



Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v. 45, n. 328, 2024

Belo Horizonte, MG

Apresentação

O solo agrícola é considerado um recurso natural, tridimensional, formado por ação do clima, dos organismos e do relevo sobre a rocha mãe durante milhares de anos, resultando em uma camada espessa utilizada pelo ser humano desde a pré-história, não só como base de sustentação para as plantas, mas também como fonte natural de nutrientes e água para todo ser vivo que o habita. No entanto, esse bem inestimável oferecido pela natureza caracteriza-se por uma grande sensibilidade, principalmente as ações metapedogenéticas, que podem levá-lo ao esgotamento e à perda de toda a sua capacidade produtiva. Sendo assim, todas as atividades agrícolas devem ser pautadas em três bases sólidas: sustentabilidades econômica, social e ambiental.

Consequentemente, toda atividade produtiva somente é considerada sustentável quando se baseia nesses três pilares. A sustentabilidade econômica permite ao agricultor produzir alimentos para sua subsistência e, também, para auferir lucros. Outra base importante relaciona-se à sustentabilidade social. Seres sociais vivem em grupos onde a interdependência prevalece desta forma, as atividades agrícolas devem atender não só o indivíduo, mas toda a comunidade, permitindo melhor qualidade de vida, no campo e nas áreas urbanas. Fechando o tripé da sustentabilidade tem-se o enfoque ambiental, que preconiza a produção de alimentos em qualidade e quantidades suficientes que permita eliminar a pobreza extrema e a fome global, de forma ecologicamente correta.

Diante da importância do solo agrícola para toda a humanidade e da necessidade do uso racional deste recurso, esta edição do Informe Agropecuário tem por objetivo levar tecnologias e inovações aos produtores e demais segmentos agropecuários, capazes de garantir a produção de alimentos com respeito ao meio ambiente.

João Chrisóstomo Pedrosa Neto
Fábio Aurélio Dias Martins
Junior Cesar Avanzi

Sumário

EDITORIAL	3
ENTREVISTA	4
Estratégias de manejo e de conservação do solo e da água para a sustentabilidade ambiental	
<i>Junior Cesar Avanzi, Dione Pereira Cardoso, Diego Antônio França de Freitas, Marx Leandro Naves Silva</i>	7
Poliuição do solo e seus efeitos no meio ambiente	
<i>Edinei José Armani Borghi, Euler dos Santos Silva, Mateus Portes Dutra, Francis Eliakin Portillo Magaña, Flávio Henrique Silveira Rabêlo</i>	16
Mapas de solos e a sustentabilidade ambiental: interpretações com enfoque agrícola e sanitário para as principais classes de solos do estado de Minas Gerais	
<i>Michele Duarte de Menezes, Felipe Haenel Gomes</i>	25
Legislação e a proteção dos bens ambientais: solo e subsolo	
<i>Carlos Alberto Valera</i>	34
Solos e mudança climática global: fatos, fatores, riscos e oportunidades	
<i>Yuri Lopes Zinn</i>	45
O papel do solo no fornecimento de serviços ecossistêmicos	
<i>Lara Mota Corinto, Vanêssa Lopes de Faria, Renato Soares Armelin, Junior Cesar Avanzi, Bruno Montoani Silva</i>	54
Microrganismos como bioindicadores da saúde do solo	
<i>Tamires Rodrigues dos Reis, Ananda dos Santos Caldeira, Javier Huiza Nina, Leticia Coelho Vaz Silva, Maria Clara Soares, Renan Previl, Vinicius Assunção Coelho, Marco Aurélio Carbone Carneiro</i> ...	65
Sensores IoT na Ciência do Solo para fins agrícolas e ambientais	
<i>Bruno Teixeira Ribeiro, Jernimo Juvêncio Chivale, Marcela Vieira da Costa, Adriana Monteiro da Costa</i>	73
Biofortificação: ferramenta ambiental na mitigação da fome oculta e de estresses bióticos e abióticos	
<i>Patriciani Estela Cipriano, Fábio Aurélio Dias Martins, Filipe Aiura Namorato, Maila Adriely Silva, Gustavo Ferreira de Souza, Guilherme Lopes, Luiz Roberto Guimarães Guilherme</i>	81

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 45	n. 328	p. 1-92	2024
----------------------	----------------	-------	--------	---------	------



© 1977 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

Informe Agropecuário. Solo agrícola e o meio ambiente, v.45, n.328, 2024

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Trazilbo José de Paula Júnior

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Vânia Lúcia Alves Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DE PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

Trazilbo José de Paula Júnior

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

EDITORES-TÉCNICOS

João Chrisóstomo Pedroso Neto (EPAMIG Sul)

Fábio Aurélio Dias Martins (EPAMIG Sul)

Junior Cesar Avanzi (Ufla)

CONSULTORES-TÉCNICOS

Guilherme Barbosa Abreu (Embrapa Café)

Margarete Marin Lordelo Volpato (EPAMIG Sul)

Adriano Garcia de Souza (Ibama/PMLavras)

Rogério Antônio da Silva (EPAMIG Sul)

Hudson Teixeira (EPAMIG Sul)

Regis Pereira Venturin (EPAMIG Sul)

Marcelo Abreu Lanza (EPAMIG Centro-Oeste)

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

EDITORA-CHEFE

Vânia Lúcia Alves Lacerda

DIVISÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL

Fabriciano Chaves Amaral

REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

Rosely A. R. Battista Pereira e Maria Luíza Almeida Dias Trotta

NORMALIZAÇÃO

Dorotéia Rezende de Moraes, Fátima Rocha Gomes e

Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Ângela Batista P. Carvalho,*

Débora Silva Nigri e Fabriciano Chaves Amaral

Coordenação de Produção Gráfica

Ângela Batista P. Carvalho

Capa: *Ângela Batista P. Carvalho*

Fotos: Helbert Rezende de Oliveira Silveira, Joas Bernardes de Oliveira e Renata Amato Moreira

Contato - Produção da revista

(31) 3489-5075 - dpit@epamig.br

Impressão: Avohai Eventos Ltda.

Circulação: janeiro 2025

Informe Agropecuário é uma publicação trimestral da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida por qualquer meio, sem a prévia autorização do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

AQUISIÇÃO DE EXEMPLARES

Livraria EPAMIG

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

31170-495 Belo Horizonte - MG

www.livrariaepamig.com.br; www.epamig.br

(31) 3489-5002 - livraria@epamig.br

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

DIFUSÃO INTERINSTITUCIONAL

Dorotéia Rezende de Moraes e Maria Lúcia de Melo Silveira

Biblioteca Professor Octávio de Almeida Drumond

(31) 3489-5073 - biblioteca@epamig.br

EPAMIG Sede

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Bimestral - até 2017, Trimestral - a partir de 2018
Cont.de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. -
v.1, n.1 - (abr.1975).
ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento





Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Nairam Félix de Barros (Presidente)
Otávio Martins Maia
Gladyston Rodrigues Carvalho
Silvana Maria Novais Ferreira Ribeiro
Afonso Maria Rocha
Maria Laura Marinho Vidigal

Conselho Fiscal

Alisson Maurílio Rodrigues Santos (Presidente)
Camila Pereira de Oliveira Ribeiro
Francisco Antônio de Arruda Pinto

Suplentes

Nicolas Pereira Campos Ferreira
(Vaga em processo de escolha nos termos do Decreto Estadual nº 48.191, de 14 de maio de 2021)
(Vaga em processo de escolha nos termos do Decreto Estadual nº 48.191, de 14 de maio de 2021)

Presidência

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Trazilbo José de Paula Júnior

Diretoria de Administração e Finanças

Leonardo Brumano Kalil

Gabinete da Presidência

Thales Santos Terra

Assessoria de Comunicação

Fernanda Nívea Marques Fabrino

Assessoria de Governança e Estratégia

Luciana Pereira Junqueira Simão

Assessoria de Informática

Andrezza Pereira Fernandes

Assessoria Jurídica

Madson Alves de Oliveira Ferreira

Assessoria de Negócios Agropecuários

Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves

Auditoria Interna

Adriana Valadares Caiafa

Departamento de Administração

Mauro Lúcio de Resende

Departamento de Contratos e Convênios

Maicon Junior Xavier

Departamento de Gestão de Pessoas

Marcelo Ribeiro Gonçalves

Departamento de Gestão e Finanças

Polliette Alcileia Leite

Departamento de Informação Tecnológica

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Pesquisa

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Sebastião Tavares de Rezende

Instituto Tecnológico de Agropecuária de Pitangui

Frederico José Vieira Passos

EPAMIG Centro-Oeste

Juliana Carvalho Simões e Felipe Lopes Pena

EPAMIG Norte

Leidy Darmony de Almeida Rufino e Sávio Francisco Dias

EPAMIG Oeste

Fernando Oliveira Franco e Irenilda de Almeida

EPAMIG Sudeste

Francisco Carlos de Oliveira e Luciano Luis Jacob

EPAMIG Sul

Vânia Aparecida Silva e Leandro Sérgio da Rocha

Equilíbrio entre produtividade e conservação ambiental definirá o futuro da agropecuária

O solo é um dos recursos fundamentais que sustentam a vida no planeta. Todavia, em décadas recentes, em razão da intensificação das atividades industriais, agrícolas e urbanas, a poluição do solo tem aumentado, gerando problemas socioambientais. Neste aspecto, a conservação do solo e da água desempenha importante papel no contexto ambiental, sendo a base para a manutenção da saúde e da sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

O solo é um recurso natural vital, que sustenta a vida ao fornecer nutrientes para as plantas, que, por sua vez, alimentam a fauna e contribuem para a produção de alimentos. Além disso, o solo atua como um filtro natural, influenciando diretamente a qualidade da água que flui através de seu perfil.

No caso específico da produção agropecuária, surgiram problemas sociais, econômicos e ambientais, incluindo erosão hídrica, poluição por defensivos, uso inadequado da água, perda de biodiversidade e desmatamento. A maior parte dos solos degradados teve como início o desmatamento, seguido por diversas formas de ocupação desordenada.

A degradação do solo, resultante de práticas inadequadas, pode trazer impactos negativos ao meio ambiente. Erosão, perda de fertilidade, compactação e degradação da estrutura do solo são consequências diretas da ausência de práticas de conservação do solo e da água, afetando não apenas a capacidade produtiva, mas também contribuindo para problemas como a poluição da água e a perda de biodiversidade.

É papel da pesquisa agropecuária buscar soluções para essas questões. Nesta edição do Informe Agropecuário são descritas tecnologias e inovações para o controle da erosão e da contaminação do solo, bem como para o planejamento de uso, manejo e conservação do solo para adequação ambiental e produtiva da propriedade rural.

Nilda de Fátima Ferreira Soares
Diretora-Presidente da EPAMIG



Mudanças climáticas exigem abordagem integrada dos solos



O Professor Nilton Curi possui graduação em Engenharia Agrônoma, pela Universidade Federal de Lavras (Ufla), mestrado em Ciência do Solo, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e é Ph.D. em Soil Science, pela Universidade de Purdue, Indiana, Estados Unidos da América (EUA). Professor da Ufla desde 1974, atuando na área de Pedologia, Mapeamento de Solos, Manejo de Solos e Inovações Tecnológicas, com destaque para a Fluorescência de Raios-X Portátil e desenvolvimento de modelos validados para predição de atributos de solos, folhas de culturas (especialmente, silvicultura de precisão), corretivos, fertilizantes orgânicos e inorgânicos, biorredutores e remineralizadores, sem geração de efluentes químicos (análises verdes), com agilidade, acurácia e baixo custo. Autor de mais de 500 artigos científicos e de 75 livros e capítulos de livros, além de diversos prêmios e comendas em seu currículo. Atualmente, tem-se dedicado a mapeamentos semidetalhados de solos adaptados para plantios de várias culturas (particularmente, o eucalipto, e, mais recentemente, também o pinus) em vários biomas brasileiros, como apoio a manejos específicos de solos e estabelecimento de terroirs, com conseqüente agregação de valor às explorações agrícolas e silviculturais.

IA - *A conservação do solo, muitas vezes, tem sido negligenciada e, por isso, são percebidos muitos problemas ambientais, que poderiam ter sido evitados ou minimizados. Qual a sua avaliação sobre a conservação do solo para as próximas décadas?*

Nilton Curi - Este fato constitui um problema sério e crescente no Brasil, magnificado atualmente pela procura de áreas com solos cada vez mais arenosos, em razão do preço relativamente mais baixo, e de plantios de culturas nesses ambientes frágeis, sem

levar em consideração sua aptidão agrícola. No tocante aos solos arenosos, por exemplo, a simples separação da fração areia total em grossa e fina (facilmente feita nos laboratórios de rotina), já fornece muita informação relativa à vulnerabilidade à erosão hídrica, ao encrostamento (impermeabilização superficial) e à retenção de umidade, ajudando na adoção de sistemas mais adequados de manejo do solo. Entendo que a conservação do solo e, principalmente, da água deve ser específica e direcionada a cada condição de solo e ambiente, nunca

negligenciada, e ser tratada com enorme seriedade, envolvendo aspectos teóricos e práticos. O Brasil dispõe de amplas bases de dados e de pessoal muito bem treinado neste contexto, o que está faltando é a adoção de sistemas específicos de manejo do solo, que conciliem o maior aproveitamento das áreas de efetivo plantio e as chuvas máximas locais.

IA - *Em sua opinião, a capacidade das diferentes classes de solo em resistir à degradação, ou seja, sua resiliência, pode ser explicada*



por uma relação mais complexa entre os parâmetros químicos, físicos e biológicos do solo?

Nilton Curi - Esta é uma pergunta difícil de ser respondida, por ser muito interligada e abrangente, mas entendo que a classe de solo impõe limites à variabilidade desses parâmetros, dentro de uma perspectiva ambiental.

IA - *Considerando os atributos físicos e químicos do solo, existe alguma métrica que indique se há degradação do solo coberto por pastagens e utilizado para a atividade pecuária?*

Nilton Curi - Existem diferentes abordagens neste sentido, porém, uma métrica simples refere-se à porcentagem de área coberta pela pastagem. Ou seja, uma boa cobertura do solo pela pastagem constitui um indicativo confiável de equilíbrio entre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

IA - *Atualmente, muitos sensores próximos têm permitido a análise rápida de solos. Quais foram os principais avanços alcançados com o uso de tais sensores? E o que ainda se espera para o futuro?*

Nilton Curi - Nossa experiência, relacionada mais com a Fluorescência de Raios-X Portátil, tem sido direcionada principalmente ao desenvolvimento de modelos de predição de atributos físicos e químicos de solos, folhas de culturas, corretivos, fertilizantes, biorredutores e remineralizadores, tudo com a devida validação, utilizando algoritmos mais ou menos robustos, conforme a necessidade, no intuito de conseguir resultados acurados, de maneira ágil, de baixo custo e sem geração de efluentes químicos (metodologia verde, ecoamigável). Tudo isso aponta para a diminuição do número de amostras enviadas para os laboratórios de rotina, os quais continuarão sendo sempre referência para as modelagens. É importante enfatizar

que os modelos devem ser constantemente testados, em termos espaciais e temporais, quando for o caso, incluindo incremento constante do banco de dados.

IA - *Qual a importância dos levantamentos de solos em escalas mais detalhadas para o manejo agrícola de precisão?*

Nilton Curi - A importância dos mapeamentos de solos em escalas mais detalhadas, neste contexto, está relacionada, principalmente, com o fornecimento específico de informações morfológicas e físico-hídricas do solo, com destaque para a água do solo e os atributos associados a esta, que normalmente não são levados em conside-

“ A renovação/ sucessão de pessoal treinado em Mineralogia do Solo tem trazido preocupações, e deveria constituir prioridade neste contexto. ”

ração no manejo agrícola de precisão, o qual se concentra apenas em análises químicas do solo. As mudanças climáticas atuais, para condições nitidamente mais secas, reforçam a necessidade desta abordagem integrada.

IA - *Com sua longa experiência na área, como se avalia o desenvolvimento da Mineralogia do Solo no Brasil?*

Nilton Curi - Considero que o Brasil tem um pequeno, mas muito bem-

-preparado, em termos científicos e práticos, e, inclusive, respeitado internacionalmente, grupo de pesquisadores nesta importante área da Ciência do Solo. A renovação/sucessão de pessoal treinado em Mineralogia do Solo tem trazido preocupações, e deveria constituir prioridade neste contexto.

IA - *Considerando o panorama atual da formação teórica e prática de pesquisadores na Ciência do Solo, qual é o maior desafio a ser enfrentado para que haja um melhor entendimento do papel do solo no contexto ambiental?*

Nilton Curi - A palavra de ordem é a integração multidisciplinar efetiva, teórica e prática, destacando-se a inclusão de disciplinas que promovam tal integração, como, por exemplo, a Pedologia Aplicada em diversos cenários brasileiros, enfatizando as relações Geologia-Solos-Paisagem-Clima.

IA - *Quais as lacunas de divulgação científica dos resultados de pesquisa acumulados até aqui que poderiam ser mais bem divulgados e auxiliar o produtor rural, técnicos e outros atores na construção de Sistemas de Produção eficientes e promotores de serviços ambientais?*

Nilton Curi - Entendo que com a tendência crescente de publicação de artigos científicos em inglês, inclusive com vários periódicos sendo de acesso restrito, estas lacunas têm sido aumentadas a cada ano. As alternativas para minimizar estes aspectos passam pelo estímulo às políticas de financiamento e manutenção da periodicidade de Informes Agropecuários, como este da EPAMIG, de Informes Técnico-Científicos, como aquele do Serviço Geológico do Brasil (SGB), e de livros em português, com textos mais simples, decodificação da informação e aplicações práticas.

■ Por Vânia Lacerda

