Coleção Transição Agroecológica Volume 4

Solos e agroecologia

Irene Maria Cardoso
Claudenir Fávero
Editores Técnicos

abaagroecologia
Embrapa

Solos e agroecologia

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Associação Brasileira de Agroecologia

Coleção Transição Agroecológica

Volume 4

Solos e agroecologia

Irene Maria Cardoso
Claudenir Fávero
Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2018

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB),
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Instituições responsáveis pelo conteúdo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Associação Brasileira de Agroecologia

Responsável pela edição
Secretaria-Geral

Coordenação editorial
Alexandre de Oliveira Barcellos
Heloiza Dias da Silva
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Erika do Carmo Lima Ferreira

Revisão de texto
Jane Baptistone de Araújo
Letícia Ludwig Loder

Normalização bibliográfica
Rejane Maria de Oliveira

Projeto gráfico e capa
Ralfe Braga

Editoração eletrônica
Júlio César da Silva Delfino

1ª edição
1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

Comitê Editorial da Coleção Transição Agroecológica

Presidente
João Carlos Costa Gomes
(Embrapa Clima Temperado)

Vice-presidente
José Antônio Costabeber (in memoriam)
(ABA-Agroecologia)

Membros
Carlos Alberto Barbosa Medeiros
(Embrapa Clima Temperado)

Claudenir Fávero
(ABA-Agroecologia)

Erika do Carmo Lima Ferreira
Secretaria-Geral

Irene Maria Cardoso
(ABA-Agroecologia)

Mario Artemio Urchei
(Embrapa Meio Ambiente)

Maria Emília Lisboa Pacheco
(ABA-Agroecologia)

Marcos Flávio Silva Borba
(Embrapa Pecuária Sul)

William Santos de Assis
(ABA-Agroecologia)

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9.160).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa

Solos e agroecologia / Irene Maria Cardoso, Claudenir Fávero, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.
373 p. : il. color. ; 16 cm x 21 cm. (Coleção Transição Agroecológica ; 4).

ISBN 978-85-7035-774-8

1. Sustentabilidade. 2. Agroecologia. I. Título. II. Coleção.

CDD 333.95

© Embrapa, 2018

Autores

Ana Cláudia Rodrigues de Lima
Engenheira agrícola, doutora em Solos, professora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Ana Karina Dias Salman
Zootecnista, doutor em Produção Animal, pesquisadora da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO

André Mundstock Xavier de Carvalho
Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG

Anor Fiorini de Carvalho
Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Beatriz Gonçalves Brasileiro
Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, professora do Instituto Federal Sudeste MG, Campus Muriaé, Muriaé, MG

Claudenir Fávero
Engenheiro-agronômo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG

Cristine Carole Muggler
Geóloga, Ph.D. em Ciências Ambientais, professora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Cristiane Valéria de Oliveira
Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

Daniel Mancio
Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

Edivânia Maria Gourete Duarte
Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora do Instituto Federal Sudeste MG, Campus Muriaé, Muriaé, MG

Eduardo de Sá Mendonça
Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Ciência do Solo, professor da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

Giovana Fiorela Zamora López
Engenheira florestal, assistente administrativa da Federação de Indústrias do Estado de Rondônia, Porto Velho, RO

Helder Ribeiro Freitas
Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina, PE

Helvio Debli Casalinho
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, professor da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Hugo José Gonçalves dos Santos Junior
Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia Agrícola, professor da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

Irene Maria Cardoso
Engenheira-agronôma, Ph.D. em Ciências Ambientais, professora da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Joana Junqueira Carneiro
Engenheira-agronôma e engenheira florestal, doutoranda em Ciências do Solo, Extensionista do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Alegre, ES

João Roberto Correia
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

João Paulo Guimarães Soares
Zootecnista, doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Juliana Sena Calixto
Engenheira florestal, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora do Instituto Federal Sudeste MG, Campus Muriaé, Muriaé, MG

Laudiceio Viana Matos
Engenheiro-agrônomo, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, engenheiro-agrônomo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra-BA), Salvador, BA

Lidiane Figueiredo dos Santos
Bióloga, mestranda em Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Maria Eunice Paula de Souza
Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Viçosa, MG

Marco Antônio de Almeida Leal
Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

Milheny Silva de Paiva
Técnica em Agroecologia, graduanda em Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, MG

Patrícia Goulart Bustamante
Engenheira-agrônoma, doutora em Bioquímica, pesquisadora do Departamento de Transferência de Tecnologia da Embrapa, Brasília, DF

Rapahel Bragança Alves Fernandes
Engenheiro-agronômo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Rodrigo de Castro Tavares
Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO

Teógenes Senna de Oliveira
Engenheiro-agronômo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Suzi Huff Theodoro
Geóloga, doutora em Desenvolvimento Sustentável, pesquisadora colaboradora da Universidade de Brasília, Brasília, DF

Tommy F. C. Wanick Loureiro de Sousa
Engenheiro-ambiental, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

Valéria Amorim do Carmo
Geógrafa, doutora em Geografia com ênfase em Análise Ambiental, professora da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

Victor Maurício da Silva
Biólogo, doutorando no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

Desenho e frase elaborados pelos estudantes e monitores da turma de 2017 da Escola Família Agrícola (EFA) Puris, Araponga, MG.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições que apoiaram as pesquisas e possibilitaram os trabalhos apresentados nesta obra, entre elas o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espirito Santo (Fapes), o Institute de Recherche pour le Developpement (IRD), e aos Núcleos de Estudos em Agroecologia e Produção Orgânica das instituições dos respectivos autores, às organizações da sociedade civil participantes da Articulação Nacional de Agroecologia, ao Centro de Estudos Formação e Assessoria Rural da Zona da Mata (Ceifar) e à Rede de Agrobiodiversidade do Semiárido Mineiro. Os autores são especialmente gratos às organizações e às famílias das agricultoras e dos agricultores pelo carinho com que receberam os pesquisadores em suas casas e pela generosidade em compartilhar os seus conhecimentos e; aos coletivos de educadores, mestres e estudantes, que constroem o conhecimento em solos e agroecologia na educação básica, no museu e nas universidades. Agradecem ainda aos revisores anônimos, que muito contribuíram para melhorar a qualidade dos textos.

Apresentação

É de interesse nacional que a ciência, a tecnologia e a inovação invistam com vigor na produção de conhecimentos relativos aos sistemas de produção de base ecológica, com especial atenção ao manejo sustentável da agrobiodiversidade, do solo e da água, o que inclui o compartilhamento de soluções localmente adaptadas. A Embrapa, que ao longo de sua existência acumulou méritos por sua contínua contribuição para a agricultura no Brasil, reconhece a importância de gerar conhecimentos nessa área, não só para fortalecer a geração de renda, mas também para promover a segurança alimentar e a qualidade de vida dos brasileiros.

O desafio de institucionalizar a pesquisa para a consolidação de sistemas de produção de base ecológica e a conservação da agrobiodiversidade, do solo e da água tem ganhado forma e conteúdo na Embrapa, especialmente a partir de 2005, com a elaboração do Marco Referencial em Agroecologia, produto de ação estabelecida por meio de parceria entre várias instituições do Estado e da sociedade. Hoje, a pesquisa para a consolidação da base científica da Agroecologia está incorporada em nossa pauta de Pesquisa, Inovação e Transferência Tecnológica.

Assim, desde 2015, está vigente na Embrapa o Portfólio de Pesquisa em Sistemas de Produção de Base Ecológica, que tem como objetivo fomentar, organizar e articular as várias iniciativas sobre esse tema, no âmbito interno da Embrapa, sempre em parcerias com outras instituições públicas, em especial universidades, e representações da sociedade. Arranjos de projetos regionais também estão sendo

construídos com base no tema Agroecologia. As regiões Nordeste e Centro-Oeste já contam com comitês gestores multi-institucionais regionais.

O lançamento deste quarto volume da *Coleção Transição Agroecológica,* fruto da parceria da Embrapa com a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), concretiza a abertura de um espaço de valorização e divulgação de trabalhos que fortalecem e consolidam a base de conhecimento da Agroecologia, contribuindo, assim, para dar sólida base científica a novos modelos de agricultura sustentável.

A Coleção propõe-se, principalmente, a enfrentar dois grandes desafios. O primeiro é fortalecer a abordagem territorial em programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação. Essa estratégia, já praticada em outros países, ainda necessita ser fortalecida no Brasil, no âmbito das políticas públicas e nas práticas das organizações da sociedade. O segundo é levar os princípios da Agroecologia para além de seus espaços já consagrados, inclusive para outros estilos de agricultura. Assim, o debate que se estabelece com esta publicação vai nos ajudar a avaliar os conhecimentos da agroecologia que podem ser universalizados para tornar os sistemas de produção mais sustentáveis.

Mauricio Antônio Lopes
Presidente da Embrapa

Prefácio

Elaborada por meio de parceria entre a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a *Coleção Transição Agroecológica* tem como objetivo divulgar conhecimentos e ampliar as reflexões sobre a agroecologia e sua relação com diversas temáticas, bem como contribuir para ampliar o número de pessoas comprometidas com a transição agroecológica. Neste quarto volume, cujo tema central são os solos e a agroecologia, a ABA pretende contribuir para a compreensão dos solos como geradores de vida e provenientes da vida, ao contrário do entendimento adotado por alguns, que consideram os solos como um suporte físico para as plantas e um contêiner no qual se colocam corretivos e fertilizantes destinados a nutrir as plantas cultivadas.

Tais pensamentos orientam manejos que matam os solos e levam à insustentabilidade dos agroecossistemas. Para que os agroecossistemas sejam sustentáveis, é preciso priorizar formas de uso e de manejo que compreendam os solos como organismos vivos e estimulem os organismos que nele vivem. A produtividade do ecossistema depende da manutenção da diversidade vegetal, que fornece as condições necessárias para a diversidade biológica nos solos. Para isso, é importante utilizar sistemas diversos, nos quais as espécies vegetais cubram os solos, protegendo-os do sol intenso e da força das gotas de chuvas; e, com seus sistemas radiculares diversos, explorem seus diferentes volumes. Junto ao sistema radicular, desenvolvem-se microrganismos que exercem inúmeras funções nos solos, entre as quais a de aumentar a disponibilidade de nutrientes e formar sua estrutura.

No solo, tudo se passa como um ciclo de vida. Por exemplo, os nutrientes presentes até grandes profundidades são absorvidos pelas raízes das plantas, em especial das árvores, e pelos organismos do solo. Esses nutrientes voltam à superfície incorporados na matéria orgânica, que cobrirá e protegerá o solo das chuvas e do sol e alimentará os organismos nele presentes. A manutenção dos ecossistemas depende do fornecimento de matéria orgânica de forma constante e diversificada, que fomenta o desenvolvimento de variadas formas de vida no solo. Os organismos atuam na decomposição da matéria orgânica, liberando os nutrientes nela contidos para serem absorvidos pelas plantas e por outros organismos que se desenvolverão junto às suas raízes. Nesse processo de decomposição da matéria orgânica, liberam-se substâncias que ajudam na formação dos agregados e criam boas condições para a infiltração da água e para o desenvolvimento de raízes em profundidade, as quais absorverão os nutrientes. Ou seja, neste ciclo, a vida gera mais vida.

A diversificação da atividade agrícola, inclusive por meio da integração com a criação animal, potencializa este ciclo, a partir do aproveitamento eficiente dos recursos naturais disponíveis e tem se mostrado uma estratégia eficaz para a obtenção de um manejo apropriado dos nutrientes e da saúde dos solos.

As práticas de manejo sadio dos solos foram milenarmente desenvolvidas por comunidades rurais. Esses conhecimentos precisam ser reconhecidos por cientistas e técnicos, os quais, por sua vez, podem contribuir para compreender melhor como os processos ecológicos potencializam a vida no solo e contribuem para construir estratégias de manejo sustentável dos agroecossistemas, que se tornaram insustentáveis em especial a partir da chamada "modernização da agricultura". Junto com as comunidades, devemos construir o diagnóstico dos problemas relacionados ao manejo dos solos a fim de experimentar e avaliar soluções com base em indicadores úteis para todos os envolvidos. Para que isso ocorra, torna-se necessário o emprego de metodologias que facilitem a comunicação e o diálogo entre agricultores, cientistas e técnicos.

Para além do entendimento do solo como responsável pela manutenção da qualidade e produtividade dos agroecossistemas, precisamos entendê-lo como patrimônio da humanidade, o qual deve ser entendido como herança não apenas material, mas simbólica. O solo é terra para muitos. Comumente, ouve-se de agricultores e agricultoras que a terra é mãe e, como tal, deve ser respeitada. Nossa relação com a terra nos traz identidade e memória. Esta terra está inserida em uma paisagem e em um território de disputas e conflitos. Por ela devemos lutar e dela devemos cuidar, até que a morte novamente nos recolha em seu ventre.

Irene Maria Cardoso
Presidente da Associação Brasileira de Agroecologia

Sumário

Introdução
Solos e agroecologia 21

Capítulo 1
Ressignificar nossas percepções sobre o solo: atitude essencial para manejar agroecossistemas sustentáveis..... 33

Capítulo 2
Biologia do solo: construindo a fertilidade dos solos velhos, lixiviados, pobres e malfalados dos trópicos 61

Capítulo 3
Rochagem: o que se sabe sobre essa técnica?.....101

Capítulo 4
Cuidar do solo para cuidar da água 129

Capítulo 5
Etnopedologia: buscando o olhar de quem amanha a terra 159

Capítulo 6
Integração de conhecimentos na construção de uma metodologia para avaliação da qualidade do solo 201

Capítulo 7
Reflexões sobre interpretações de resultados de análises de solos e recomendações de aplicação de corretivos e fertilizantes..... 237

Capítulo 8
Desvendando os segredos da análise de solo: troca de experiências com agricultores familiares 257

Capítulo 9
Manejo da fertilidade de solos em áreas de pastagem orgânica..... 269

Capítulo 10
A educação em solos na promoção da agroecologia 307

Capítulo 11
Solo como patrimônio: uma abordagem para o desenvolvimento local e para a agroecologia..... 329

Introdução

Solos e agroecologia

Irene Maria Cardoso
Claudenir Fávero

O solo é essencial para a produção de alimentos, filtragem da água (um de nossos principais alimentos), estocagem de carbono, manutenção da biodiversidade e da saúde das plantas e das pessoas. No século 19, o conhecimento de solos se estruturou como uma ciência independente e autônoma e experimentou, desde então, intenso desenvolvimento de seus métodos e ferramentas de estudo. Isso se deu no contexto da ciência cartesiana, e esse modelo segue sendo hegemônico na ciência dos solos tropicais. Sob esse paradigma, a ciência do solo se especializou e se fragmentou, com foco principalmente no aumento da produtividade das culturas agrícolas, mas com pouca atenção para a complexidade dos solos e para o seu papel na manutenção da biodiversidade e da qualidade da água, do ar e na produção de alimentos de qualidade (MELLO; MUGGLER, 2015).

Essa foi a base para o desenvolvimento das tecnologias da revolução verde, as quais foram utilizadas na agricultura e implantadas no Brasil na segunda metade do século 20. Com as tecnologias da revolução verde, a degradação dos solos foi acelerada. O entendimento das consequências desse modelo para o meio ambiente e para as pessoas ganhou força a partir da publicação, em 1962, do livro *Primavera silenciosa* (título original: *Silent spring*) de Rachel Carson.

No Brasil, a busca de alternativas para a revolução verde se fortaleceu no fim da década de 1970 e início da década de 1980.