

RADAR

SOLOS

Embrapa

2ª EDIÇÃO | MAIO | 2021

Radar Solos é uma publicação da Embrapa Solos que trata de temas relacionados ao futuro da ciência do solo

ALESSANDRO SAMUEL-ROSA | CLEITON VARGAS | ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES | ETELVINO HENRIQUE NOVOTNY | FLÁVIO GUANAES BONINI | GEORGE BROWN | JACYR COSTA FILHO | JÔNADAN MA | JOSÉ EUSTÁQUIO RIBEIRO VIEIRA FILHO | JÚLIO BUSATO | MACIEL ALEOMIR DA SILVA | MARINA GROSSI | PEDRO LUIZ OLIVEIRA DE ALMEIDA MACHADO | RICARDO RALISCH | VITOR PAULO VARGAS | WILIAN DEMETRIO | YURI RUGAI MARINHO



SUMÁRIO

PETULA PONCIANO NASCIMENTO Apresentação	03	
CLEITON VARGAS A descarbonização da cadeia do alimento começa no campo	04	
ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES E JOSÉ EUSTÁQUIO RIBEIRO VIEIRA FILHO Acumulação de capital na fertilidade dos solos: o caso do Cerrado	05	MACIEL ALEOMIR DA SILVA O uso de frequências eletromagnéticas ultrabaixas e baixas e os potenciais ganhos para a agricultura
ETELVINO HENRIQUE NOVOTNY Novas aplicações da Ressonância Magnética Nuclear em baixo campo na Ciência do Solo	06	MARINA GROSSI Visão 2050: um mapa para sistemas alimentares resilientes
FLÁVIO GUANAES BONINI Inovar, Renovar e Rever: a integração do conhecimento como alavanca para o sucesso	07	PEDRO LUIZ OLIVEIRA DE ALMEIDA MACHADO Produtos agrícolas de bases sustentáveis: exigências não tão futuras
GEORGE BROWN, WILIAN DEMETRIO E ALESSANDRO SAMUEL-ROSA Open Science, Open Data na Ciência do Solo	08	RICARDO RALISCH E JÔNADAN MA Meio século, apenas...
JACYR COSTA FILHO O protagonismo da cana na era do baixo carbono	09	VITOR PAULO VARGAS Os sistemas de adubação no futuro
JÚLIO BUSATO Melhorias e sustentabilidade nos solos do Cerrado baiano	10	YURI RUGAI MARINHO A preservação como negócio

APRESENTAÇÃO

Ampliar a capacidade de antecipar possíveis acontecimentos futuros melhora as escolhas que fazemos no presente. Analisar sinais e tendências ajuda a compreender a complexidade do mundo à nossa volta e a navegar melhor por incertezas e surpresas que inevitavelmente surgirão. E não há como pensar o amanhã apenas utilizando as informações disponíveis hoje, é preciso ir além, identificar potenciais mudanças, sinais em estágio embrionário, e considerar a incerteza na tomada de decisão.

E é em busca dessas valiosas informações sobre o futuro que o Radar Solos tem direcionado sua atenção. Identificamos e convidamos profissionais que estão na fronteira do conhecimento, que têm contato com o novo, que trabalham com a pesquisa de ponta, que lideram mercados, antecipam rupturas e colaboram com a formulação de políticas públicas. Ouvimos o que eles pensam, pois são protagonistas da mudança e participam ativamente na construção do conhecimento.

Nesta edição, além da percepção de nossos pesquisadores, trazemos a visão do mercado, de atores do setor privado, parceiros da Embrapa e importantes *players* da agricultura brasileira. São 13 ensaios que abordam variados temas relacionados ao solo, água e

sustentabilidade agrícola. Redução das emissões de gases do efeito estufa, maior armazenamento de carbono no solo e ações para construir uma economia de baixo carbono são preocupações constantes e temas desta edição. São também destacadas as exigências de *compliance* ambiental como um critério de mercado, priorizando produtos agrícolas de bases sustentáveis, e realizadas reflexões sobre mudanças que precisamos fomentar para obter sistemas alimentares mais resilientes.

É ressaltada a importância do Sistema de Plantio Direto (SPD), considerado alicerce da intensificação sustentável da agricultura brasileira; também analisado o “caso do Cerrado” e as transformações que viabilizaram a expansão agropecuária em suas terras; são relatadas as dificuldades enfrentadas para viabilizar a soja no Cerrado baiano, demonstrando a importância de se conhecer a história para lidar com novos desafios; além de salientada a importância de rever experiências e renovar conhecimentos à luz da nova realidade.

São também apontadas oportunidades potenciais para ciência do solo: política para disponibilização de dados abertos; aprimoramento do processo de adubação de culturas, transitando de recomendações isoladas para realidades de sistemas de produção; novas aplicações da ressonância magnética nuclear em baixo campo; uso de frequências eletromagnéticas ultrabaixas e baixas na agricultura; e, finalmente, as possibilidades de negócios advindas da tendência de preservação ambiental enquanto atividade econômica para o Brasil nos próximos anos.

Agradecemos a todos que aceitaram o convite para participar desta segunda edição. Acreditamos que os desafios apontados ampliam nossa visão de futuro e descortinam novas possibilidades em direção a uma agricultura cada vez mais moderna e sustentável.

Petula Ponciano Nascimento
Pesquisadora e Chefe-Geral da Embrapa Solos



CLEITON VARGAS | VICE-PRESIDENTE DE ESTRATÉGIA DA YARA BRASIL

A descarbonização da cadeia do alimento começa no campo

As

transformações pelas quais

o mundo vem passando, inclusive impulsionadas pela pandemia, reforçam a urgência de que haja um cuidado maior com o planeta. Mas a resposta demanda um amplo conjunto de ações, de diversos atores sociais, que vai desde a implementação de políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, passando pela constante educação da sociedade sobre o tema, até a adoção de práticas de fato sustentáveis pelas empresas. E a agricultura desempenha um papel de extrema relevância neste novo modelo. Por meio da descarbonização da cadeia de alimentos, será possível aliar duas das principais respostas necessárias ao futuro da humanidade: alimentar bilhões de pessoas diariamente e preservar o meio-ambiente.

Há oportunidades reais para transformar o agronegócio em parte da solução para o combate às mudanças

climáticas. Ao permitir e incentivar que os agricultores adotem práticas agrícolas inteligentes para o clima, como plantio direto, gerenciamento de nitrogênio ou cultivo de cobertura, podemos ajudá-los a reduzir as emissões de GEE (gases de efeito estufa) na atmosfera e aumentar a quantidade de carbono armazenado no solo. A descarbonização pode ser usada para criar créditos de carbono que as empresas usarão para compensar as emissões de suas operações ou para aquelas que desejam reduzir as emissões em suas próprias cadeias de abastecimento, por meio da compra de safras certificadas de baixo carbono.

E, mediante esse “cultivo do carbono”, se assim podemos chamar, os agricultores dispõem de uma oportunidade ímpar de gerar novas rendas, melhorar a qualidade dos solos que cultivam e adotar medidas positivas em prol do clima. Isto porque a demanda por soluções de descarbonização por parte da indústria privada atingiu níveis jamais vistos e, impulsionada pelo apetite dos consumidores, devem continuar em constante alta. Em breve, a rastreabilidade passará a ser uma exigência na escolha do produto na gôndola e fator determinante para o sucesso do negócio. A cadeia de valor do alimento já começa a se movimentar neste sentido, inclusive

a indústria do fertilizante, que abraçou o desafio e tem viabilizado a transformação do campo à mesa.

A mudança vai além do desenvolvimento de fertilizantes livres de carbono (via hidrogênio verde), mas passa também pelo suporte de ferramentas digitais inovadoras e, principalmente, pelo apoio integrado – inclusive financeiro – aos agricultores para a adoção de práticas positivas para o clima e para a criação de fluxos de receita verde. A sustentabilidade começa no bolso do agricultor, somente assim a nova realidade será permanente em nível sistêmico, em todas as propriedades rurais do país.

Dentro desta nova realidade, o Plano Nacional de Fertilizantes possui papel fundamental para reforçar a liderança do Brasil como exemplo de agricultura ainda mais produtiva e sustentável, ao mesmo tempo que assegura maior competitividade a um setor tão essencial para a cadeia agrícola. Estamos no caminho certo para tornar esse segmento um modelo em sustentabilidade, de forma a impactar toda a produção de alimentos. Com parcerias público-privadas mais fortes - construídas com confiança -, plataformas de dados abertas e a criação de valor verdadeiramente compartilhado, avançaremos juntos em busca de um futuro alimentar positivo para o clima.

ELISEU ROBERTO DE ANDRADE ALVES | FUNDADOR E PESQUISADOR DA EMBRAPA

JOSÉ EUSTÁQUIO RIBEIRO VIEIRA FILHO | PESQUISADOR DO INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA)

Acumulação de capital na fertilidade dos solos: o caso do Cerrado

A

sustentabilidade da agricultura

tropical no Brasil pode ser questionada. Por um lado, a expansão da produção é baseada em ganhos de produtividade. As transformações institucionais induziram inovações tecnológicas que permitiram o aumento da produção por unidade de terra e o uso sustentável dos recursos naturais. Por outro lado, o crescimento produtivo é dependente do consumo de fertilizantes, notadamente fósforo. O aumento da produtividade da terra estaria alicerçado no custo elevado da adubação e, conseqüentemente, na incompatibilidade com a sustentabilidade ambiental. Segue, então, a pergunta: o que viabilizou a expansão agropecuária em terras improdutivas com baixa aptidão à produção?

A incorporação do Cerrado brasileiro na fronteira de produção agropecuária se viabilizou por transformações institucionais e por um aglomerado de inovações tecnológicas. Segundo Alves (2010), a criação da Embrapa foi um modelo caracterizado pela escala

de operação, descentralização espacial e especialização da pesquisa. Seria a visão da agricultura focada na ciência e tecnologia. Conforme Fishlow e Vieira Filho (2020), a tropicalização dos cultivos, a correção da acidez dos solos, o controle de pragas, a fixação biológica de nitrogênio, a intensificação da mecanização, a integração produtiva, o cruzamento genético, o uso de biotecnologia e o plantio direto foram tecnologias que ampliaram a produtividade dos cultivos e que melhoraram a qualidade do solo.

O espírito capitalista de produção foi essencial na ocupação do Cerrado. A migração dos experientes produtores do Sul para o Centro-Oeste, em busca de terras mais baratas, contribuiu para a adoção de tecnologias e práticas culturais no bioma mais central do país. Os migrantes buscavam a exploração dos recursos naturais pelo uso integrado de conhecimento e não pela questão puramente extrativista. Da mesma forma, eram mais aptos a alavancar investimentos e absorver tecnologias, dado o acúmulo de conhecimento.

Os ganhos de produtividade respondem bem aos atributos do solo quando submetidos às condições normais de potencial hídrico. Porém, esse não seria o caso do Cerrado, região com características impróprias ao desenvolvimento agropecuário. A fertilização dos solos no tempo se deu por meio de um processo contínuo de adoção e difusão de tecnologias.

A adubação excessiva aumentou os níveis de nutrientes do solo, mas a gestão produtiva demandou maior grau de conhecimento por parte do agricultor para melhorar a eficiência técnica, economizando o uso dos fatores escassos. Os dados recentes indicam que a terra reduziu sua contribuição no crescimento produtivo em favor da contribuição da tecnologia. O caso do Cerrado é o nosso exemplo prático!

Referências:

ALVES, E. R. de A. Embrapa: a successful case of institutional innovation. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF v. 19, special edition of Mapa's 150th Anniversary, p. 64-72, jul. 2010.
FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness**. New York: Columbia Press, 2020.



EETELVINO HENRIQUE NOVOTNY | PESQUISADOR DA EMBRAPA SOLOS

Novas aplicações da Ressonância Magnética Nuclear em baixo campo na Ciência do Solo

O

solo desempenha um papel vital

no ecossistema. Para a humanidade, fornece alimentos, combustíveis, fibras, medicamentos e alguns materiais essenciais de construção e manufatura. Alguns exemplos de como o solo presta serviços ambientais são: suporte para raízes e fornecimento de água e nutrientes para as plantas; suporte à vida de uma miríade de microrganismos; manutenção da qualidade da água, retendo e degradando contaminantes orgânicos e inorgânicos; infiltração da água da chuva, evitando inundações; contribuição para o equilíbrio dos estoques de carbono, sendo o principal depósito de carbono da superfície terrestre; e mitigação das emissões de outros gases de efeito estufa (Blum, 1988; Lal, 1997; Maia et al., 2013).

Porém, tanto para a produção de alimentos, fibras e combustíveis pelo solo, como para sua preservação, é fundamental conhecê-lo, e nessa

busca por conhecimento da base de boa parte do que necessitamos (segundo citação de Turetta (2020), 98,8% dos nossos alimentos provêm dos solos), novas ferramentas analíticas precisam ser desenvolvidas e utilizadas. Nesse contexto, a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) em baixo campo se destaca pela sua versatilidade, baixo custo de aquisição e manutenção, facilidade de operação, celeridade das análises, alta reprodutibilidade, dispensa do uso de solventes e reagentes etc.

Apesar da ampla aplicação da RMN em baixo campo em diferentes áreas, da petrofísica à ciência e indústria de alimentos, seu uso na Ciência do Solo ainda é discreto, indicando muitas possibilidades e oportunidades para avanços tecnológicos relativos a métodos analíticos aplicados nesta ciência. Como exemplo de potencial aplicação, a capacidade do solo reter água determina a provisão de serviços hídricos vitais como fornecimento de água para as plantas, transporte de solutos (e.g. nutrientes das plantas e contaminantes) e abastecimento de aquíferos e mananciais. Uma ferramenta imprescindível ao manejo hídrico do solo é a curva de retenção da água. Tradicionalmente, a determinação da curva de retenção é morosa e dependente de equipamentos de elevado custo de aquisição e manutenção, além

de apresentar diversas limitações e dificuldades operacionais, o que faz com que novas técnicas de análise sejam propostas. A RMN em baixo campo permite rapidez e maior detalhamento das análises que pelos métodos convencionais levam meses, sendo possível obter os mesmos resultados, ou até mesmo mais precisos e acurados, em questão de horas. Outros exemplos de aplicação em desenvolvimento incluem a caracterização de fertilizantes, a determinação da porosidade de solos e carvões, a certificação de produtos orgânicos, estudos de sorção de íons metálicos etc (Novotny e Galvosas, 2020).

Referências:

- MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H.; RITTL, T. F.; HAYES, M. H. B. Soil organic matter: chemical and physical characteristics and analytical methods - a review. **Current Organic Chemistry**, v. 17, n. 24, p. 19-24, 2013.
- BLUM, W. E. H. **Problems of soil conservation**. Strasbourg: CDPE, 1988. (Nature and environment series, 39).
- LAL, R. Degradation and resilience of soils. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 352, n. 1356, p. 997-1010, 1997.
- NOVOTNY, E. H.; GALVOSAS, P. New applications of low field NMR in Soil Science. **ANZMAGazine**, v. 8, n. 1, p. 10-13, 2020.
- TURETTA, A. P. D. O papel dos solos na segurança alimentar. **Radar Solos** v.1, p. 4, 2020.

FLÁVIO GUANAES BONINI | GERENTE DE SERVIÇOS TÉCNICOS DA MOSAIC FERTILIZANTES

Inovar, Renovar e Rever: a integração do conhecimento como alavanca para o sucesso

A

manutenção, ampliação da

capacidade produtiva dos solos e o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a incorporação racional e sustentável de áreas, até então, marginais para produção de alimentos, são estratégias que têm gerado resultados reais e concretos. O Brasil é prova dessa tendência como mostram os dados da Conab (CONAB, 2021) que apontam que a produção de grãos no Brasil, nos últimos 20 anos, aumentou em 170% com um incremento de apenas 80% na área plantada.

Os mercados de insumos que atuam na construção da fertilidade dos solos seguiram a mesma tendência. No caso dos fertilizantes, os volumes evoluíram, no mesmo período, de 20 para 40 milhões de toneladas e com a constante preocupação quanto ao uso racional de nutrientes, seja no âmbito da pesquisa, indústria ou na realidade do campo. Os temas eficiência e sustentabilidade foram e continuam sendo grandes direcionadores

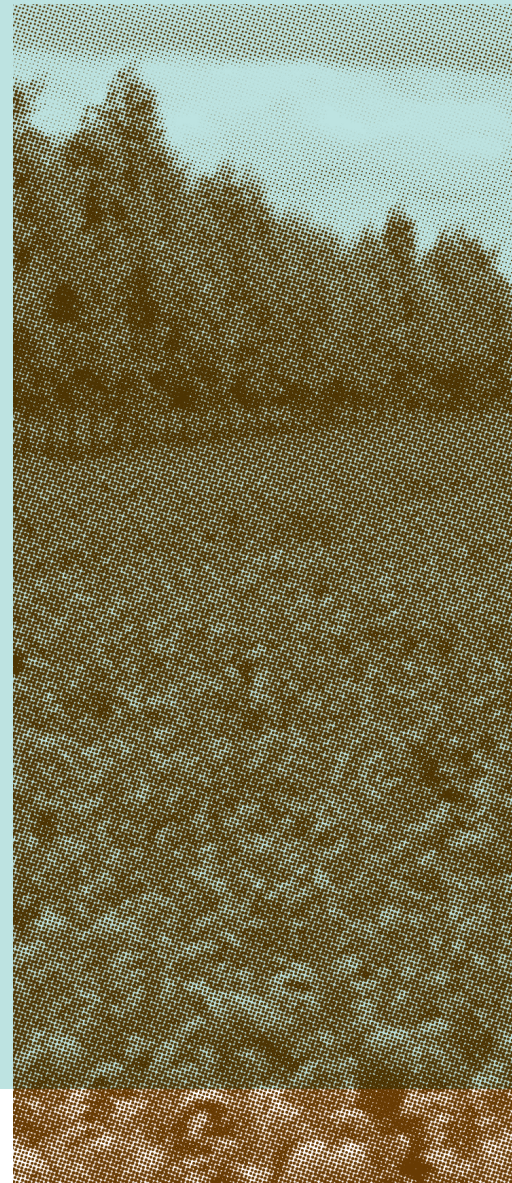
dos esforços, conhecimentos e investimentos disponíveis para novas tecnologias. O setor tem evoluído de forma consistente na criação de novas fontes e comportamento de liberação de nutrientes para as plantas; redução de perdas - como no caso da volatilização ou lixiviação do nitrogênio ou da alta fixação de fósforo nos solos tropicais - ou mesmo quanto à inclusão de compostos de matriz orgânica, fundamentais para estimulação de processos fisiológicos.

Quanto ao futuro, é fato que várias frentes serão necessárias para solucionar problemas relacionados ao manejo dos solos e nutrientes. A abordagem holística da química, física e biologia de solo fará a diferença na inovação em produtos e processos. E a integração entre conhecimentos agrônômicos, engenharia química, nanotecnologia, inteligência artificial e processos biológicos será o terreno fértil para a geração de ideias disruptivas e novas tecnologias para melhores diagnósticos e recomendações com foco no uso racional e sustentável de recursos.

As inovações virão, cada vez mais, não de nos esquecermos do que já foi feito, provado como certo, e sim, de revermos conhecimentos - em alguns momentos, relegados, mas que são a base da ciência de solo - e renovarmos as experiências à luz da nova realidade tecnológica.

Referência:

CONAB. **Série histórica das safras**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 10 maio. 2021.



GEORGE BROWN | PESQUISADOR DA EMBRAPA FLORESTAS

WILIAN DEMETRIO | PÓS-DOUTORANDO NO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPECIAIS

ALESSANDRO SAMUEL-ROSA | PROFESSOR DA UTFPR, CAMPUS SANTA HELENA

Open Science, Open Data na Ciência do Solo¹



Na

Ciência do Solo avaliam-se múltiplas variáveis ambientais para compreender fenômenos que ocorrem na natureza, gerando, por consequência, enormes volumes de dados. Contudo, na maioria das vezes, esses dados primários são inacessíveis a terceiros, impedindo a reprodução e verificação das conclusões dos estudos ou realização de novas pesquisas e meta-análises. Uma política com foco na disponibilização de dados primários aumenta a longevidade e utilidade futura de nossas pesquisas e a colaboração entre pesquisadores.

Políticas de dados abertos vêm sendo adotadas por periódicos internacionais, exigindo que os dados primários sejam disponibilizados como material suplementar às publicações ou depositados em repositórios on-line. Está na hora de periódicos brasileiros também adotarem essa postura. Para isso, a melhor prática consiste em depositar os dados em repositórios públicos confiáveis que adotam os princípios TRUST (Transparência, Responsabilidade, foco no Usuário, Sustentabilidade e Tecnologia) (Lin et al., 2020). Além da preservação digital e descrição dos metadados, eles atribuem identificadores digitais

persistentes (URL, DOI), dando maior vida útil e visibilidade aos dados, que são indexados em bases de busca on-line². O ideal é a organização e disponibilização dos dados de acordo com os princípios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable and Reusable* - ou seja: encontrável, acessível, interoperável e reutilizável)³ (Wilkinson et. al., 2016).

Em breve os órgãos de pesquisa e fomento também exigirão a abertura dos dados. A Embrapa está implantando o AgDados para abrigar seus dados (Souza et al., 2020), o CNPq está desenvolvendo o repositório Lattes Data (Brasil, 2020) e as chamadas da FAPESP já exigem um plano de gestão de dados³. Além disso, o programa SciELO acabou de lançar o repositório SciELO Data⁴ para armazenar dados vinculados aos manuscritos publicados em periódicos da rede⁵. É importante que os programas de pós-graduação e instituições de pesquisa em solos também comecem a discutir e elaborar planos de gestão aberta dos dados. A disponibilização dos dados produzidos em nossas pesquisas é uma questão de transparência da ciência e de responsabilidade para com a sociedade, que financia, com recursos públicos, grande parte da ciência brasileira.

¹Texto reduzido e modificado de: BROWN, G.; DEMÉTRIO, W.; SAMUEL-ROSA, A. Em direção a uma Ciência do Solo mais aberta. **SciELO em Perspectiva**, 2021. Disponível em: <https://blog.scielo.org/blog/2021/01/08/em-direcao-a-uma-ciencia-do-solo-mais-aberta/>. Acesso em: 9 abr. 2021.

²Veja por exemplo, o Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo. Disponível em:

<https://www.pedometria.org/febr/>.

Acesso em: 9 abr. 2021. Veja também: CERN DATA CENTRE; INVENIO. Zenodo. Disponível em: <https://zenodo.org>. Acesso em: 9 abr. 2021.

³FAPESP. Gestão de dados, 2020. Disponível em: <https://fapesp.br/gestaodedados>. Acesso em: 30 abr. 2021.

⁴FAPESP. Gestão de dados, 2020. Disponível em: <https://fapesp.br/gestaodedados>. Acesso em: 30 abr. 2021.

⁵Lançamento do repositório SciELO Data. SCIELO. 2020. Disponível em: <https://mailchi.mp/scielo/scielo-data-pt>. Acesso em: 10 jan. 2021.

Referências:

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **CNPq e IBICT lançam Lattes Data**: a plataforma é fruto do compromisso de Ciência Aberta do 4º Plano de Ação Nacional. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cgu/pt-br/governo-aberto/noticias/2020/2/cnpq-e-ibict-lancam-lattes-data>. Acesso em: 30 abr. 2021.

LIN, D. et al. The trust principles for digital repositories. **Scientific Data**, v. 7, n. 144, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0486-7>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SOUZA, M. I. F.; VISOLI, M. C.; TORRES, T. Z.

Catálogo de dataset no Repositório de Dados da Embrapa: a experiência do Projeto-piloto de Implantação de Gestão de Dados de Pesquisa no Laboratório Multiusuário de Bioinformática. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 116 p. il. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 172). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1127941/1/Doc172-2020.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

WILKINSON, M. D. et al The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, v. 3, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>. Acesso em: 30 abr. 2021.



JACYR COSTA FILHO | PRESIDENTE DO CONSELHO SUPERIOR DE AGRONEGÓCIO DA FIESP/COSAG E SÓCIO DA AGROADVICE

O protagonismo da cana na era do baixo carbono

0

Brasil tem um agronegócio

reconhecido internacionalmente não apenas pela pujança econômica, mas em consequência de boas práticas adotadas na produção. Distante da maior floresta tropical do planeta e utilizando apenas 1,5% das terras agricultáveis do País, a atividade canavieira é um dos melhores exemplos de sustentabilidade, com efeitos positivos em sua pauta de exportações. Hoje, o Brasil é o maior

produtor de açúcar do mundo e o segundo em etanol combustível. A isso se agrega a geração de mais de 2 milhões de empregos diretos e indiretos.

O agronegócio nacional vem trilhando o rumo certo em direção a uma economia de baixo carbono. Tudo começou na década de 1980 com a produção e utilização em larga escala de um biocombustível, o etanol, capaz de reduzir em até 90% a emissão de CO₂ em comparação à gasolina. Em 2021, a cana é a maior fonte de energia renovável em nossa matriz energética. Isso se deve não apenas ao etanol, mas também à bioeletricidade gerada a partir do bagaço e da palha.

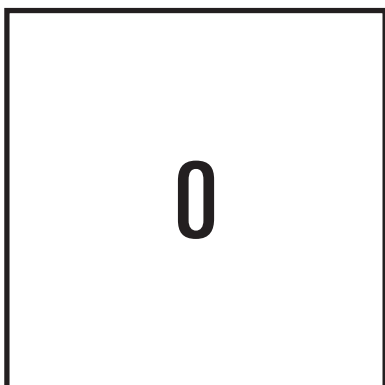
O setor sucroenergético não cessa o seu portfólio inovador: etanol de segunda geração (2G), aumentando a

oferta de produto sem adição de novas áreas agrícolas; biogás e biometano a partir da vinhaça e resíduos da fabricação de açúcar e outros. Essa multiplicidade é uma característica marcante do agronegócio canavieiro.

Vivemos uma década decisiva para a afirmação da sustentabilidade da agricultura. A indústria sucroenergética tem se mostrado como braço vigoroso da causa da sustentabilidade. As usinas destacam-se na construção desse cenário, ao adquirirem ainda maior protagonismo com a criação do maior programa de descarbonização da matriz de transporte do mundo: o RenovaBio. Esse programa, incentivando a eficiência energética nas unidades de produção, é pioneiro na geração de Créditos de Descarbonização (CBIOS) para tornar o setor de combustíveis cada vez mais sustentável.

JÚLIO BUSATO | PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO BAIANA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABAPA)

Melhorias e sustentabilidade nos solos do Cerrado baiano



Cerrado baiano é a “terra em que se plantando tudo dá” – grandes planícies formadas por solos profundos com excelentes características físicas e de drenagem, aptas para a agricultura mecanizada e com altos tetos produtivos. Pelo menos, essa é a primeira impressão que um migrante tem ao chegar à região e visitar uma lavoura prestes a ser colhida.

Mas nem tudo é simples como parece: o solo do Cerrado é majoritariamente constituído por Latossolo Amarelo ou Vermelho, muito antigo, criado por eras de intemperismo, vítima da lixiviação (lavagem dos nutrientes) e

consequente acidificação do perfil de solo e oxidação da matéria orgânica.

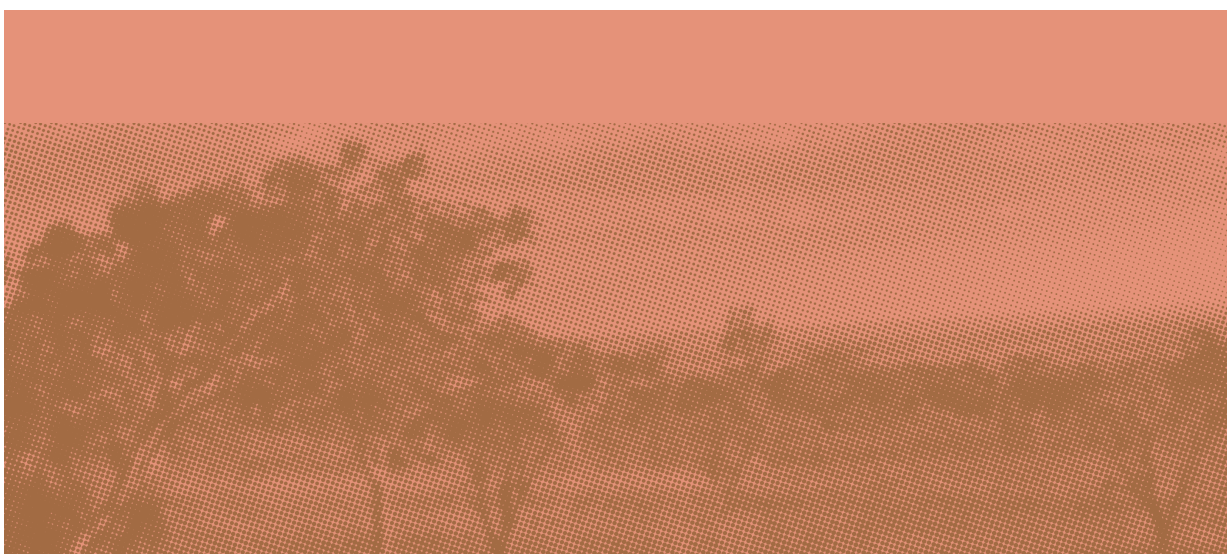
Esse foi o desafio proposto aos que tentaram a sorte e iniciaram os cultivos da soja no Cerrado baiano em meados dos anos 1980.

O primeiro *round* foi corrigir a acidez, utilizando a calagem, anulando assim o alumínio livre, tóxico para as raízes. A calagem profunda foi muito importante para a região, por possibilitar maior área de exploração radicular. Aprofundando as raízes, aumenta o tamanho da caixa d’água do solo e a resistência aos veranicos frequentes.

O segundo *round* foi aumentar o potássio e o fósforo. A correção fosfatada é cara, demorada e fundamental para a recuperação das plantas que cruzaram um período de adversidade climática, tanto a seca quanto períodos de muita chuva. A capacidade de tamponar fósforo é bastante grande nos solos do oeste baiano, e a solução mais comum é o substancial aumento do nutriente no solo para ter a chance de atingir altos tetos produtivos.

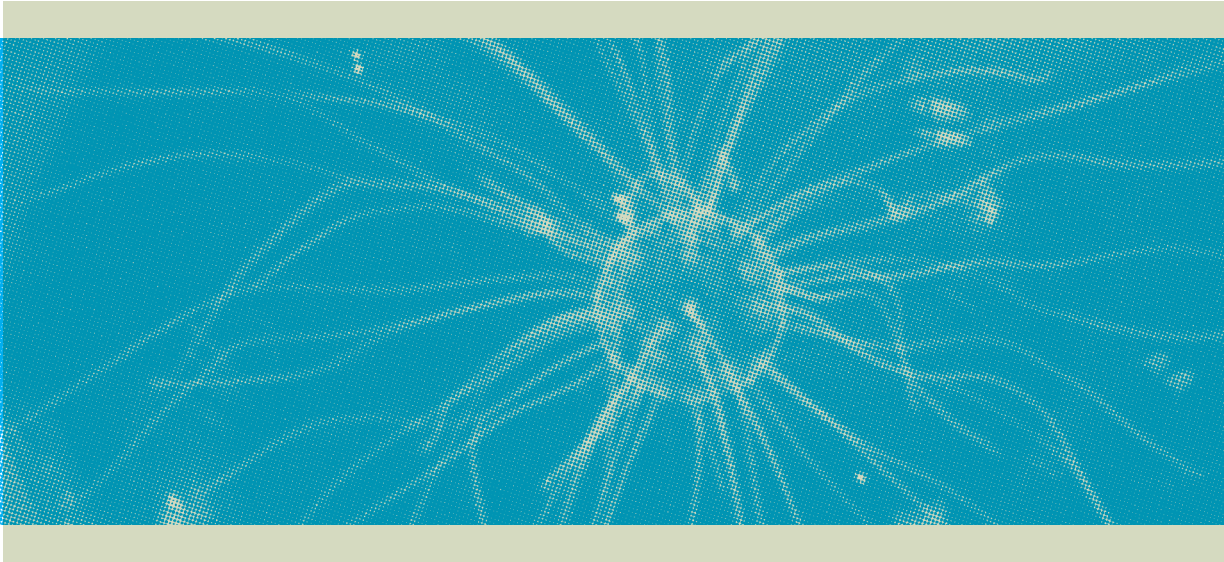
O terceiro *round* é o que estamos iniciando agora e será travado com o uso de micro-organismos, um universo novo e complexo, mas com um potencial fantástico, trazendo a sustentabilidade e permitindo que o solo baiano permaneça produtivo por infinitas gerações. O uso de biológicos auxilia no controle de nematoides e doenças e na disponibilização de nutrientes, garantindo uma biota saudável para que os cultivos possam expressar seu potencial produtivo máximo.

O trabalho não deve parar, os novos tempos lançam novos desafios e os produtores do oeste baiano seguem firmes na busca pela sustentabilidade do processo produtivo, garantindo emprego e renda para a região, que tanto se desenvolveu em paralelo com sua agricultura. A vanguarda tecnológica nos trouxe alguns dos maiores índices produtivos em áreas de sequeiro do mundo e nos levará a um futuro brilhante e sustentável.



MACIEL ALEOMIR DA SILVA | COORDENADOR DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA DA CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA)

O uso de frequências eletromagnéticas ultrabaixas e baixas e os potenciais ganhos para a agricultura



H

oje são comuns as discussões

sobre o uso de frequências eletromagnéticas na agricultura mundial. Mas, o foco das discussões está, principalmente, no uso de raios X, raios gama ou feixe de elétrons. Um exemplo é o tratamento pós-colheita de frutas e hortaliças, com o intuito de ampliar o tempo de prateleira. No entanto, pouco se fala ainda da utilização de frequências eletromagnéticas ultrabaixas ou baixas.

Porém, isso não significa que essas tecnologias têm sido menosprezadas pelo setor agropecuário. A alteração

da estrutura atômica por meio de frequências eletromagnéticas baixas ou ultrabaixas, menores que 100 hertz, começam a apresentar eminências de possibilidade de uso na agricultura, principalmente, no que se refere à absorção de nutrientes e água pelas plantas.

Alguns especialistas acreditam que a alteração – aumento ou diminuição – do espaço inter-atômico de um elemento químico ou substância, utilizando frequências não ionizantes, pode revolucionar a absorção de água, nutrientes e, por consequência, os ganhos de produtividade da agricultura. Por se tratar de frequências de ocorrência na natureza, especialistas apostam no baixíssimo risco à saúde humana e ao meio ambiente. Ainda, de fácil aplicabilidade devido à possibilidade de ser utilizada remotamente e sem alteração do manejo operacional das culturas.

Já há no Brasil empresas que desenvolvem algoritmos que permitem a emissão, por satélite, de sequências

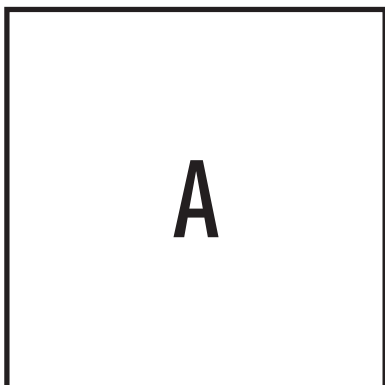
de frequências específicas que atuam sobre elementos químicos ou biológicos, com o intuito de facilitar a absorção de determinado nutriente, ou mesmo, impedir a absorção de elementos químicos indesejáveis em muitas culturas, como é o caso do alumínio. Há empresas que já prometem ganhos de produtividade acima de 25% em cana-de-açúcar, por exemplo, com o uso de frequências baixas e ultrabaixas. Tecnologias dessa mesma natureza já são fornecidas por empresas globais, com o intuito de melhorar a eficiência da irrigação, além de fornecer ganhos de produtividade em áreas cultivadas na Europa de até 20%.

Os desafios ainda estão relacionados ao custo, escalabilidade, adequação das frequências para os diferentes tipos de solo, culturas e elementos químicos e substâncias. No entanto, trata-se de usos agrícolas de tecnologias já existentes, que podem ser revolucionárias no desempenho dos cultivos agrícolas nos próximos anos.

MARINA GROSSI

PRESIDENTE DO CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS)

Visão 2050: um mapa para sistemas alimentares resilientes



tarefa de alimentar mais de nove bilhões de pessoas em 2050, permitindo que possam se nutrir e viver bem sem esgotar os recursos do planeta exigirá transformações profundas do campo à mesa. Os desafios se somam: as mudanças climáticas e a perda da biodiversidade trazem riscos à produção global de alimentos, ao mesmo tempo em que a alimentação saudável se vincula ao acesso à renda, de modo que reduzir as desigualdades sociais é premente.

Um olhar sobre onde estamos, aonde queremos chegar e quais os passos necessários nessa jornada é um exercício proposto pela Visão 2050, roteiro produzido pelo Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) com a participação de mais de 4 mil especialistas do setor privado, público e da academia. Dividido em oito temas centrais, o capítulo de Alimentos traz algumas pistas sobre as mudanças que queremos fomentar.

Hoje sabemos que os sistemas alimentares contribuem com até 29%

de todas as emissões de gases de efeito estufa e são extremamente vulneráveis às mudanças climáticas, devido à dependência do regime de chuvas e estabilidade do clima. Na questão da diversidade de espécies, atualmente 75% dos alimentos consumidos globalmente provêm de apenas 12 plantas e cinco espécies animais e, embora conheçamos entre 250 mil e 300 mil espécies de plantas, utilizamos somente 150 a 200, sendo que três delas (arroz, mandioca e trigo) representam 60% das proteínas obtidas pelos humanos a partir de plantas.

No Brasil, o imperativo para auxiliar na transição para sistemas alimentares resilientes é, em primeiro lugar, frear o desmatamento ilegal e apostar na agricultura de baixo carbono, que, graças aos esforços de pesquisa da Embrapa ao longo das últimas décadas, nos disponibiliza técnicas que permitem ao Brasil ter grande produtividade agrícola sem a necessidade de desmatar um só hectare de floresta.

Além disso, a bússola aponta para a construção de cadeias de negócios que geram impacto positivo e regenerativo para nossa sociobiodiversidade. O Brasil poderá movimentar US\$ 17 bilhões e gerar 2 milhões de empregos novos até 2030 com as soluções baseadas na natureza. A recém-aprovada política de Pagamento por Serviços Ambientais, que regra a remuneração para empresas e proprietários que preservam áreas de interesse ecológico, deve abrir o caminho para negócios com esse perfil também. Como setor privado, queremos avançar nessa trilha e já temos um mapa. O futuro já começou.

Referência:

CONSELHO EMPRESARIAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Visão 2050**. [S. l.: s.n., 2021]. Disponível em: <https://cebds.org/wp-content/uploads/2021/03/cebds.org-visao-2050-cebds-visao-2050-1.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.



O

PEDRO LUIZ OLIVEIRA DE ALMEIDA MACHADO | PESQUISADOR DA EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO

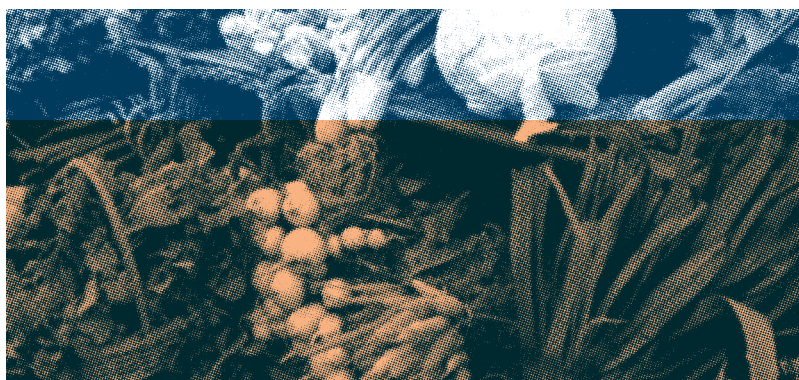
Produtos agrícolas de bases sustentáveis: exigências não tão futuras

ano de 2020 foi único em muitos aspectos. A pandemia da COVID-19 trouxe crise sanitária e medidas de contenção generalizadas globalmente. Setores na agricultura sofreram de modo desuniforme. O surgimento da pandemia está intimamente relacionado com a interação homem-recursos naturais e tem convergência com as iniciativas globais para a maior sustentabilidade da produção.

A Convenção da ONU sobre Mudança do Clima, juntamente com as duas convenções-irmãs, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação, objetivam cessar a degradação dos processos ecológicos que condicionam a vida na Terra.

Por serem fóruns multilaterais, com centenas de países e interesses diversos, os avanços não apresentam a rapidez desejada.

Temos pressa! Para se ter uma ideia da magnitude do desafio, segundo o 5º Relatório do IPCC, que estimou o “teto de carbono”, ou seja, a quantidade de CO₂eq que ainda podemos emitir para limitar o aumento da temperatura em 1,5 a 2 °C, há espaço para 200 a 800 Gt de CO₂. Considerando a atual taxa de emissão global em torno de 40 Gt CO₂eq/ano, entre 5 e 20 anos teremos atingido o teto. Assim, devemos urgentemente cortar as emissões ou remover CO₂ da atmosfera e promover o desenvolvimento social e econômico.



Ocorre que há iniciativas fora do âmbito da Convenção do Clima que são inspiradas nas agendas de negociações nas COPs. A União Europeia (UE), por exemplo, vem demonstrando forte interesse em implementar medidas que certamente afetarão a comercialização dos produtos do agronegócio brasileiro, especificamente soja e carne bovina por considerarem *forest-risk commodities* (FRC), ou seja, produtos com alto risco de vinculação a desmatamentos.

Globalmente, o desmatamento é a segunda maior fonte de emissão de gás de efeito estufa e a principal causa da perda da biodiversidade. Recentemente, um trabalho realizado por equipe da Universidade Católica de Louvain, Bélgica, e da Chalmers University of Technology, Suécia, identificou 86 opções que a UE poderia implementar para reduzir a importação de produtos vinculados a áreas de

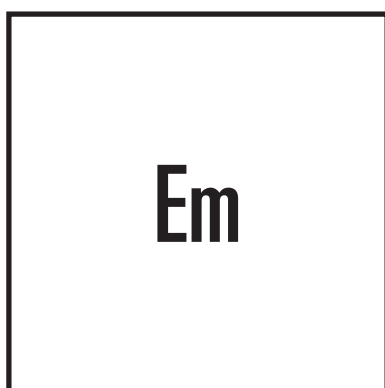
desmatamento. Dessas opções, a que tem ganhado mais força é a introdução de rastreamento obrigatório (do inglês *due diligence*) nas empresas importadoras de FRC na UE. A estratégia *Farm to Fork* é um dos meios utilizados pela UE para introduzir essas opções na Organização Mundial do Comércio.

Em suma, as exigências de *compliance* ambiental se tornarão critério de elegibilidade para uma organização estar inserida no mercado. A continuidade dos incentivos para a produção mais sustentável de *commodities*, como o Plano ABC e a total implementação do Código Florestal com o Cadastramento Ambiental Rural (CAR), são exemplos de estratégias convergentes com as medidas desejadas pelas Convenções da ONU e que podem atender às diferentes tendências de exigência de mercado no âmbito da bioeconomia.

RICARDO RALISCH | PROFESSOR DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

JÔNADAN MA | PRESIDENTE DA FEDERAÇÃO BRASILEIRA DO SISTEMA PLANTIO DIRETO (FEBRAPDP)

Meio século, apenas...



2022, o que pode ser considerada

a maior revolução na agricultura moderna, completará 50 anos no Brasil. Trata-se do Sistema Plantio Direto (SPD), nascido como plantio direto pelas mãos do pioneiro Herbert Bartz, que, em 1972, não aceitou passivamente a recomendação à época de “preparar o solo” e buscou uma alternativa, que literalmente se tornou a salvação da lavoura nacional.

Muita coisa aconteceu neste meio século, com destaque para a consolidação do SPD, coroando o tripé do não revolvimento do solo, manutenção da cobertura permanente e a promoção da rotação de culturas e das culturas de cobertura. O SPD recebeu o justo reconhecimento de ser uma das mais eficientes bases tecnológicas para a transformação da agricultura brasileira numa potência mundial.

O SPD continuará sendo, sem sombra de dúvidas, o alicerce da intensificação sustentável da agricultura brasileira, pois:

- permite que o solo se mantenha biologicamente ativo, intensificando o sequestro de carbono pelo solo e tornando os sistemas de produção mais resilientes às mudanças climáticas;
- permite que o solo esteja coberto e produtivo o ano todo, melhorando a renda (pela diversificação da produção) e ocasionando o aumento da produtividade;
- desse conjunto de benefícios advindos da integração dos sistemas de produção (pecuária, agricultura e floresta) que adotam o SPD, a conservação da biodiversidade vem de rebote pelo “efeito poupa terra” que esses sistemas trazem, por serem mais eficientes (produzirem mais por unidade de área);
- coloca o manejo do solo (e ciências correlatas) no cerne do planejamento agroambiental da propriedade; e
- estimula o diálogo, atuando de forma sinérgica com produtores, empresas, academia e órgãos de pesquisa.

Porém, há ainda enormes desafios.

A Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto – FEBRAPDP trabalha em prol da adoção plena do SPD, haja vista que ainda é uma minoria dos produtores que adotam todos os seus princípios.

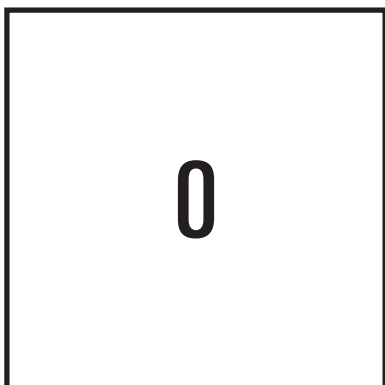
Além de toda a contribuição já dada pela Ciência do Solo brasileira, há uma expectativa que se aprofundem os estudos da complexa relação existente entre as propriedades do solo, as plantas e o ambiente, para que norteiem o melhor manejo do solo e das culturas.

Dentre várias ações, destacamos duas iniciativas da FEBRAPDP:

1. O IQP, Índice de Qualidade Participativo do Sistema Plantio Direto, que emprega todos os critérios definidos pelos órgãos de pesquisas para avaliar o nível de adoção do SPD pelos produtores, atribuindo notas e pesos, destacando os pontos fortes e fracos de cada avaliação e que pode ser adotado em todos os locais.
2. Um grande projeto de pesquisa em nível nacional com apoio internacional para compreender o real potencial do SPD em compensar, parcial ou totalmente, o capital natural perdido na forma de CO₂ com a conversão da vegetação nativa em áreas agrícolas, nos vários agro-ecossistemas brasileiros e, assim, servir de parâmetro científico para prestação de contas do setor à sociedade e, como retribuição, que receba o justo pagamento por serviços ambientais.

VITOR PAULO VARGAS | COORDENADOR DE SOLOS E PESQUISA - SLC AGRÍCOLA

Os sistemas de adubação no futuro



processo de adubação agrícola

no Brasil foi aprimorado com a adequada adaptação de métodos de extração e análise da fração mineral ativa para as principais culturas e com calibrações realizadas em várias regiões do País durante as últimas décadas. Assim, foram criados inúmeros sistemas de recomendação de uso de nutrientes, destacando-se os desenvolvidos em São Paulo, Minas Gerais, Sul do Brasil e Cerrado brasileiro. Contudo, tais sistemas de recomendação apresentam

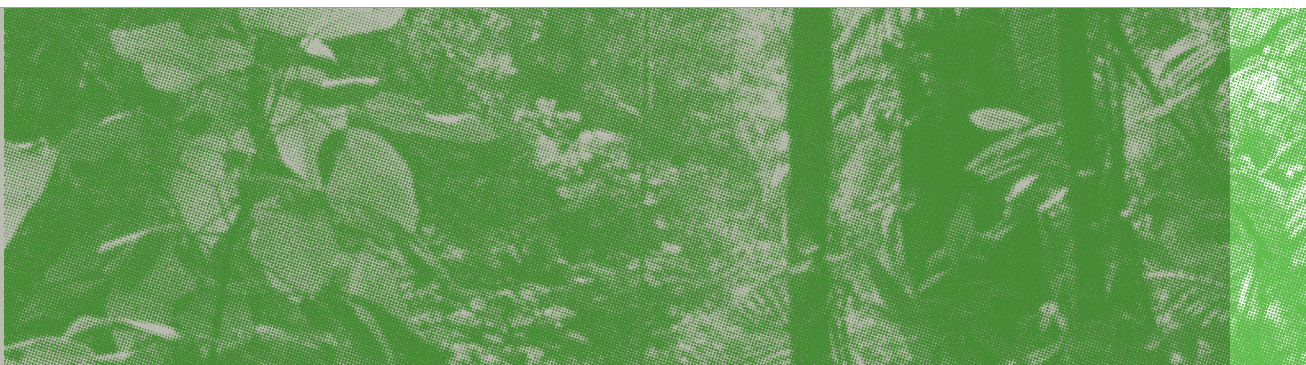
a limitação de considerarem as culturas de forma isolada, o que não corresponde mais à realidade da agricultura brasileira.

Atualmente, na região Sul e Sudeste do Brasil, são realizadas safras de inverno e verão, assim como no Cerrado. Ou seja, observamos a realização de duas safras – ou até mais – em diferentes estações do ano, condições edafoclimáticas, de manejo e de investimento. Diante desse cenário, é necessário que as recomendações de adubação que, até então, contemplam as culturas isoladamente, sejam revisadas. Além disso, cada vez mais a Ciência do Solo brasileira tem demonstrado que fatores biológicos, físicos e de manejo influenciam a produtividade biológica, ou seja, o aproveitamento de nutrientes e outros recursos pelas plantas, além da eficiência da adubação, fatores relevantes para a sustentabilidade dos sistemas.

É cada vez mais comum identificar que, em alguns sistemas de produção, as culturas respondem à adubação além da recomendação, assim como em alguns sistemas os níveis críticos de suficiência são inferiores. No futuro, os boletins deverão trabalhar com o conceito de adubação de sistema, especialmente para nutrientes de menor mobilidade no solo. Essa análise de adubação por sistemas identificará, por exemplo, que sistemas mais diversos e botanicamente mais complexos são menos exigentes nutricionalmente, por unidade de produto, que sistemas botanicamente mais simples como os monocultivos ou sistemas de sucessão de culturas.

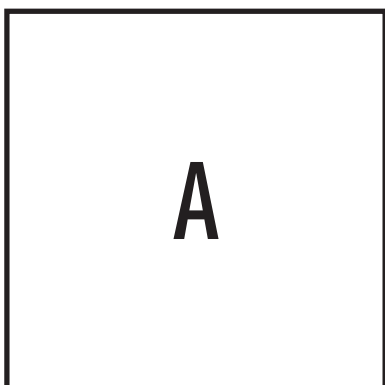
Com o avanço do uso da tecnologia na agricultura, especialmente com o advento da ciência de dados, do *machine learning*, da robotização e do *IoT*, sistemas de multiprocessamento de informação deverão dar suporte para que recomendações de adubação utilizem a complexidade da informação. Obviamente, a pesquisa básica precisará validar as respostas dos sistemas a todos os indicadores de influência à medida que estes interagem entre si. Mas mais cedo ou mais tarde, teremos sistemas de adubação que reconhecem as condições atuais de solo, em sua complexidade, clima e exigências de culturas para cada potencial. Isso garantirá ao produtor maior eficiência econômica ao seu negócio, garantindo ainda melhor aproveitamento dos recursos, sejam eles naturais ou não. Que venham os desafios do futuro próximo!





YURI RUGAI MARINHO
DIRETOR DA ECCON SOLUÇÕES AMBIENTAIS

A preservação como negócio



preservação ambiental em áreas privadas sempre foi associada à ausência de uma atividade econômica. Ou seja, nunca foi considerada um serviço, uma atividade prestada ou, menos ainda, uma oportunidade de negócio. Até o final de 2020, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sequer tinha previsto a atividade de preservação no Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Não havia, também, um regulamento federal que tratasse do pagamento por serviços ambientais.

No Brasil, a promulgação da Lei nº 14.119/2021 (Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais) e, no cenário internacional, os desdobramentos da crise sanitária de COVID-19, levaram a sociedade a um novo nível de consciência ambiental.

O mercado de carbono voltou a aquecer e a preservação, com todos os seus instrumentos, voltou para as principais pautas, inclusive no mercado financeiro, com os critérios de ESG (do inglês, *environmental, social and corporate governance*).

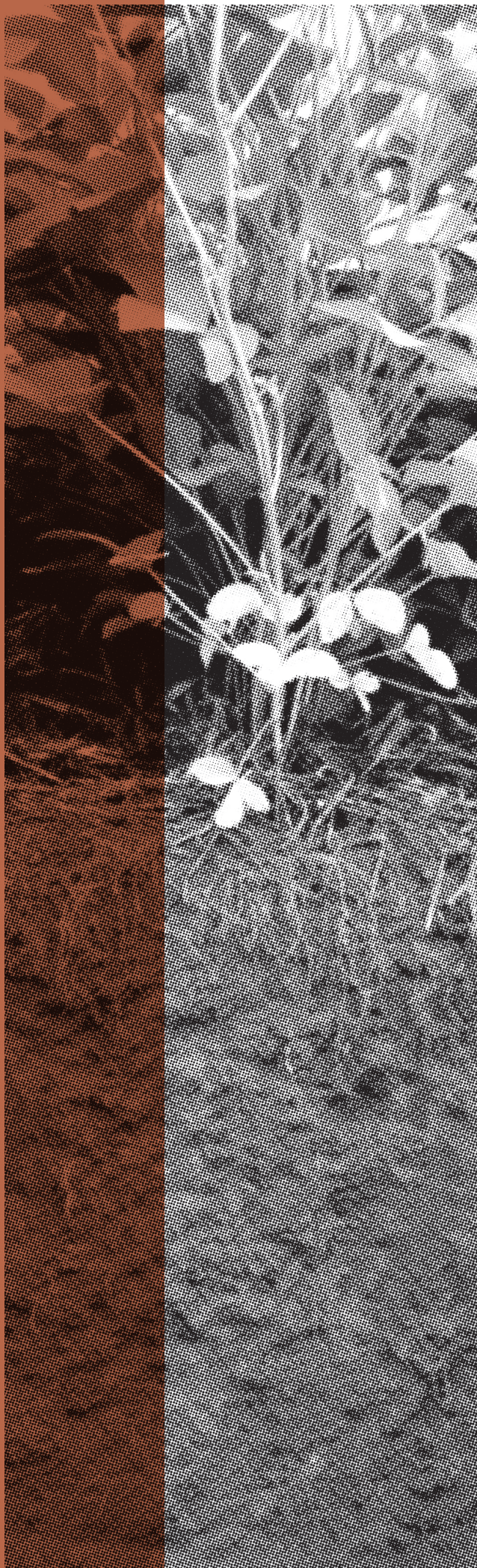
Cada vez mais, em ritmo célere, os instrumentos econômicos vêm sendo amadurecidos, tirando da “preservação ambiental” o caráter de ônus que normalmente recaía sobre os agentes governamentais e privados. Diversas atividades especificamente relacionadas com a preservação ambiental, a exemplo do já forte mercado de carbono, terão cada vez mais frentes e desdobramentos, uma vez que são vários os serviços ecossistêmicos existentes, como por exemplo, a regulação climática, regulação biológica, purificação da água, alimentos, combustíveis, fibras, bioquímicos, ecoturismo, recreação etc. Some-se a isso o fato de que os bens ambientais, no mundo, estão cada vez menos disponíveis devido à crescente antropização, degradação ambiental e desmatamento, ou seja, serão cada vez mais raros e, conseqüentemente, seu valor intrínseco tende a aumentar. Alinhada a esta realidade, observa-se clara tendência dos agentes econômicos capitalizarem ativos provenientes das estratégias de conservação.

Com isso, entendemos que a preservação e todas as suas atividades correlatas passarão a ser atividades econômicas cada vez mais rentáveis, constituindo, deste modo, grandes

oportunidades para Brasil, uma vez que mais da metade do território do país ainda é coberto por vegetação nativa dos mais variados biomas. Neste contexto, o mercado de carbono se destaca, principalmente se considerarmos que o solo pode atuar como um sumidouro de carbono, o que abre inúmeras possibilidades para projetos relacionados com manejo de solos e sistemas de produção de baixa emissão de carbono.

Referências:

- BREGER, Marshall J.; ELLIOTT, E. Donald; HAWKINS, David; STEWART, Richard R. **Providing economic incentives in environmental regulation.** Faculty Scholarship Series. Paper 2206, 1991. Disponível em: <http://digitalcommons.law.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3198&context=fss_paper>.
- HANLEY, Nick; SHOGREN, Jason; WHITE, Ben. **Environmental economics in theory and practice.** New York: Oxford University Press, 1997.
- LEMOS, Patrícia Faga Iglecias. **Direito ambiental: responsabilidade civil e proteção ao meio ambiente.** 3. ed. São Paulo: RT, 2010.
- NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. **Pagamento por serviços ambientais: sustentabilidade e disciplina jurídica.** São Paulo: Atlas, 2012.
- _____. O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental. In: NUSDEO, Ana Maria de Oliveira (Org.). **Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo,** São Paulo, v. 101, p. 357-378, jan./dez., 2006.
- SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado.** Rio de Janeiro: Garamond, 2004.



<https://www.embrapa.br/fale-conosco>
www.embrapa.br/solos

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL