais atraentes para o turismo”.

Agrotóxicos

O chamado Matopiba, acrônimo que denomina a região na interseção dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, é nova fronteira de expansão do agronegócio brasileiro. Do ponto de vista da provisão de serviços ecossistêmicos, o Matopiba se destaca como grande produtor de alimentos, sobretudo de soja, mas também de arroz, milho e algodão.

Em contrapartida, a região peca por não prover outros

serviços ecossistêmicos, como a entrega de água, estoque de carbono, ciclagem de nutrientes e regulação climática. A rápida expansão agrícola no Matopiba se caracterizou pelo desmatamento da vegetação nativa e a utilização de práticas agrícolas prejudiciais ao meio ambiente.

Os especialistas chamam a atenção para o uso excessivo de agrotóxicos nas fazendas no Matopiba e em outras regiões do país. Esses produtos químicos sintéticos visam a proteger a lavoura da ação danosa de certos organismos, as chamadas pragas. Mas a sua aplicação indiscriminada degrada a biota presente na superfície e interior do solo, o que prejudica a ciclagem de nutrientes.

Quando chove, a água carrega os agrotóxicos pulverizados na lavoura para os rios. Outra parte da água contaminada se infiltra no solo, chega aos lençóis freáticos e brota nas nascentes que alimentam os córregos. O controle biológico de pragas, técnica que utiliza organismos vivos para combater as pragas, é uma das formas de reduzir o uso de agrotóxicos. Um exemplo é a disseminação nas plantações de alguns tipos de joaninha que comem determinados fungos nocivos às plantas. Técnicas baseadas na Biologia são crescentemente

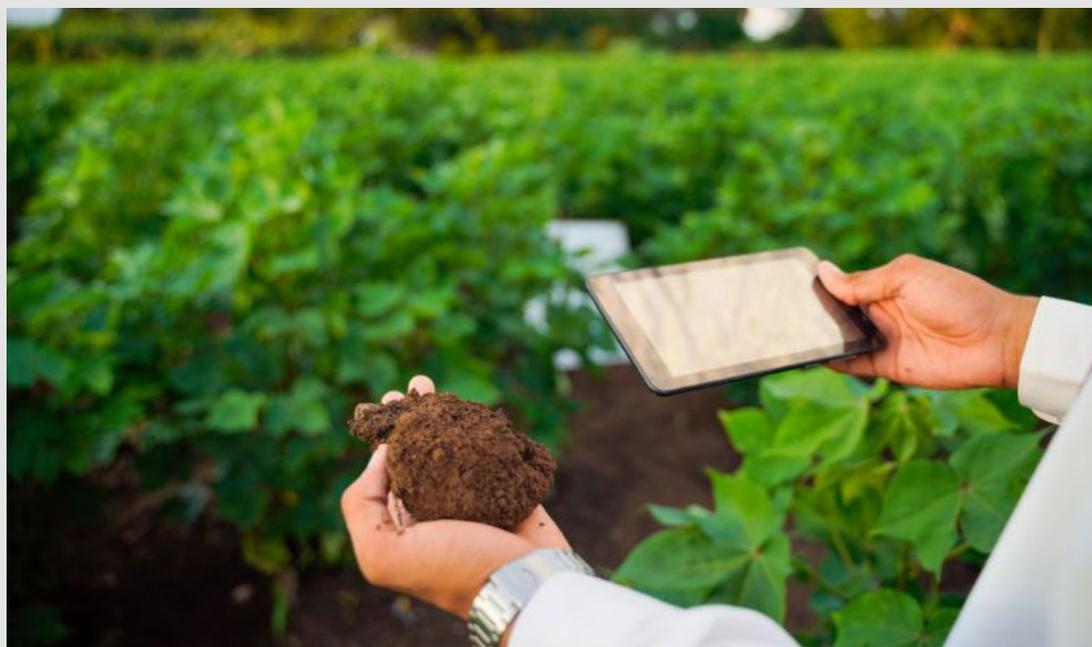
utilizadas pelos produtores rurais no Brasil, o que abre oportunidades de trabalho para Biólogas e Biólogos.

Biólogas e Biólogos na agropecuária

O Brasil é comumente chamado de “celeiro do mundo”. Somos um dos maiores exportadores mundiais de produtos agropecuários, com destaque para soja, café, açúcar, suco de laranja, etanol de cana-de-açúcar e carne bovina e de frango. As áreas cultivadas, pecuária e silvicultura no país contribuem para 21,4% do PIB e 19,5% da força de trabalho nacional, segundo o “Relatório Temático Agricultura, Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos”⁴.

Carla Gheler enfatiza que há muitas oportunidades para as Biólogas e Biólogos no agronegócio. Os engenheiros agrônomos têm conhecimento técnico específico aprofundado, mas os Biólogos contam com uma visão sistêmica ampla do meio ambiente. Os dois perfis, assim como os de profissionais com outras formações, se complementam.

Ela aponta uma carência nas graduações de Ciências Biológicas de matérias voltadas especificamente para



a agropecuária. O foco das grades curriculares é nas cadeiras tradicionais da Biologia, que propiciam a tal visão sistêmica. Com essa base, afirma Carla Gheler, o formando interessado em trabalhar no agronegócio pode complementar a sua formação com cursos de especialização, mestrado e doutorado. Ela cita, em particular, os cursos de MBA da ESALQ/USP, universidade de referência em agricultura, cujo campus fica localizado em Piracicaba (SP).

Biólogos qualificados estão aptos a exercer diversas funções no setor, avalia Carla Gheler. Eles podem se especializar na pesquisa do solo, seja no trabalho de campo

de investigação e de coleta de amostras ou na análise laboratorial do material recolhido. Podem exercer funções diretamente ligadas à produção ou na formação de mão de obra e ainda na gestão administrativa das propriedades rurais e empresas. “Aqui no CEBDS, temos uma empresa associada produtora de fertilizantes que tem um Biólogo como responsável pela área de agricultura regenerativa. Recentemente, conheci um Biólogo que trabalha em um banco holandês com atuação no Brasil e gerencia a área de agronegócio no banco”, conta Carla Gheler. “Ser Bióloga não me limita, pois o fundamental é ser um profissional qualificado”.

1 Link para o SiBCS. - https://drive.google.com/file/d/17HSB00MbhsUutpbpx3lbw6cBEJDdGJ_j/view?usp=sharing
 2 Link para o estudo - <https://cebds.org/publicacoes/agricultura-regenerativa-no-brasil-desafios-e-oportunidades/>
 3 Link para o estudo - <https://drive.google.com/file/d/1Lp6fXL56a3Xzo4y8cGjJ-9ELaKpO3egf/view?usp=sharing>
 4 <https://www.bpbns.net.br/produto/relatorio-tematico-agricultura-biodiversidade-e-servicos-ecossistemicos/>

SOLO ABRIGA CERCA DE 10 BILHÕES DE ESPÉCIES, 59% DO TOTAL NO PLANETA

Bióloga Cintia Niva, da Embrapa, participa de iniciativa da FAO/ONU de criação do Observatório Global da Biodiversidade do Solo

A DRA. CINTIA Carla Niva, doutora pela Universidade de Kobe, no Japão, e especialista na biota do solo, afirma que novos estudos apontam que cerca de 10 bilhões de espécies habitam o interior e a superfície do solo, o que representa aproximadamente 59% do total de espécies no planeta.

Apesar do esforço da comunidade científica, apenas cerca de 1% das espécies que habita esse imenso ecossistema foi identificada e estamos perdendo espécies que nem sequer conhecemos, ressalta a Bióloga, que é pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves.

O crescimento da população mundial, que requer a expansão da produção de alimentos, e as mudanças climáticas contribuem para a degradação crescente do solo, que é um recurso não renovável. Em resposta, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação

e a Agricultura (FAO/ONU) lançou em 2022 na 15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP15) o Observatório Global da Biodiversidade do Solo (Glosob), que está em processo de implantação.

Como forma de prover base teórica para a estruturação do Glosob, a FAO estimulou o levantamento sobre o conhecimento da biodiversidade do solo no mundo, que foi realizado em projeto liderado pelo pesquisador George Brown, da Embrapa Florestas. Cintia Niva é a primeira autora de um dos artigos da série que apresenta os resultados, intitulado “Knowledge distribution on soil invertebrate macrofauna and bioturbating vertebrates: a global analysis using data science tools”, que será publicado na revista científica *Soil Organisms*. O Glosob tem como objetivo desenvolver indicadores padronizados para melhorar



Cintia Niva

a capacidade de monitoramento do solo pelos países. As prioridades são criar métodos padronizados, integrar a biodiversidade nas pesquisas sobre o solo, capacitar mão de obra, aumentar a conscientização de organizações que trabalham com o solo e melhorar a interação entre as políticas públicas.

“Fomos procurados pela FAO para fazer um levantamento sobre o que se conhece da biodiversidade do solo. Os artigos estão para sair. A FAO quer incentivar o monitoramento da biodiversidade do solo no mundo inteiro, porque está preocupada com a produção sustentável de alimentos”, destaca a Bióloga.

Biota do solo

Cintia Niva afirma que o conhecimento sobre as espécies e interações que ocorrem no solo ainda é bastante limitado, mas há um interesse crescente da comunidade científica sobre o tema. Com o aprofundamento dos estudos, os pesquisadores compreenderam a importância da biota para a fertilidade do solo, que antes era associada principalmente a aspectos químicos.

O ecossistema do solo é muito complexo, ressalta a Bióloga, e composto por duas partes: o interior do solo propriamente dito e a sua superfície. As duas partes interagem e uma depende da outra. O solo é onde a vida começa e termina.

A biota do solo é composta pelos estimados dez bilhões de espécies de animais vertebrados e invertebrados, fungos e bactérias. As raízes das plantas também são consideradas integrantes da biota. Parte desses seres vive apenas dentro do solo, outra parte só na superfície e há espécies que habitam o interior e superfície.

Nesse último grupo, há seres que transitam entre o interior e o exterior, como parte das espécies de minhocas. E há outros que passam o ciclo inicial de vida dentro do solo como larvas e ganham o exterior quando adultos, como as cigarras e algu-



mas espécies de besouros. Cintia Niva explica que a maior parte da vida está concentrada na camada mais superficial do solo, a uma profundidade de até cinco centímetros principalmente, chegando a até 30 centímetros ou pouco mais, de acordo com as características do local. Pode-se dizer que essa é a camada orgânica do solo, em contrapartida à camada mineral, que fica a profundidades maiores.

“A gente pode dizer que a fertilidade do solo é a disponibilidade de nutrientes para as plantas crescerem. Mas de onde vêm esses nutrientes? Em boa parte, vêm como resultado da decomposição da matéria orgânica, plantas e animais que

vão se depositando sobre o solo”, conta a Bióloga.

A decomposição é feita diretamente pelos microrganismos (fungos e bactérias), mas também por animais vertebrados e invertebrados. Por exemplo, um animal come parte de um fruto que caiu na superfície do solo e o fragmenta em partículas menores. Em seguida, ele defeca e deixa sobre o solo o material orgânico já parcialmente decomposto. Essa ação facilita o trabalho dos microrganismos. Eles produzem enzimas que degradam as moléculas do material orgânico em nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, mas também fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e outros. As raízes das plantas con-



tam com estruturas especiais para absorver os nutrientes que estão no solo. As plantas, da vegetação rasteira a grandes árvores, usam os nutrientes para a formação das suas estruturas. No futuro, partes dessas plantas e a sua totalidade vão morrer e cair sobre o solo, e a matéria orgânica será degradada.

Esse processo é denominado ciclagem de nutrientes. Eles passam por vários organismos e estados. Compõem a estrutura e metabolismo de uma planta; quando a planta morre, são degradados e ficam armazenados no solo; são então absorvidos pelas raízes; e voltam a integrar a estrutura de uma planta.

Cintia Niva destaca que certos microrganismos mantêm uma associação com as raízes de determinadas espécies de plantas. É caso das bactérias fixadoras de nitrogênio, que ajudam algumas raízes a absorverem esse nutriente disponível no solo.

“Boa parte da produtividade da soja no Brasil vem da associação com as bactérias fixadoras de nitrogênio, que ajudam no crescimento das plantas. Isso tem gerado muito progresso na agricultura em relação à soja”, aponta a Bióloga.

Os animais invertebrados e vertebrados, além de contribuir na degradação da matéria orgânica, trabalham na estrutura do solo. Eles ajudam na infiltração de

água e ar, na incorporação da matéria orgânica ao solo e na regulação da ação de microrganismos. Exemplos desses animais são as minhocas, besouros, micro minhocas, cupins, formigas, colêmbolos e tatuzinhos, além de vertebrados como mamíferos, répteis e anfíbios.

“O solo é muito importante na nossa vida. Ele é muito mais do que a superfície onde a gente pisa, onde a gente constrói e vive. O solo vivo é a base para a agricultura e florestas, para a natureza como um todo. A conservação de uma rica rede de seres interagindo no solo garante a sua saúde e, consequentemente, um meio ambiente dinâmico, produtivo e resiliente”, enfatiza Cintia Niva.

O SOLO É BASE DE TODA REGENERAÇÃO FLORESTAL

Recuperar o equilíbrio do solo deve ser o primeiro passo de um projeto de restauração, afirma o especialista Maneco Zago

HÁ MUITOS MOTIVOS para precisar realizar um projeto de recuperação florestal: danos causados por queimadas, desmatamento, desastres ambientais. Mas realizar a recuperação pode se mostrar um desafio se não se prestar atenção à base de todos esses projetos: o solo sobre o qual a nova floresta vai se assentar.

O Biólogo José Manoel (Maneco) Cardoso Zago, especialista em solos e agricultura, é instrutor do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), onde realiza um trabalho de extensão rural com produtores locais em projetos de restauração ecológica.

“O pessoal está acostumado só a plantar árvore, mas o começo da restauração é o solo. Não tem como fugir. Se você planta uma árvore numa área que o solo não está bem, não está saudá-

vel, você trava todo o processo de sucessão ecológica que vai acontecer”, ressalta Maneco Zago.

O processo de devolver ao solo seu equilíbrio perdido é complexo e depende dos danos que esse solo sofreu, conta ele. Existem vários tipos e níveis de degradação do solo – desde um solo compactado, de solução mais simples, até uma área afetada pela voçoroca (grandes buracos causados pela erosão). As ferramentas necessárias para remediar o solo dependerão do nível de dano e da causa – queimadas, desmatamento, contaminação por metais pesados.

A análise química, física e biológica é fundamental para entender quais são as deficiências daquele solo e o que será necessário para fazer com que ele esteja pronto para ser utilizado – seja na agricultura, seja para o plantio de uma nova floresta.

Na parte química, as deficiências de nutrientes podem requerer correção de pH, calagem ou gessagem, por exemplo. A parte física tem a ver com a estruturação do solo, enquanto a parte biológica está relacionada aos organismos vivos que habi-



Maneco Zago

tam aquele solo, desde microrganismos até minhocas e outros animais.

“Se o solo tiver um pH mais ácido, é preciso jogar calcário para elevar o pH para 5,5 ou 6,5 para que alguma coisa cresça. Se houver alumínio no solo, é preciso fazer gessagem, porque o alumínio no solo, em profundidade, corrói a coifa das raízes das plantas. É por isso que a gente vê algumas florestas que foram plantadas dez anos atrás e não crescem. Corrigir os parâmetros químicos é extremamente importante, porque o parâmetro químico também vai influenciar no biológico. Então não basta pensar na biologia do solo e ter matéria orgânica para ajudar a estruturar. É preciso corrigir



primeiro o pH, pois grande parte dos microrganismos benéficos para o solo estão nessa faixa ótima de 5,5 ou 6,5,” explica Maneco Zago. Segundo ele, são muitos os fatores que afetam o solo: a compactação pode exigir subsolação, com o uso de tratores; mudanças no regime de chuvas requerem estratégias como bacias de contenção e cavas de acumulação de água, para irrigar o solo e diminuir a percolação, de modo a aproveitar ao máximo a água disponível.

Adubação verde

Para realizar o plantio de modo mais saudável e sustentável, preservando o solo

e minimizando sua degradação e desgaste, Maneco Zago ensina aos agricultores técnicas de plantio direto – quando o plantio é feito sobre os restos de matéria orgânica da última colheita. A matéria orgânica protege o solo e favorece a biota e a ciclagem de nutrientes, que possibilitam a economia de uso de fertilizantes químicos e minimizam a necessidade de arar o solo. Esses restos de matéria orgânica são fruto da adubação verde, uma prática que tem ganho mais adeptos no Brasil, que veem nessa técnica uma maneira de manter o solo de suas áreas de cultivo mais saudável e protegido na entressafra.

A adubação verde consiste em usar determinadas espécies de gramíneas ou leguminosas – como o milho, a crotalária ou o feijão-guandu – como uma ferramenta para estruturar melhor o solo e cobri-lo durante a entressafra, protegendo o solo e evitando que fique descoberto e se desgaste. Essas plantas de cobertura também ajudam na produção de matéria orgânica e fixação de nitrogênio no solo.

“A adubação verde nada mais é do que usar plantas como bomba de nutrientes. Por exemplo: quando se planta alface, a raiz dessa alface está nos primeiros 20 centímetros do solo; se plantarmos só alface, esgotamos os nutrientes dessa camada. Mas isso não quer dizer que não há nutrientes abaixo dos 20 centímetros. Então, se depois da safra de alface, entrarmos com uma adubação verde, como crotalária, guandu, milho, que têm a raiz mais profunda, essas plantas conseguem pegar os nutrientes que a raiz da alface não conseguiu pegar”, explica Maneco Zago.

As espécies plantadas na entressafra mantêm a cobertura do solo e, com o tempo, produzem uma camada de palhada que ajuda a manter a umidade e os nutrientes do solo e elimina

a necessidade de revolvê-lo frequentemente.

A adubação verde também pode ser usada em projetos de recuperação florestal. O objetivo, nesse caso, é imitar o processo de sucessão ecológica da floresta, com as diferentes espécies se desenvolvendo até que a floresta clímax se estabeleça. Nesse caso, o plantio de espécies de adubação verde juntamente com as espécies pioneiras daquela futura floresta vai, além de todos os benefícios já mencionados, ainda fornecer sombra para aquelas mudas em crescimento e evitar o desenvolvimento de espécies invasoras, como a braquiária, que poderiam prejudicar o crescimento das mudas. A adubação verde funciona, conta Maneco Zago, como uma maneira de adiantar os processos de sucessão ecológica.

“Como cai muita folha do feijão-guandu, ele cria uma camada de serrapilheira muito boa e adianta um processo de criação de serrapilheira numa área de restauração que iria demorar três ou quatro anos para começar. Se eu tenho serrapilheira, eu tenho melhor estruturação do solo e mais microrganismos naquele solo,” conta o Biólogo. “Os benefícios são gritantes. Tem áreas de restauração em que eu só plantei o feijão-guandu e

a muda, sem adubar. Em cerca de dois anos, a minha embaúba ultrapassava dois metros de altura e o guapuruvu estava gigante também. Sem dar manutenção alguma. Então eu reduzi todo esse manejo que eu teria que dar. Para quem está fazendo restauração, usar adubação verde é excelente também para diminuir o custo do projeto de restauração e para a melhoria do solo de modo geral.”

Certificações

Práticas como a adubação verde são parte de uma estratégia de manejo mais sustentável da terra que pode ajudar agricultores não apenas a reduzir custos de produção, mas também a receber certificações específicas que podem aumentar o preço de seus produtos e abrir novos mercados.

Certificações de produção integrada como a Global GAP, que é bastante requisitada para exportação para a Europa, e a PIMo (Produção Integrada de Morangos) estabelecem requisitos mínimos de sustentabilidade na produção, que incluem um cuidado maior com o uso do solo, além de outros aspectos, como uso menor de agrotóxicos; aspectos trabalhistas, como obrigação do uso de EPIs; entre outros.

Com as certificações, os produtores podem ter aces-



so a mercados estrangeiros e a consumidores interessados em consumir produtos com garantia de produção sustentável, explica Maneco Zago. Ou seja, investir na sustentabilidade da produção traz benefícios para todos: “Isso é algo que eu digo sempre aos produtores: os benefícios são enormes quando trabalhamos com a biodiversidade.”

INFRAESTRUTURA VERDE

Bióloga Maitê Bueno trabalha com soluções baseadas na natureza para drenagem e desenvolvimento urbano sustentável

SEJA EM AMBIENTES urbanos consolidados ou em regiões em processo de urbanização, a preocupação com o impacto da ocupação humana sobre o meio ambiente deve ser constante, especialmente com o advento das mudanças climáticas e a ocorrência cada vez mais frequente de eventos extremos.

A Bióloga Maitê Bueno Pinheiro, conselheira do CR-Bio-01, leciona na pós-graduação do Senac, Ipog e Unesp e coordena o setor de infraestrutura verde da Gesa Engenharia, cujos projetos incluem soluções baseadas na natureza (SBNs) para drenagem e desenvolvimento urbano sustentável. Mas o que seria uma infraestrutura verde?

“Conceitualmente, esse termo infraestrutura verde se refere a uma solução baseada na natureza de planejamento territorial. A infraestrutura verde em si é uma SBN e trabalha diretamente o planejamento da paisa-

gem, pensando na criação de uma rede de sistemas naturais e sistemas tratados com design ecológico da paisagem. Isso envolve técnicas como biovaletas e jardim de chuva, por exemplo”, conta Maitê Bueno.

Segundo ela, o objetivo é encontrar maneiras de compensar as modificações que são realizadas no ambiente e minimizar os danos causados por essas modificações. Por exemplo, com a construção de casas, ruas e bairros, grande parte do solo é cimentado e impermeabilizado, prejudicando o escoamento de água. Ao mesmo tempo, as áreas verdes que sobram muitas vezes não serão irrigadas propriamente, prejudicando a saúde do solo e o crescimento das plantas. Boa parte do trabalho é realizada em ambientes que estão sendo urbanizados, como condomínios ou bairros planejados, e isso quer dizer que existe a chance de já realizar o processo de urbanização pensando em aspectos ambientais, em vez de tentar remediar problemas causados pela ocupação desordenada do espaço e da urbanização feita sem o devido cuidado com o meio ambiente.



Maitê Bueno

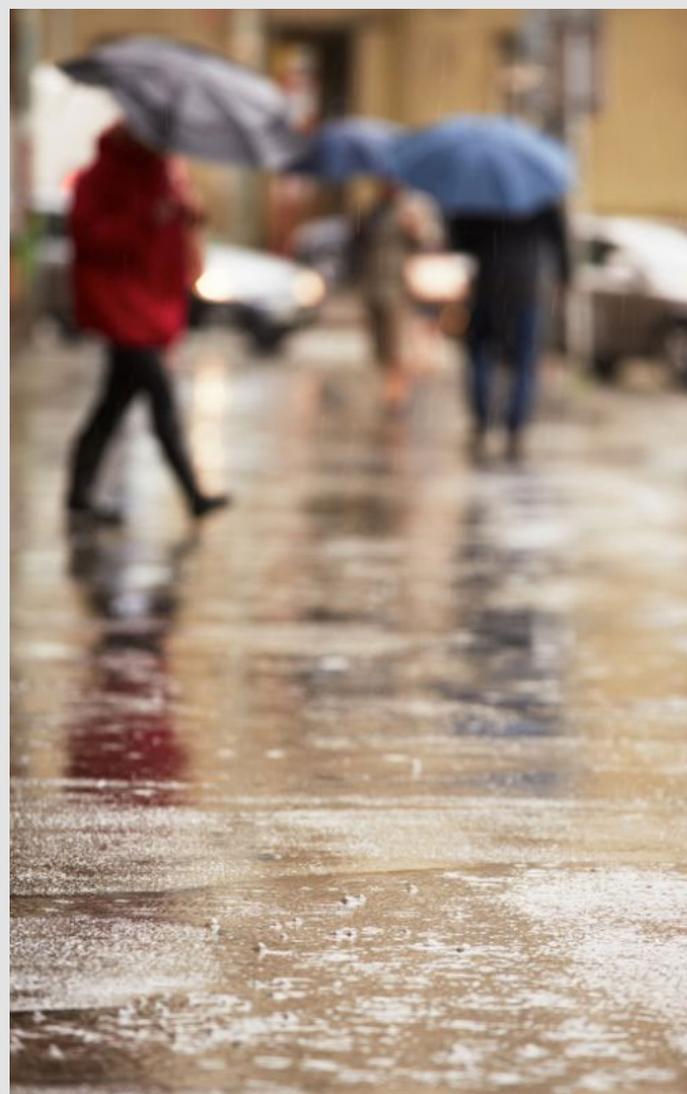
A equipe de Maitê Bueno estuda a ecologia da região, realizando um prognóstico do impacto do projeto de urbanização proposto e desenvolvendo propostas para mitigar o impacto da presença humana, com um sistema de infraestrutura verde que compreende parques, jardins de chuva, biovaletas, bacias de infiltração vegetada e outras soluções para alcançar diversos objetivos: proteger os solos contra erosão; manter a cobertura de vegetação nativa em parques e praças; promover ambientes mais frescos e agradáveis para os novos residentes; e melhorar o escoamento da água da chuva e a infiltração de água no solo. “As soluções baseadas na natureza buscam trabalhar como a natureza trabalharia

numa situação não modificada. Por isso fazemos esse diagnóstico e o prognóstico. Queremos entender a dinâmica daquele local, entender os impactos que estão sendo produzidos nele, para propor soluções que vão promover serviços ecossistêmicos”, afirma a Bióloga. Ela lembra que, nas construções tradicionais, há uma dissociação entre vegetação, solo e a água: por exemplo, existem barreiras de concreto num canteiro, que impedem que a água do escoamento entre nesses jardins. Na natureza, no entanto, não há essa distinção e os três elementos precisam atuar em conjunto. “Em relação ao solo, é muito importante a gente compreender o seu perfil. Sempre que possível, pedimos para que sejam realizados estudos de sondagem e caracterização do solo e o ensaio de infiltração, porque em cada tipo de solo, a água vai se comportar de uma determinada forma, e tem também a água subterrânea. Para fazer o projeto de infraestrutura verde, esse conhecimento do tipo do solo é importantíssimo. Tem solos que são mais frágeis, que têm maior risco de deslizamento, de movimentação de terra. Para cada um, você vai ter que agir de uma forma diferente”, conta Maitê Bueno.

Mitigação de danos

Idealmente, determinar quais áreas são mais ou menos apropriadas à ocupação humana é algo que deve ser feito antes da construção. Assim é possível evitar a ocupação de áreas de várzea, por exemplo. Mas e em áreas que já estão urbanizadas, como a cidade de São Paulo e outras metrópoles? Como aplicar a infraestrutura verde para melhorar a relação da cidade com a natureza? O problema de São Paulo e de outras grandes cidades é que todos os territórios já foram ocupados, inclusive áreas onde os rios encham. Os rios foram canalizados e esquecidos embaixo das vias, enquanto o solo foi sendo mais e mais ocupado e impermeabilizado. Em um bairro planejado, seria possível calcular o impacto da impermeabilização do solo e planejar estratégias de compensação com a ajuda da infraestrutura verde. Em uma cidade já urbanizada, desfazer essa cobertura do solo é um trabalho muito mais árduo.

A solução para uma cidade como São Paulo é, em primeiro lugar, preservar as áreas livres. Ainda há muitos espaços livres em São Paulo, que deveriam ser preservados e priorizados com restauração ecológica, soluções baseadas na natureza, para que eles tenham uma fun-



ção ecológica para a cidade,” afirma Maitê Bueno: “E desapimentar o que for possível. Uma solução simples seria transformar todas as rotatórias em áreas verdes. Os canteiros nas avenidas e calçadas devem ser mais largos e os parques precisam ser melhor distribuídos.” A Bióloga também alerta para o fato de que, com as mudanças climáticas e eventos extremos cada vez mais frequentes, é preciso garantir que as novas construções já atendam padrões de sus-



tentabilidade, com dispositivos que possam minimizar os impactos. É importante também discutir as desapropriações em áreas de risco – um assunto muito delicado, ressalta ela, porque trata-se dos lugares onde as pessoas vivem e com os quais têm fortes relações.

“Ano passado foi lançada a política pública, no âmbito do governo nacional, das cidades verdes e resilientes, que vai discutir o papel dessas soluções baseadas na natureza para a preservação e restauração dos nossos ecossistemas e preservação e restauração das funções do solo. O caminho é direcionar o uso e ocupação do solo para uma forma mais resiliente e que favoreça os serviços ambientais e ecossistêmicos, e não o oposto;

que a gente não fique lutando contra as forças da natureza,” ressalta a Bióloga.

Regulamentação

De acordo com Maitê Bueno, um obstáculo para a realização de mais projetos de infraestrutura verde é o aspecto legal. Enquanto as regras de construção com técnicas tradicionais têm um arcabouço legal claro que respalda os projetos, o mesmo não acontece com projetos que utilizam infraestrutura verde e SBNs.

“Já fizemos um projeto em que conseguimos que o bairro inteiro drenasse a água só com infraestrutura verde, nenhum tubo, nada. A gente calculou e comprovou o impacto: projetando dessa maneira, você vai conseguir fazer com que a

drenagem funcione totalmente por infraestrutura verde. Mas aí tem uma dificuldade: esse empreendimento precisa ser licenciado e aprovado. Só que não temos ainda um quadro legal que dê segurança para a pessoa que vai aprovar esse empreendimento, para que ela se sinta segura de que está fazendo algo correto. Em contrapartida, todas as regras para o oposto a gente tem: quantas bocas de lobo, quantos tubos, como é o canal de concreto, tudo já está ali. Então, por mais que você demonstre cientificamente que aquilo funciona e que tem uma gama de benefícios, não se tem o respaldo legal”, lamenta a Bióloga.

Ou seja, embora os projetos de infraestrutura verde estejam se multiplicando, para que essa alternativa se consolide a longo prazo, é necessário um diálogo que envolva os muitos atores da sociedade: poder público, setor privado, indústrias, ONGs e instituições de educação. “É necessário que toda a comunidade participe, acompanhe e monitore os projetos. A gente tem uma cultura do ciclo dos quatro anos das políticas públicas. Não pode ser assim. Você planta uma árvore, uma muda, e ela precisa de tempo para crescer e atingir o seu ápice de serviços ecossistêmicos. Na natureza, tudo é a longo prazo.”

USO DE MICRORGANISMOS PERMITE UMA AGRICULTURA COM MENOR IMPACTO AMBIENTAL

Pesquisador detalha como fungos e bactérias são amplamente utilizados em fazendas em Mato Grosso

EXISTEM VÁRIAS maneiras de melhorar a qualidade do solo, promover o crescimento das plantas e protegê-las contra a ação de pragas agrícolas. Embora o uso de fertilizantes químicos e defensivos seja o meio mais conhecido, há uma maneira que pode parecer inusitada a princípio, mas já está consolidada no mercado e com ótimos resultados: o uso de microrganismos.

Fungos e bactérias podem ser utilizados de maneira eficiente na biorremediação, um processo que se vale de microrganismos para remover substâncias nocivas à saúde do solo, como metais pesados ou resíduos de agrotóxicos. Além disso, esses microrganismos são essenciais para a qualidade e fertilidade do solo. É possível enriquecer um solo pobre com a aplicação de microrganismos previamente cultivados em laboratório.

O Prof. Dr. William Pietro de Souza, doutor em Biotecnologia e Biodiversidade e mestre em Engenharia Agrícola, trabalha com microrganismos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Campo Verde, onde é professor do ensino básico, técnico e tecnológico.

“No meu doutorado, eu trabalhei com biorremediação. Aqui em Mato Grosso, existem áreas impactadas pelo garimpo, sobretudo em Poconé, cidade que é a porta de entrada do Pantanal mato-grossense. Nós selecionamos e aplicamos microrganismos para promover a retirada do mercúrio do solo, visando a estabelecer uma estratégia de recomposição das qualidades ideais desse solo e retirando esse metal pesado, que é extremamente nocivo para qualquer forma de vida”, conta William Pietro. “Já no Instituto Federal eu



William Pietro

trabalho com aplicação de microrganismos na agricultura, usando microrganismos como estratégia para promover o crescimento de plantas e controlar fitopatógenos. Eu direcionei o que aprendi no doutorado para essa área.”

Segundo William Pietro, o solo é um ótimo ambiente para buscar e isolar os microrganismos interessantes para uso na agricultura. Por exemplo, existem microrganismos que produzem fitormônios ou que modificam a solubilidade de nutrientes como fósforo, zinco e potássio, que são importantes para as plantas. Baseado no que o microrganismo faz, os



pesquisadores selecionam os melhores e mais vantajosos e aplicam no solo ou na planta, acompanhando o seu desenvolvimento e comparando com plantas que não receberam o microrganismo.

Os microrganismos que são usados na agricultura com o objetivo de melhorar a fertilidade ou produtividade das lavouras são conhecidos como bioinsumos. Além disso, os microrganismos podem agir sobre outros microrganismos que causam doenças nas plantas, os fitopatógenos; ou podem combater insetos e outras pragas agrícolas, permitin-

do um controle biológico de pragas e diminuindo a quantidade de defensivos químicos que precisam ser aplicados no solo. É uma forma de realizar uma agricultura com menor impacto, ressalta o professor.

Os microrganismos podem ser aplicados já na semente – o produtor pode comprar a semente já contendo microrganismos ou pode aplicar nas sementes na própria fazenda. Também podem ser aplicados na raiz, na folha ou durante o desenvolvimento da cultura no solo. “Conforme a semente vai germinando, esses microrganismos estabelecem re-

lações com a planta. Em alguns casos, eles podem invadir os tecidos da planta, como os microrganismos que chamamos de endofíticos. Em outros casos, podem colonizar a superfície da planta à medida que ela se desenvolve. Os microrganismos podem colonizar a parte aérea da planta ou ficarem associados as raízes, compondo a comunidade microbiana rizosférica”, conta ele.

São muitos os resultados positivos do uso de microrganismos nas grandes lavouras mato-grossenses. Um exemplo é a redução do uso do nitrogênio na agricultura: segundo William Pietro, na lavoura de soja não é necessário aplicar nitrogênio graças ao uso de bactérias fixadoras de nitrogênio, com as quais as sementes de soja são inoculadas.

“Em outras culturas, você ainda precisa aplicar, mas reduz consideravelmente a aplicação de nitrogênio, que é um elemento muito caro e causa prejuízos ambientais. As indústrias que produzem nitrogênio gastam muita energia. Então, quando você reduz a dependência desse nutriente, indiretamente, está contribuindo para a diminuição da poluição e da liberação de gás de efeito estufa”, afirma ele. “Além disso, quando um produtor aplica fertili-

zantes químicos, como fósforo e nitrogênio, uma parte desses nutrientes será absorvido diretamente pela planta. Mas outra parte pode ser lixiviada, carregada e, dependendo da quantidade que foi aplicada, pode ser direcionada para os corpos d'água e resultar no processo que a gente chama de eutrofização. Já os microrganismos produzem o nutriente conforme a planta precisa; não há uma produção em excesso.”

O mesmo ocorre com o fósforo, que é um elemento finito. Para melhorar a sua disponibilidade do solo, é possível utilizar microrganismos solubilizadores de fósforo, capazes de converter formas indisponíveis desse elemento em formas que a planta consegue absorver.

“Existe um grupo específico de fungos muito útil para a recuperação de áreas degradadas, que são os fungos micorrízicos. Eles estabelecem relações com a raiz da planta e crescem emitindo um monte de filamentos que chamamos de hifas. E esses filamentos se associam com a raiz da planta e aumentam a área de contato daquela planta com o solo. O fungo pode facilitar a aquisição dos nutrientes e transportá-los para as plantas. As hifas conseguem entrar pelos microporos do solo e favorecer a aquisição

de água e nutrientes pela planta. Pelo menos 80% das plantas do planeta fazem esse tipo de associação com fungos micorrízicos.”

Nicho de mercado

William Pietro trabalha com a assim chamada “bioprospecção de microrganismo de interesse agrícola” desde 2019, quando assumiu seu cargo no IFMT. Nesse período, já selecionou microrganismos com os mais diversos objetivos.

“Nós já selecionamos microrganismos para promover o crescimento de plantas em solo com baixa fertilidade, para promover crescimento de plantas em situação de estresse hídrico e também já temos alguns trabalhos com uso de microrganismos para controlar algumas doenças que são bem prejudiciais para diversas culturas, como por exemplo o mofo branco, um fungo que ataca mais de 500 tipos de plantas”, conta ele.

Ele lembra que o solo é um dos ambientes de maior biodiversidade no planeta, e muitos dos organismos presentes no solo ainda não são nem mesmo conhecidos. Ou seja, existe muito a ser descoberto nessa área e pode ser que os microrganismos tenham potencial para aplicação em vários outros problemas da agricultura, como seca, estresse

térmico, excesso de chuva e outros tipos de variação climática exacerbada pelas mudanças climáticas. Além disso, ele ressalta, é preciso pesquisar mais microrganismos de outros biomas e de plantas cuja comunidade de microrganismos ainda não foi estudada.

“Existe um universo gigantesco de exploração e o Biólogo pode ocupar esse nicho, que está em expansão justamente por conta dessa demanda por produtos que não causam poluição, que não causam degradação, como os bioinsumos. Aqui há uma procura por pessoas para trabalhar em laboratório de microbiologia, que realizam essas técnicas. As fazendas aqui em Mato Grosso funcionam hoje como biofábricas. A fazenda contrata um grupo de pesquisadores e eles coletam amostras do solo, isolam, avaliam e multiplicam esses microrganismos para utilização na própria fazenda. O Biólogo se encaixa perfeitamente em todas as fases desse trabalho”, ressalta o pesquisador.

Diversidade e larga escala

O próximo passo no trabalho com os microrganismos é a diversificação das espécies utilizadas, enfatiza William Pietro. O uso de gêneros de microrganismos como *Beauveria* e *Metarhizium* (que parasitam insetos e auxiliam



no controle de pragas) ou *Trichoderma* e o *Bacillus* já está bem estabelecido. É preciso, diz ele, descobrir novos microrganismos que façam o trabalho que os mi-

croorganismos já descobertos fazem, permitindo maior diversidade e a realização de outras funções. Além disso, o pesquisador deseja avançar o trabalho

com os microrganismos ao ponto de desenvolver produtos que estejam facilmente acessíveis também aos pequenos produtores. O uso dos microrganismos já está consolidado nas grandes plantações – os grandes produtores compram as linhagens ou realizam a produção dos microrganismos internamente. Mas os pequenos produtores podem se beneficiar dessas técnicas para melhorar a eficiência e diminuir o impacto ambiental nas suas lavouras. “Essa é a nossa ideia para o futuro”, afirma William Pietro. “É para isso que estamos trabalhando.”

LGPD

LEI GERAL DE PROTEÇÃO DE DADOS

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

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

www.crbio01.gov.br



#MINHAFOTONOCRBio-01

FOTO: ACERVO PESSOAL DE RENATO MARTINS



O #Biólogo Renato Martins (@renato_nature) clicou esse sapinho-pitanga (*Brachycephalus pitanga*) ao lado da sua xará, a fruta pitanga, só para mostrar o tamanho desse minúsculo sapinho da Mata Atlântica, fotografado em Ubatuba, estado de São Paulo, na região da Serra do Mar.

De acordo com o Biólogo, a espécie foi descrita apenas em 2009 e é endêmica do estado de São Paulo, tendo distribuição restrita aos grandes morros da Serra do Mar em Ubatuba, São Luiz do Paraitinga e região. Mede menos de 2 cm e apresenta fluorescência.

“Há muitos anos trabalho com esta espécie na Serra do Mar e sempre quis fazer este ensaio ao lado de uma pitanga, para ilustrar quão pequena e fofo é a espécie! Mesmo já tendo encontrado e trabalhado com mais de 4 mil indivíduos, ao colocar ao lado do fruto me surpreendi com a escala! É um privilégio enorme estudar essa e outras espécies da região!”, conta ele.

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

**NEGOCIAÇÃO
DE DÉBITOS**

**PROGRAMA
DE RECUPERAÇÃO
DE CRÉDITOS**

**NÃO PERCA ESSA OPORTUNIDADE
FAÇA A SUA ADESÃO AO PROGRAMA
ATÉ A DATA LIMITE DE 12/12/2025.
REGULARIZE SUA SITUAÇÃO PROFISSIONAL!**

ACESSE WWW.CRBio-01.GOV.BR/PROGRAMA-RECUPERACAO-CREDITO

