



Alternativas para diversificação da agricultura familiar de base ecológica – 2023



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura e Pecuária**

DOCUMENTOS 536

**Alternativas para diversificação da agricultura
familiar de base ecológica – 2023**

**Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na:**

Embrapa Clima Temperado

BR-392, km 78, Caixa Postal 403

CEP 96010-971, Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suita de Castro

Vice-presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

Ana Luíza B. Viegas, Fernando Jackson, Marilaine

Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick

Foto de capa

Paulo Lanzetta

1ª edição

1ª impressão (2023): 1.600 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

W854a Wolff, Luis Fernando

Alternativas para a diversificação da agricultura familiar
de base ecológica – 2023 / editores técnicos Luis
Fernando Wolff, Eberson Diedrich Eicholz. – Pelotas:
Embrapa Clima Temperado, 2023.

63 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN
1806-9193 ; 536).

1. Agricultura familiar. 2. Ecologia. 3. Agroecologia.
I. Eichholz, Eberson Diedrich. II. Título. III. Série.

CDD 630.277

Autores

Adalberto Koiti Miura

Biólogo, doutor em Sensoriamento Remoto, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Adilson Luís Bamberg

Engenheiro agrícola, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Alberi Noronha

Engenheiro-agrônomo, especialista em Administração e Desenvolvimento Rural, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Ângela Diniz Campos

Engenheira-agrônoma, doutora em Fisiologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Antonio Davi Vaz Lima

Engenheiro-agrônomo, estudante de doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS

Artur Ramos Molina

Biólogo, estudante de mestrado do Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, RS

Bernardo Ueno

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Bruno Nicanor Mello da Silva

Bacharel em Educação Física, estudante de mestrado em Política Social e Direitos Humanos, Universidade Católica de Pelotas, RS

Bruno Scheffer Del Pino

Engenheiro-agrônomo, estudante de mestrado do Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, RS

Carlos Augusto Posser Silveira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Carlos Roberto Martins

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Cristiane Tavares Feijó

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Cristiano Geremias Hellwig

Engenheiro-agrônomo, estudante de doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS

Daniela Lopes Leite

Engenheira-agrônoma, Ph.D em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Dori Edson Nava

Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Eberson Diedrich Eicholz

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Ernestino de Souza Gomes Guarino

Engenheiro florestal, doutor em Botânica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Fátima Giovana Tessmer Santin

Engenheira-agrônoma, estudante de mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Pelotas, RS

Fernando Luiz Horn

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, assistente técnico regional da Emater/RS – Ascar, Pelotas, RS

Frederico de Castro Mayer

Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Glaucia de Figueiredo Nachtigal

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Guilherme Schnell e Schühli

Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Gustavo Schiedeck

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Irajá Ferreira Antunes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Jair Costa Nachtigal

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Janaina da Silva Rosa

Engenheira-agrônoma, mestre em Sociologia, extensionista da Emater/RS – Ascar, Turuçu, RS

Jerri Teixeira Zanusso

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrônômicas, professor da Universidade Federal de Pelotas, RS

José Ernani Schwengber

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Josuan Stuberle Schiavon

Engenheiro-agrônomo, mestre em Sementes, extensionista rural da Cooperfumos, Pelotas, RS

Juliana Bozzato

Gestora ambiental, estudante de mestrado no Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, da Universidade Federal de Pelotas, RS

Letícia Penno de Sousa

Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Lilian Terezinha Winckler

Engenheira-agrônoma, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Lúcio André de Oliveira Fernandes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Política e Gestão do Desenvolvimento, professor da Universidade Federal de Pelotas, RS

Luis Fernando Wolff

Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Naturais e Gestão Sustentável, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Marcos Jardel Soares

Engenheiro-agrônomo, estudante de mestrado do Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, RS

Mateus Diedrich Eicholz

Estudante de graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, RS

Mateus Schwanz Kuhn

Engenheiro-agrônomo, extensionista da Fundação Luterana de Diaconia / Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia, Pelotas, RS

Patrícia da Silva Grinberg

Engenheira-agrônoma, extensionista rural da Emater/RS – Ascar, Pelotas, RS

Patrícia Martins da Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, professora na Universidade Federal de Pelotas, RS

Paulo Duarte

Engenheiro-agrônomo, Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam), Pelotas, RS

Régis Sivori Silva dos Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS

Roni Bonow

Engenheiro-agrônomo, coordenador da Fundação Luterana de Diaconia / Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia, Pelotas, RS

Rosane Martinazzo

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Samuel Rodrigues Rutz

Engenheiro-agrônomo, extensionista da Emater/RS – Ascar, Pelotas, RS

Apresentação

A pesquisa agropecuária é ferramenta imprescindível para o desenvolvimento e promoção de sistemas agrícolas sustentáveis que visem segurança alimentar e nutricional e que garantam qualidade de vida às famílias de agricultores e consumidores. Nesse sentido, contando com o apoio de várias instituições parceiras, a Embrapa Clima Temperado vem atuando na construção e consolidação de uma base científica, tecnológica e de inovação para o desenvolvimento regional sustentável da região Sul do Brasil.

Esta publicação objetiva apoiar de maneira qualificada a busca de alternativas produtivas para a sustentabilidade ecológica e social da agricultura familiar de base ecológica. Registra as diretrizes da 18ª edição do “Dia de Campo de Agroecologia e Produção Orgânica”, da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, que se alinha à campanha da FAO/ONU relativas às iniciativas da “Década Internacional da Agricultura Familiar” e às ações da comunidade internacional quanto à “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, um plano de ação criado para colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente até 2030.

Nesse sentido, e com a adesão a essa agenda internacional e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), a Embrapa Clima Temperado soma-se ao esforço de atingir uma nova fase para o desenvolvimento dos países, na busca por integrar os componentes do desenvolvimento sustentável.

Roberto Pedroso de Oliveira
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Estação Experimental Cascata – 85 ANOS

A Estação Experimental Cascata (EEC), em 2023, alcançou 85 anos de existência e atuação em pesquisa pública dirigida ao setor agropecuário e a serviço da sociedade, na região de clima temperado do Brasil. Desde a sua criação, em janeiro de 1938, a EEC, que na época era denominada de Estação Experimental de Viticultura, Enologia e Frutas de Clima Temperado, tem como missão histórica apoiar e desenvolver ações voltadas para a sustentabilidade da agricultura familiar.

A partir de uma agenda pautada na diversificação da matriz produtiva regional, com desdobramentos nas últimas décadas que levaram à opção concreta e madura pelos princípios da Agroecologia, a EEC dirige seu olhar e enfoque investigativo à sustentabilidade econômica, ambiental e social da agricultura familiar de base ecológica. Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, bem como de transferência de tecnologias, são estrategicamente orientados para dar suporte técnico-científico a agricultores familiares e fortalecer sistemas de produção ecológicos ou em processo de transição agroecológica.

As atividades desenvolvidas na EEC baseiam-se nos princípios da pesquisa participativa, um processo dialógico que alia conhecimentos científicos dos pesquisadores com conhecimentos tradicionais dos agricultores, reconhecendo-se mutuamente sua importância. O valor socioeconômico da região de clima temperado no Brasil é atestado por sua elevada contribuição à produção agropecuária nacional. Isso significa metade da produção brasileira de grãos, a quarta parte da produção de carnes, leite e hortaliças, e a quase totalidade da produção de frutas de clima temperado, além de abrigar um dos maiores parques agroindustriais instalados no país.

O tradicional *Dia de Campo da Agroecologia e Produção Orgânica* é realizado no final de cada ano. Em função da pandemia por covid-19, em 2020 e 2021 o formato presencial foi substituído pelo evento virtual, por internet, contando com milhares de participantes, incluindo alguns de outros países, não apenas da América Latina, mas também da África e Europa. Atualmente, como evento simultâneo, é realizada a *Feira de Agroecologia*. Os dois eventos ocorreram simultaneamente pela primeira vez no ano de 2022 (Figura 1), com a presença de aproximadamente mil participantes.



Figura 1. Vista aérea das estruturas do 17º Dia de Campo da Agroecologia e Produção Orgânica e da Feira de Agroecologia, em 2022, na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado.

Assim, o 18º Dia de Campo da Agroecologia e Produção Orgânica manteve seu foco na proposição de alternativas para a diversificação da matriz produtiva de base ecológica da agricultura familiar. É dirigido para agricultores e agricultoras, formuladores de políticas públicas, extensionistas, estudantes e técnicos, oportunizando a sensibilização, mobilização social e divulgação de tecnologias e inovações voltadas para a sustentabilidade ecológica e a geração de renda agrícola na produção familiar de base ecológica.

Em 2023, conta novamente com quatro estações temáticas: serviços ambientais, agrossociobiodiversidade, sistemas de produção biodiversos e insumos para a agricultura sustentável. É fruto do trabalho desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, particularmente na Estação Experimental Cascata, mas também nas propriedades dos agricultores e com a participação e fundamental apoio das instituições parceiras locais. Com o tema “Águas”, insere-se nas ações da Década da Nutrição (2016-2025) e da Década da Agricultura Familiar (2019-2028) da Organização das Nações Unidas, reforçando e dando visibilidade aos produtores de alimentos e à segurança alimentar e nutricional do Brasil, mas apontando para soluções no uso adequado da água, um bem escasso e problemático para a produção de alimentos e para a humanidade.

Todos os temas trabalhados neste 18º Dia de Campo da Agroecologia e Produção Orgânica têm foco no tema e na questão das águas. Com esta publicação, a Embrapa Clima Temperado, por meio da Estação Experimental Cascata, entrega novamente à população parte de suas contribuições para a diversificação da matriz de produção da agricultura familiar, um dos pilares da estabilidade socioeconômica e produtiva do País.

Luis Fernando Wolff

Coordenador Técnico da Estação Experimental Cascata
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Tema I: Serviços ambientais	14
Serviços ambientais e serviços ecossistêmicos.....	15
Contribuição dos ecossistemas naturais na provisão de água	18
Plantas de cobertura: importância das raízes e da parte aérea.....	21
Uso do solo e a qualidade da água na área da bacia hidrográfica Lagoa Mirim – Canal São Gonçalo, RS ..	24
Uso de tecnologias sociais para o convívio com a estiagem	26
Tecnologias de reúso da água.....	28
Tema II: Agrossociobiodiversidade	30
Importância das variedades crioulas em um cenário de mudanças climáticas.....	31
Culturas de inverno, forrageiras e plantas de cobertura para melhorar o armazenamento da água nos sistemas agrícolas	33
Utilização das plantas medicinais nos sistemas biodiversos	35
Melhoramento participativo em cebola: seleções para o sistema orgânico	38
Tema III: Sistemas de produção biodiversos	40
Tecnologias poupadoras de água para produção de hortaliças	41
Práticas tecnológicas conservadoras de água na fruticultura ecológica	44
Restauração (agro)ecológica, agroflorestas e água.....	47
Análise econômica-ecológica: agroecologia e sistemas agroflorestais sucessionais na Serra dos Tapes (RS)....	49
Água para a conservação das abelhas e biodiversidade	52

Tema IV: Insumos para a agricultura sustentável	54
Adubação orgânica, palhada e irrigação por gotejamento: combinação de estratégias para a conservação da água no solo	55
Porosidade, compactação e a disponibilidade de água do solo	57
Uso de microrganismos para aumento da resiliência das plantas	60
Microrganismos anaeróbios para produção do adubo fermentado <i>bokashi</i>	61

Tema I: Serviços ambientais

“Água” é o tema escolhido para o evento *Agroecologia 2023*. Desse modo, esta estação destaca os principais serviços ambientais relacionados ao tema.

O primeiro item discorre sobre alguns conceitos-chave e como os serviços ambientais podem representar oportunidades à agricultura sustentável. O segundo aborda a “produção” de água pelos ecossistemas naturais e como os agricultores podem contribuir com serviços ambientais em suas comunidades. O terceiro item discute sobre como as plantas de cobertura e o sistema radicular podem contribuir para a melhoria das condições físico-química e biológica do solo e de que maneira isso se relaciona com a manutenção da água no solo. O item quarto nos convida a refletir sobre como o uso e o manejo do solo contribuem para a qualidade de água em bacias hidrográficas. O item quinto discorre sobre a importância das tecnologias sociais para combater ou amenizar a escassez hídrica, com destaque à cisterna de placas. Por fim, o item sexto apresenta soluções ao reaproveitamento de águas residuais em propriedades rurais, como medida de enfrentamento a estiagens.

Serviços ambientais e serviços ecossistêmicos

Adalberto Koiti Miura

Letícia Penno de Sousa

A Terra e a vida no planeta estão enfrentando uma preocupante e acelerada perda de habitats e biodiversidade, esgotamento de recursos naturais e ameaças pelas mudanças climáticas. Isso tem consequências importantes para a saúde humana, qualidade de vida, segurança alimentar e estabilidade global. Populações rurais são mais afetadas do que as urbanas, e as pessoas pobres são as mais impactadas.

Em geral, “serviços ambientais” e “serviços ecossistêmicos” são benefícios da natureza para os humanos, sendo essenciais para a sobrevivência, bem-estar humano e equilíbrio do meio ambiente, além de desempenharem papel fundamental em atividades econômicas, desenvolvimento social e manifestações culturais. Esses serviços podem ser categorizados em quatro tipos:

- Serviços de provisionamento: fornecem diretamente bens e recursos, como alimentos, peixes, madeira e água doce.
- Serviços de regulação: controlam processos ecológicos benéficos, como regulação climática, purificação de água e controle de enchentes e pragas.
- Serviços culturais: benefícios não materiais, como recreação, ecoturismo e valores estéticos e espirituais ligados às paisagens naturais.
- Serviços de suporte: mantêm a estrutura e funcionamento dos ecossistemas, como ciclagem de nutrientes e polinização.

Embora os dois termos sejam frequentemente utilizados como sinônimos e de forma intercambiável, existe uma sutil diferença entre eles. Os “serviços ecossistêmicos” concentram-se especificamente nos benefícios resultantes dos processos ecológicos e funções dentro dos ecossistemas naturais.

Os “serviços ambientais” têm um escopo mais amplo, englobando os benefícios de ambientes naturais e atividades humanas, como manejo do solo, culturas agrícolas, gestão de resíduos e serviços recreativos em espaços verdes urbanos. Exemplos de serviços ambientais incluem a preservação ativa de áreas naturais, proteção de mananciais, sequestro de carbono no solo e ações de recuperação da vegetação nativa por meio de iniciativas individuais, públicas ou da sociedade civil.

Para agricultores e comunidades rurais, os serviços ambientais são essenciais para a produtividade e sustentabilidade de suas atividades. Solo fértil, disponibilidade de água de qualidade, polinizadores e proteção contra enchentes e secas, são exemplos de serviços ambientais que impactam a agricultura. Sem esses serviços, a produção agrícola seria severamente afetada, resultando em consequências negativas na produção de alimentos, segurança alimentar e economia.

Nesse contexto, no Brasil, há políticas públicas federais, estaduais e municipais que incentivam a proteção do meio ambiente, oferecendo oportunidades aos agricultores, como os programas e projetos de pagamento por serviços ambientais (PSA). O PSA é uma abordagem de mercado que valoriza e recompensa a conservação, gestão ou melhoria dos serviços ecossistêmicos, estimulando sua proteção e restauração. Os agricultores podem ser recompensados por contribuir para a manutenção ou recuperação desses serviços. Esses projetos podem focar na conservação e recuperação dos recursos hídricos, solos, vegetação e no sequestro de carbono, entre outros objetivos. Além dos benefícios diretos, também trazem vantagens materiais e econômicas, que podem ser tanto monetárias, por meio de pagamentos diretos pelos serviços prestados, como não monetárias, como facilidades para obter crédito agrícola, seguro agrícola ou serviços. O papel da agricultura na conservação e restauração desses serviços ambientais depende significativamente de incentivos e de políticas públicas.

As políticas públicas brasileiras para pagamento por serviços ambientais incluem: i) o Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas, focado no controle da poluição difusa rural em bacias hidrográficas. Esse programa incentiva a conservação da água e do solo e prevê o conceito de provedor-recebedor, com retorno positivo para ações positivas; ii) a Lei da Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012) estabelece o pagamento por serviços ambientais (Figura 1), tanto monetários quanto não monetários.; iii) a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) tem o objetivo de estimular a conservação dos ecossistemas e reconhecer iniciativas que melhorem os serviços ecossistêmicos, com retribuição financeira ou não; iv) no Rio Grande do Sul, foi instituído o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (Pepsa) por meio do Decreto Estadual nº 56.640/2022.



Figura 1. Exemplos de serviços ambientais relacionados aos produtos produzidos por agricultores e comunidades rurais: recuperação de áreas degradadas em jazidas de piçarra na Caatinga (A); trilha ecológica da Embrapa Agropecuária Oeste (B); polinização (C); serviço de regulação e suporte: biodiversidade, Estação Ecológica do Taim, RS (D); serviço de provimento: frutas nativas - pitanga (E); produtos da agroindústria familiar (F).

A conservação e a restauração dos serviços ambientais/ecossistêmicos podem oferecer outras oportunidades para a geração de renda aos agricultores. Uma delas é a possibilidade de venda de créditos de compensação de carbono, caso haja iniciativas quantificáveis para o sequestro de carbono no solo ou em projetos de recomposição da vegetação nativa, sistemas agroflorestais e silvipastoris. Obter certificações sustentáveis, como a orgânica, a agroflorestal ou a agricultor amigo da biodiversidade, pode aumentar o valor de mercado dos produtos, pois os consumidores valorizam cada vez mais produtos produzidos de formas mais sustentáveis e ecologicamente corretos. Outra fonte de renda pela conservação/restauração de serviços ambientais e ecossistêmicos, é o ecoturismo e agroturismo (turismo rural), com caminhadas guiadas pela natureza, observação de pássaros e oferta de produtos agrícolas de valor agregado, como orgânicos, agroecológicos e artesanato feito à mão, que alcançam preços mais altos em nichos de mercado.

A adoção de práticas sustentáveis e ecológicas não só contribui para a conservação ambiental e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, mas também aumenta as oportunidades de renda e lucratividade a longo prazo para os pequenos agricultores e oportunizando a permanência de família no meio rural. Vale ressaltar que o valor dos serviços ambientais/ecossistêmicos vai além dos ganhos monetários, pois ajuda a construir sistemas agrícolas resilientes e sustentáveis para o futuro.

Contribuição dos ecossistemas naturais na provisão de água

Adalberto Koiti Miura

Letícia Penno de Sousa

A água é um recurso vital na Terra, essencial para a vida, ecossistemas e sociedades humanas. Com o crescimento populacional positivo, a demanda global por água aumenta, enquanto a disponibilidade hídrica enfrenta a ameaça de escassez. Poluição, super-exploração e mudanças climáticas intensificam estiagens e secas. A redução no fornecimento de água doce tem amplos efeitos, prejudicando a qualidade de vida, ameaçando ecossistemas e biodiversidade, além de impactar negativamente as atividades produtivas.

A escassez de água em ambientes naturais tem efeitos adversos aos ecossistemas, levando à degradação e perda de habitats, ameaçando a sobrevivência de espécies. A competição por água e alimentos desequilibra a cadeia alimentar, favorecendo espécies invasoras adaptadas a condições adversas, alterando dinâmicas naturais e reduzindo serviços ecossistêmicos. Isso intensifica os impactos das estiagens, restringindo o uso doméstico e de serviços, afetando a qualidade de vida, especialmente em áreas com disponibilidade limitada de água, prejudicando a saúde pública e aumentando os custos de saneamento. Essa situação pode gerar conflitos entre comunidades e setores econômicos pelo controle e acesso à água, agravando tensões sociais e geopolíticas.

A agropecuária intensiva, por depender significativamente de água, enfrenta desafios com a escassez hídrica, afetando a produção agrícola, elevando custos e impactando a segurança alimentar. Setores industriais dependentes de grandes volumes de água também podem enfrentar dificuldades operacionais e custos de produção mais elevados, prejudicando o crescimento econômico. As fontes convencionais de água, como lagos, rios e reservatórios subterrâneos, são essenciais, mas o reconhecimento crescente do papel dos ecossistemas no serviço de provisão de água doce se destaca. Os ecossistemas regulam, armazenam e purificam a água através do ciclo hidrológico, contribuindo ativamente para tornar a água doce disponível para as necessidades humanas e ecológicas.

A água é um recurso finito, com quantidade constante ao longo do tempo. Embora seja recurso renovável, por meio do ciclo hídrico, a maior parte (97%) é salgada nos oceanos, limitando sua aplicação e uso direto. Apenas cerca de 2,5% é adequada para as necessidades humanas e agrícolas. O ciclo hidrológico é responsável pelo movimento e distribuição da água na Terra, exercendo papel primordial na sustentação da vida, provimento de água doce, suporte aos ecossistemas e influência nos padrões climáticos. Etapas básicas do ciclo incluem evaporação, condensação e precipitação, garantindo o fornecimento contínuo de água doce e regulação climática.

Áreas naturais mantêm a biodiversidade e equilíbrio ecológico, aumentando resiliência a mudanças climáticas e desastres naturais. Preservar e restaurar essas áreas é essencial para o ciclo hidrológico e o fornecimento de água. Campos, florestas, matas ciliares e áreas úmidas (várzeas e banhados ao longo de rios, junto a lagos e lagoas naturais, em relevos côncavos em qualquer outro tipo de passagem) previnem erosão, estabilizam o solo e removem poluentes. A vegetação regula o fluxo hídrico, permitindo infiltração no solo, recarga de aquíferos e controle de vazões, evitando enchentes e secas. Áreas úmidas retêm água em épocas chuvosas, evitando enchentes e recarregando aquíferos. Em períodos secos, liberam gradualmente água, mantendo níveis dos cursos d'água. A vegetação sombreia solos e corpos de água, reduzindo evaporação e perda de água. A vegetação é fundamental na regulação hídrica (Figura 2).

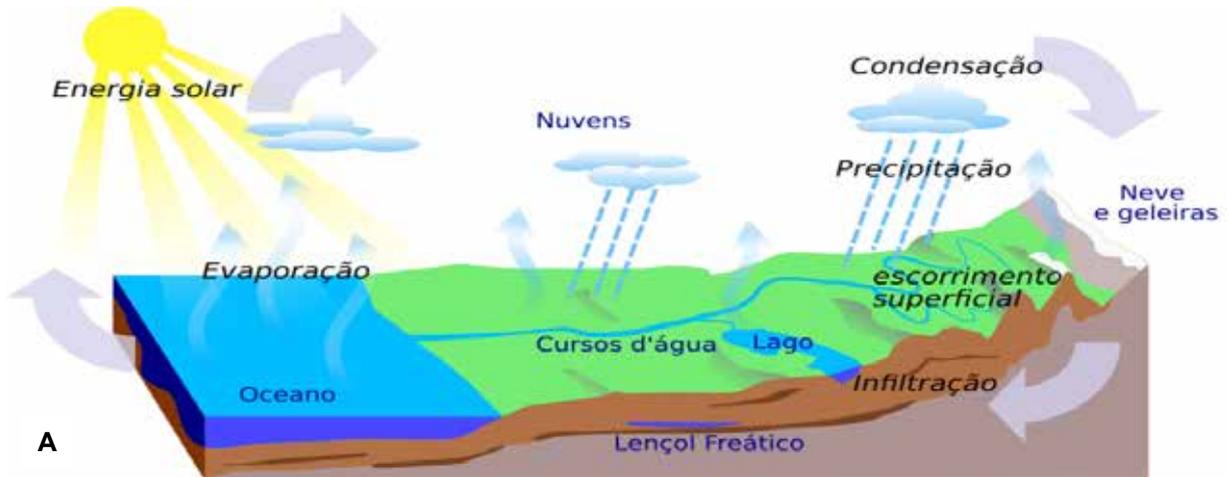


Foto: Luiz Henrique Magnante



Foto: Lidiamar Albuquerque



Foto: Luciano Cordoval

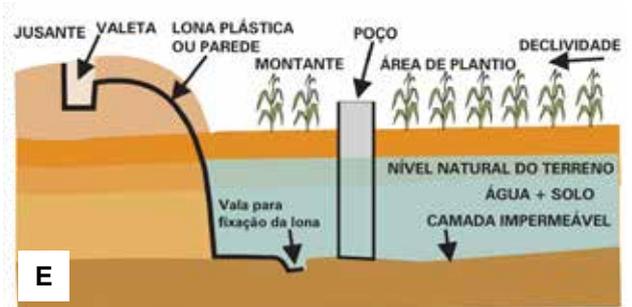


Ilustração: José Clévis Bezerra

Figura 2. Exemplos de sistemas e serviços de provisão de água: ciclo da água (A); plantio direto em contorno (B); restauração de mata ciliar (C); barraginha (D); barragem subterrânea (E).

Fonte: Adaptado de Wasserkreislauf.png; Benutzer: Jooooderivative work: moyogo, CC BY-SA 3.0 <<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons^(A); Roseli R. F. et al. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54893/1/INT96.pdf>)^(E)

Além disso, áreas agrícolas também podem fornecer serviços ambientais relacionados à água, contribuindo para o manejo hídrico, conservação e equilíbrio ecológico. Práticas sustentáveis em agricultura incluem o manejo conservacionista do solo, como plantio em contorno ou curva de nível, terraceamento, plantio direto na palha, rotação de culturas e uso de barreiras vegetativas, e têm o objetivo de reduzir o escoamento de água, promover a infiltração no solo e minimizar a erosão. Essas estratégias melhoram a retenção de água, reduzem a perda de nutrientes e beneficiam a disponibilidade e qualidade hídrica, além de contribuir para a conservação de água, recarga de aquíferos, melhoria da qualidade da água, regulação de enchentes, conservação da biodiversidade e sequestro de carbono.

Enfatizar práticas agroecológicas, como agroflorestas e agricultura orgânica, melhora a estrutura e fertilidade do solo, reduzindo insumos, prevenindo erosão e aumentando a retenção de água, beneficiando disponibilidade e qualidade hídrica.

Sistemas de captação e armazenamento de água da chuva, como cisternas, açudes, barraginhas e barragens subterrâneas, fornecem fontes adicionais de água durante períodos de seca. Cisternas armazenam água da chuva para uso diário. Açudes são reservatórios vitais para irrigação e criação de animais. Barraginhas são sistemas formados por estruturas que retêm água da chuva, promovendo infiltração e recarga dos aquíferos, beneficiando o abastecimento subterrâneo. Barragens subterrâneas retêm água temporariamente para cultivo em estiagens, criando vazante temporária que mantém o solo úmido. A sinergia desses sistemas fortalece a resiliência das comunidades rurais frente a desafios climáticos e escassez de recursos hídricos, promovendo sustentabilidade e bem-estar local.

Comunidades rurais e tradicionais (indígenas, quilombolas, ribeirinhos) podem ter papel ativo na restauração de habitats e proteção de áreas naturais, promovendo o equilíbrio dos recursos hídricos. A educação ambiental é essencial para incentivar práticas sustentáveis em relação à água. Iniciativas de gestão participativa de bacias hidrográficas envolvendo comunidades têm impacto positivo na segurança hídrica, integrando conhecimentos locais e científicos. A abordagem participativa, com conhecimento local e apoio técnico-científico, empodera comunidades e conserva os recursos hídricos, promovendo resiliência e bem-estar no campo.

Plantas de cobertura: importância das raízes e da parte aérea

Fernando Luiz Horn

Com o advento de novas descobertas pela pesquisa aliados às observações dos agricultores, identificou-se novos potenciais de uso das plantas de cobertura. Comumente o uso das plantas de cobertura é associado a uma proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, evitando a sua desagregação, em consequência uma redução na velocidade do escoamento superficial das águas, havendo assim uma diminuição da erosão e dos processos de lixiviação de nutrientes.

Uma densa cobertura vegetal do solo também funciona como isolante térmico, originando baixas oscilações térmicas entre as temperaturas máximas e mínimas, proporcionando proteção contra o aquecimento excessivo da superfície do solo, redução das perdas de água por evaporação pela não incidência da radiação solar direta, além de aumentar a interceptação das precipitações. Esse dossel vegetal também protege contra o vento, impedindo o ressecamento da camada superficial do solo e a formação de uma crosta superficial de solo ressecado.

Em consequência da não evaporação, um volume maior de água fica armazenada nos perfis superficiais e profundos do solo, permitindo ao sistema radicular das plantas acessar o volume reservado, sendo que as estiagens de curta duração não comprometem o desenvolvimento das plantas, resultando em menores perdas nas produções.

Essa cobertura vegetal (Tabela 1), igualmente auxilia no controle de plantas espontâneas, inicialmente por reduzir o potencial de germinação das sementes e depois por competição (nutrientes, insolação, efeito alelopático, etc.), reduzindo o surgimento de plantas competidoras. Outro aspecto relevante é o efeito na diminuição da incidência de pragas e doenças nos cultivos comerciais. É importante lembrar que o desenvolvimento da parte aérea das plantas interage e depende do tipo de solo, volume e tamanho das raízes, espécie, variedade, manejos, etc., limitando e influenciando diretamente na formação da massa verde.

Tabela 1. Diferentes estações do ano e espécies vegetais recomendadas como cobertura do solo e adubação verde.

Estação	Nome comum	Nome científico	Família
Outono/Inverno	Aveia-branca	<i>Avena sativa</i>	Poaceae
Outono/Inverno	Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i>	Poaceae
Outono/Inverno	Azevém	<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae
Outono/Inverno	Centeio	<i>Secale cereale</i>	Poaceae
Outono/Inverno	Ervilha forrageira	<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae
Outono/Inverno	Ervilhaca comum	<i>Vicia sativa</i>	Fabaceae
Outono/Inverno	Ervilhaca peluda	<i>Vicia villosa</i>	Fabaceae
Outono/Inverno	Gorga	<i>Sperbula arvensis</i>	Caryophyllaceae
Outono/Inverno	Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae
Outono/Inverno	Tremoço azul	<i>Lupinus angustifolius</i>	Fabaceae
Outono/Inverno	Tremoço branco	<i>Lupinus albus</i>	Fabaceae
Outono/Inverno	Trigo forrageiro	<i>Triticum aestivum</i>	Poaceae
Primavera/Verão	Braquiárias	<i>Brachiaria spp</i>	Poaceae
Primavera/Verão	Crotalária	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Fabaceae
Primavera/Verão	Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Fabaceae
Primavera/Verão	Feijão-guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae

Continua..

Tabela 1. Continuação.

Estação	Nome comum	Nome científico	Família
Primavera/Verão	Feijão-miúdo	<i>Vigna unguiculata</i>	Fabaceae
Primavera/Verão	Guanduanão	<i>Cajanus cajan</i>	Fabaceae
Primavera/Verão	Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	Poaceae
Primavera/Verão	Mucuna	<i>Mucuna spp</i>	Fabaceae
Primavera/Verão	Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Poaceae

O solo cumpre diversas funções, como a sustentação das plantas, reservatório para água e nutrientes, aeração e pleno desenvolvimento das raízes, entre outros. Assim, nessa intensa inter-relação solo-água-plantas, o uso das plantas de cobertura propicia uma melhoria no meio de cultura físico-químico-biológico, em que as raízes desempenham papel fundamental.

Uma das funções fundamentais das raízes é a ação mecânica feita para romper a camada adensada superficial do solo, melhorando a sua estrutura, propiciando assim, uma melhor infiltração da água da chuva no solo e um aumento dos espaços porosos no solo para o armazenamento desta água. Um solo mal manejado pode apresentar uma taxa de infiltração de água de 7 mm/h a 8 mm/h, enquanto que um solo manejado corretamente, agregado e vivo poderá ter taxas de infiltração de 100 mm/h até 400 mm/h. Esse cenário positivo de infiltração de água é correlacionado com o aporte de fitomassa, formação de matéria orgânica no solo e manutenção ou introdução de diversidade vegetal que pode ser formado por um mix ou coquetel de plantas de cobertura.

Produzem melhorias nas condições químicas do solo, possibilitam a incorporação de nitrogênio no solo, principalmente com o cultivo de leguminosas; reduzem a lixiviação dos nutrientes para o lençol freático; reciclam nutrientes do solo, permitindo reduzir a adubação de manutenção e da cobertura para as culturas; favorecem a associação de micorrizas com as raízes das gramíneas também permite aos microrganismos do solo retirar nitrogênio do ar, transformar substâncias orgânicas e disponibilizar nutrientes às plantas.

Produzem melhorias nas condições biológicas do solo, pois um solo vivo presume a presença das mais variadas formas de vida interagindo entre si, e com as frações minerais e orgânicos do solo; são fonte de matéria orgânica, fornecendo nutrientes diversificados devido ao aporte contínuo de resíduos, sob a forma de pequenos pedaços cortados pela fauna, assim, transformam-se em alimento, melhorando a atividade biológica, incrementado e fomento do desenvolvimento de variadas formas de vida no solo (macro, meso e microfauna e flora). Com o incremento da população de microrganismos no solo pressupõe-se enriquecer o agroecossistema, proporcionando um incremento também nos antagonistas (inimigos naturais das pragas, nematoides e doenças), reduzindo assim essas populações.

Na escolha da espécie de planta de cobertura é preciso observar algumas características: devem apresentar um crescimento rápido; proporcionar adequada cobertura do solo; ser de fácil estabelecimento; possuir um sistema radicular vigoroso e profundo; produzir matéria seca em grande quantidade, não ser hospedeira preferencial de doenças, pragas e/ou nematoides. A recomendação técnica é sempre usar um mix ou coquetel de plantas de cobertura, pois espécies diferentes exploram camadas diferentes de solo e extraem teores diferentes de nutrientes. No subsolo existe um vasto sistema radicular de plantas (saúdável e diferenciado) que se estende vertical e horizontalmente, e possibilita a ciclagem dos nutrientes e a translocação dos nutrientes de camadas profundas para a superfície do solo.

Assim, recomenda-se o uso de espécies de famílias diferentes, combinando as gramíneas (família Poaceae) com as leguminosas (família Fabaceae) e com as de outras famílias (Brassicaceae e Caryophyllaceae), diversidade que conduz a uma maior estabilidade e sustentabilidade ambiental.

As gramíneas são plantas de ciclo anual, possuem um crescimento relativamente rápido e os resíduos são de fácil gerenciamento. Seus sistemas radiculares são fibrosos e fortes, propiciando uma boa proteção contra a erosão.

As leguminosas desfrutam da fama pelo enriquecimento de nitrogênio, como principais plantas de cobertura do solo de fixação de nitrogênio. Seu vigoroso sistema de raízes auxilia na compactação indesejada da superfície quando as plantas crescem. Além disso, quanto maior a planta, mais nitrogênio ela pode absorver e disponibilizar para os cultivos.

Uso do solo e a qualidade da água na área da bacia hidrográfica Lagoa Mirim – Canal São Gonçalo, RS

Paulo Duarte

Juliana Bozzato

O uso que fazemos dos solos influencia diretamente na qualidade da água que dispomos, usamos e consumimos, portanto, se usamos o território de forma pouco sustentável, degradando recursos naturais, fundamentais à vida e à economia, e devolvemos ao ambiente recursos em péssimas condições, geramos custos ambientais e econômicos enormes. Melhorar nosso entendimento sobre a relação entre uso que fazemos do solo e as condições de qualidade das águas de que dispomos é fator fundamental para mudarmos de atitude. Portanto, entender os dados e as informações referentes a esses aspectos e buscar as possíveis relações de causa e efeito possibilita atuarmos de forma diferente no ambiente, visando resultados mais sustentáveis. Cada prática agrícola (lavar a terra, drenar a água, esgotar uma estrada, etc.) tem repercussão direta nas margens dos arroios e rios, nos leitos de açudes e lagoas, no assoreamento (atulhamento) de cursos hídricos. Quando fazemos uma opção por virar a terra para plantar é importante pensarmos que, enquanto não houver cobertura vegetal sobre ela, a erosão estará atuando (Figura 1).

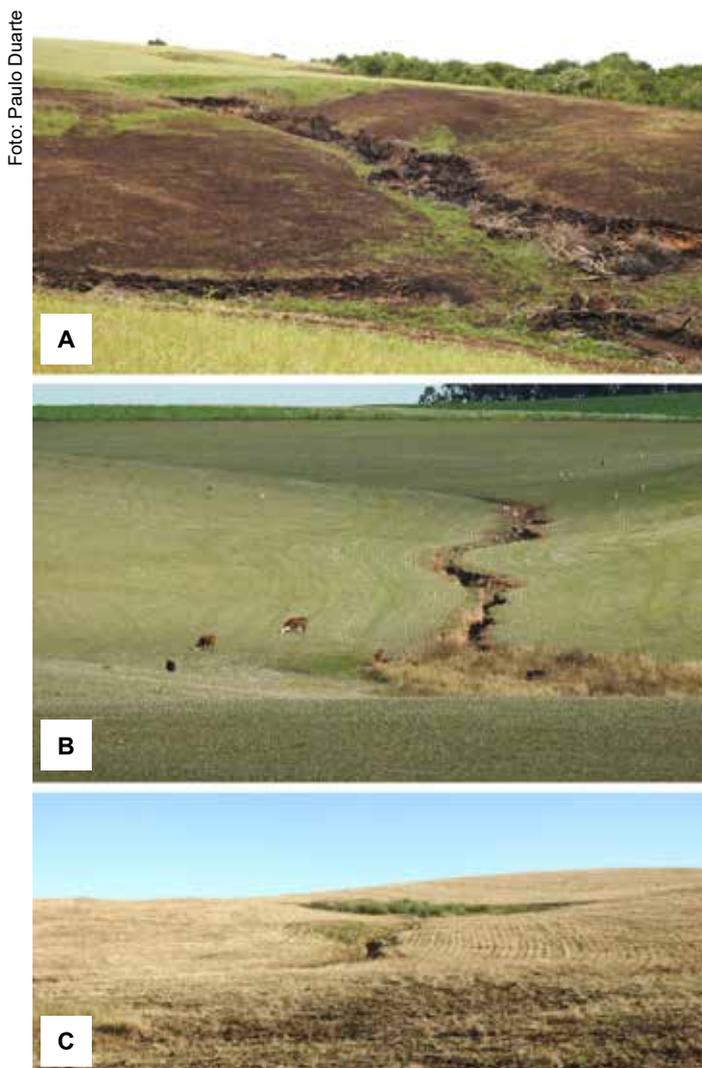


Figura 1. Cursos hídricos intermitente no município de Herval (A), e efêmeros, em Candiota (B) e Pedras Altas (C), com áreas de proteção permanentes desmatadas e com cultivo anual, gerando perdas de solo, nutrientes e poluição da água.

A erosão tem início com o impacto da gota da chuva na superfície do solo, causando a destruição de seus agregados em pequenas partes (areia, silte, argila), que têm pouca capacidade de resistir à força da água escorrendo pelo terreno. Parte dessas partículas ‘entopem’ os caminhos por onde a água penetra na terra, aumentando o volume e a força da água que escorre pelo terreno, a outra parte é carregada pela água, indo parar nos açudes, arroios, rios e lagoas. É nesse caminho que também seguem os nutrientes (NPK, entre outros) dos diversos adubos que adicionamos à terra para a produção das culturas; portanto, quanto mais exposta a terra, maior é a movimentação dos adubos em direção às águas, maior a perda de solo e maior é a poluição. Essa realidade nos leva a algumas reflexões:

- A falta de cobertura vegetal e exposição da terra à erosão gera perda de materiais minerais naturais (solo) e artificiais (adubos).
- Os materiais minerais (solo e adubos) têm custo econômico, pago pelo produtor na aquisição da terra e dos insumos, e pelo consumidor na aquisição dos alimentos.
- Os materiais minerais não aproveitados pelas plantas nem conservados na terra são carregados pelas águas das chuvas para os recursos hídricos (arroios, rios, lagoas).
- A chegada desses materiais em maiores quantidades e de forma artificial nos recursos hídricos ocasiona um desequilíbrio na natureza, muitas vezes gerando a degradação (poluição) das condições ambientais e prejudicando a qualidade das águas, da fauna e da flora que nela vivem.

Portanto, o que é considerado um nutriente também pode ser um poluente para os seres vivos, dependendo das quantidades que ocorrem e/ou do lugar em que ocorrem. Em geral essa alteração da situação natural ocorre através da ação humana, por isso a importância de entendermos como ocorre para podermos alterar nossa forma de agir no trabalho com a terra. Como exemplos, podemos citar dois elementos conhecidos dos agricultores: o fósforo e o nitrogênio. Ambos têm grande importância e alto custo de aquisição para serem adicionados à terra, visando a melhor nutrição das plantas e maior produção das colheitas. Entretanto, se não forem bem manejados, deixam de realizar esse papel nos sistemas produtivos e passam a causar desequilíbrio no ambiente. A maior quantidade desses elementos no ambiente causa competição pelo oxigênio, diminuindo a disponibilidade desse para a respiração dos animais e das plantas na água; ocasiona a alteração do pH, causando morte dos seres mais sensíveis; alimenta microrganismos maléficos para diversos animais, pois produzem substâncias tóxicas aos sistemas nervoso e hepático (fígado).

Então estamos gastando recursos naturais e financeiros sem aproveitá-los plenamente e ainda causando poluição? Exatamente. Estamos gastando dinheiro, jogando nutrientes para fora da produção agrícola e causando problemas ambientais. Portanto, é importante que façamos algumas perguntas, tais como: O quanto de nutriente (solo e adubos) estamos perdendo do solo? Quanto custa essa perda para o agricultor? Como está a qualidade das águas na nossa região? Como podemos mudar nossas práticas agrícolas para segurar esses nutrientes na terra? Podemos ver os resultados de análises de qualidade das águas junto ao Projeto RS Água, da Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente (Fepam), que mostra que em 28 pontos na bacia da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo, entre os anos de 2017 e 2023, o fósforo total é o grande poluidor de nossas águas. Temos tecnologias de uso da terra para diminuir ou acabar com esse movimento poluidor que temos feito, só precisamos agir corretamente.

Uso de tecnologias sociais para o convívio com a estiagem

Mateus Schwanz Kuhn

Roni Carlos Bonow

O acesso à água como direito humano foi reconhecido pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2010, para garantir o acesso de todas as pessoas à água e ao saneamento. No Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostras em Domicílios (PNAD 2023) aponta que 70% dos domicílios da área rural não estão ligados à rede geral de distribuição de água e acabam captando água de poços rasos, cursos d'água ou outras fontes, a maioria sem tratamento.

O acesso à água também tem relação direta com a agricultura. A produção de alimentos está sendo afetada pela crise climática, que tem causado mudanças nos regimes hidrológicos, tornando eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes. Uma maneira de minimizar os impactos da estiagem é a adoção de tecnologias sociais para acessibilidade, armazenamento e melhoria da qualidade da água. Elas devem ser adequadas à realidade local, de baixo custo de implantação, de fácil instalação e replicação, tornando-se assim uma ferramenta importante para comunidades tradicionais e rurais.

Existem diversas tecnologias sociais como, por exemplo: o bombeamento de água a partir de carneiro hidráulico, que utiliza a diferença de pressão para bombear água e pode ser confeccionado com válvulas e tubos de PVC, permitindo que o custo de bombeamento seja quase nulo; a proteção de nascentes como do tipo solo-cimento ou caxambu, que realiza a melhoria da qualidade e aumento na quantidade de água disponível em fontes de água; o armazenamento de água de enxurradas, como as barraginhas ou microaçudes; a captação e armazenamento de água da chuva de telhados em cisternas, confeccionados a partir de placas de cimento.

Dentre as diversas tecnologias de domínio social, vale destacar a cisterna de placas, que, através da captação e disponibilidade da água das chuvas, contribui para a soberania e segurança alimentar e nutricional das famílias, podendo garantir, a partir de uma boa gestão, individual ou coletiva, água para as famílias em períodos de escassez de chuvas. Como exemplo, para completar a capacidade total de armazenamento de água de um reservatório de 50 mil litros, é necessário aproximadamente uma área de captação de 200 m², que pode ser garantida a partir dos telhados disponíveis nas propriedades e chuvas, que alcançam um somatório de 300 mm.

A cisterna de placas pode ter o seu tamanho e aplicação variável, sendo utilizada para uso domiciliar, des-sedentação animal, beneficiamento de produtos e irrigação de pequenas áreas de plantio. Os reservatórios são alternativas à disponibilidade de água em locais com difícil acesso, podendo substituir o modelo de rede coletiva de distribuição de água por um sistema individualizado. A cisterna consiste em uma estrutura formada por diversas placas pré-moldadas, com a circunferência que pode variar conforme a sua capacidade de armazenamento. As placas ficam dispostas em formato circular, compondo um grande tanque de armazenamento, variando de 5 mil a mais de 50 mil litros de água. Ela é coberta para evitar contaminação e evaporação da água armazenada e 2/3 de sua estrutura é enterrada para garantir estabilidade estrutural.

A construção da cisterna depende da realização de algumas etapas, de maneira que possa garantir a qualidade da tecnologia e evitar falhas que possam prejudicar o bom funcionamento do reservatório. A primeira etapa é encontrar o local adequado, preferencialmente próximo ao local de captação e marcar a borda da cisterna, pois o tamanho da circunferência irá determinar a capacidade de armazenamento. A seguir é realizada a escavação (Figura 1).



Fotos: Mateus Kuhn

Figura 1. Etapas da construção da cisterna de placas. Confeção das placas utilizadas nas paredes (A), confecção do fundo (B), forma de colocação das placas estruturais na parede (C); aparência inicial da cisterna (D) e início da construção da cobertura (E).

Para uma cisterna de 16 mil litros é necessária uma circunferência escavada de 4,60 m e uma profundidade de escavação de 1,20 m. Após, são confeccionadas as formas e placas, com um traço de quatro medidas de areia e uma de cimento, sendo então construído o piso do fundo da cisterna, assentamento das placas da parede, amarração da parede com arame galvanizado ou malha de ferro pop, acabamento com reboco interno e externo, construção da cobertura – vigas e placas, instalação das calhas, instalação hidráulica e acabamentos.

Essa tecnologia traz mudanças significativas na vida das pessoas, em especial para as mulheres e jovens, muitas vezes responsáveis pelas hortas, pomares e pequenas criações, ampliando a segurança alimentar por meio da maior diversidade, quantidade e qualidade do alimento para a família. As tecnologias sociais levam esse nome por serem entendidas como “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”. Ou seja, aliando o saber popular, a organização social e o conhecimento técnico-científico, as famílias possuem o domínio sobre a tecnologia individual ou coletiva em formato de mutirões, podendo instalá-las em suas comunidades.

Dessa forma, o uso da cisterna de placas, tem grande potencial para se tornar uma solução efetiva para que famílias agricultoras e comunidades tradicionais isoladas possam ter acesso à água em quantidade e qualidade, a um baixo custo.

Tecnologias de reúso da água

Lilian Terezinha Winckler

A água é um recurso limitado e diferentes usos apresentam exigências qualitativas diversas. As águas residuais são aquelas que tiveram utilidade para alguma atividade humana e, após o seu descarte, apresentam características alteradas. Na natureza as águas passam por diferentes compartimentos e o decorrer do ciclo hidrológico faz com que a mesma água possibilite a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos.

O reúso da água consiste na utilização das águas residuais. Segundo a ONU, essas podem ter um uso indireto, quando são descartadas junto às águas superficiais ou subterrâneas e usadas de forma diluída a jusante, mas também podem ser usadas diretamente, sendo nesse caso o uso planejado após o seu tratamento e adequação qualitativa. O reúso da água traz o conceito de circularidade do recurso, uma vez que o mesmo é limitado e pode atender a diferentes funções com características específicas. Esse melhor aproveitamento do recurso hídrico tem sido trazido à discussão, mesmo em regiões que historicamente têm abundância hídrica, muitas vezes pela deterioração da qualidade do recurso, mas também pelos eventos de estiagem prolongada que vêm ocorrendo com maior frequência. Esse é o caso do estado do Rio Grande do Sul.

O reúso da água não potável para fins agrícolas começa a ser discutido, mas ainda está longe de ser uma prática usual no país, faltando também legislação que regre seus usos. Tal abordagem, na qual além do recurso em si também os resíduos de outros usos passam a ser reaproveitados, traz o conceito de economia circular. No caso das atividades produtivas agrícolas, essa possibilidade reduz a pegada hídrica da produção, mas além disso, reaproveita nutrientes que, de outra forma, passariam a ser contaminantes. Algumas tecnologias que proporcionam esse reúso incluem o uso de águas cinzas em jardins filtrantes ou em cultivos, principalmente de plantas não comestíveis para humanos, como é o caso da silvicultura ou pastagens. Esse é o caso também da tecnologia de tanques de fitorremediação, que possibilitam a diminuição da carga de nutrientes e contaminantes dos efluentes, permitindo o reúso para diferentes fins, de acordo com a qualidade final (Figura 1).

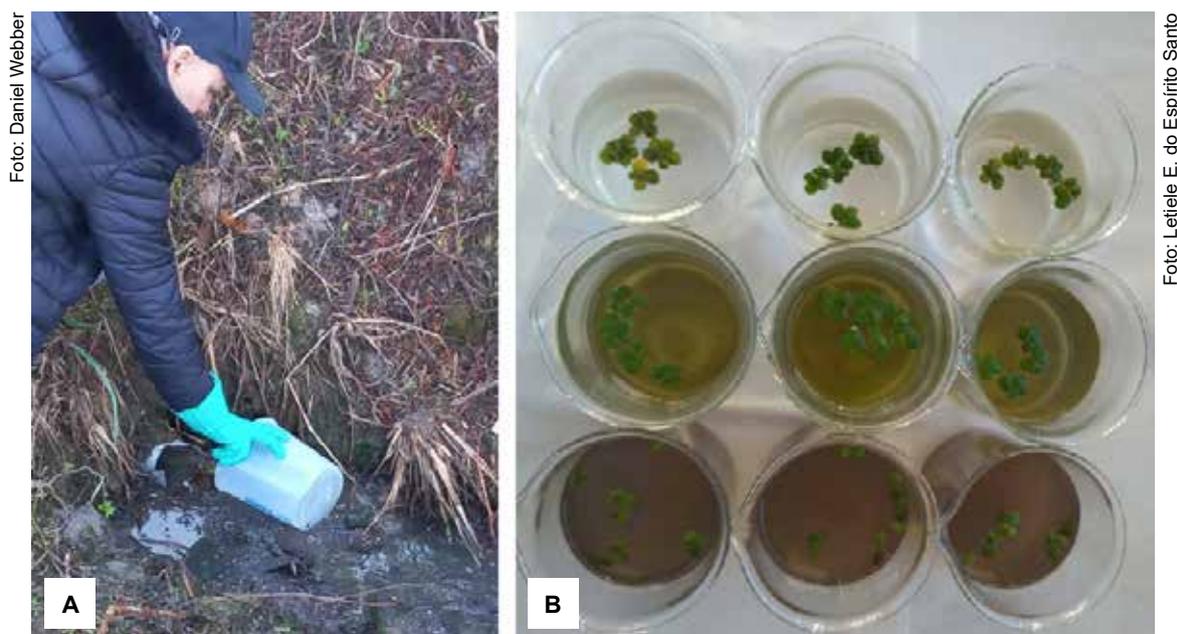


Figura 1. Qualidade de efluentes: coleta de água cinza para análise de qualidade do efluente (A) e testes laboratoriais de fitorremediação de diferentes efluentes com lemnas (lentilhas d'água) (B).

A integração de diferentes cultivos também permite o reaproveitamento, sendo que técnicas de aquaponia permitem que a água de criações intensivas de peixes, ricas em nitrogênio e outros, possam ser utilizadas na produção vegetal. Para que o aproveitamento dessas águas seja seguro, o conhecimento acerca da sua qualidade é fundamental. As águas exigidas para diferentes culturas apresentam diferentes padrões de qualidade para que possam garantir segurança alimentar e também ambiental.

O planejamento do reúso das águas permite vantagens para o usuário da água na sua produção, mas também para o ambiente. Uma vez que os resíduos das atividades passam a ser reaproveitados, menores cargas contaminantes acabam chegando ao ambiente. Além disso, ao permitir que a água seja reutilizada em diferentes atividades dentro da propriedade, a pressão sobre o recurso diminui. Isso contribui também para menores custos de obtenção de água potável para consumo humano.

Tema II: Agrossociobiodiversidade

Seguindo a abordagem da questão das “Águas”, tema escolhido para o evento em 2023, a estação agrossociobiodiversidade traz quatro itens relacionados ao tema. O primeiro trata das variedades crioulas no cenário atual de mudanças climáticas, enquanto o segundo apresenta diferentes culturas de inverno com valor para cobertura e melhoramento da capacidade de retenção de água no interior dos sistemas agrícolas. O terceiro item, por sua vez, aborda a inserção de plantas medicinais nos sistemas produtivos, dando espaço para o quarto item, que trata da biodiversidade de cebolas, focando o melhoramento participativo e avaliação de seleções para o sistema orgânico.

Importância das variedades crioulas em um cenário de mudanças climáticas

Irajá Ferreira Antunes

Patrícia Martins da Silva

Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua

Eberson Dietrich Eicholz

Daniela Lopes Leite

Cristiane Tavares Feijó

Embora se constitua, atualmente, em tema de expressiva recorrência, a questão das mudanças climáticas no nosso planeta requer entendimento massivo, de modo a que possa transformar-se em unanimidade, produzindo efeitos sobre órgãos internacionais que levem à sua mitigação.

O sexto relatório de avaliação (AR6) produzido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) revelou que, em relação ao quinto relatório (AR5), elaborado em 2014, aumentou a base de conhecimento sobre impactos e riscos observados e projetados gerados por perigos climáticos, exposição e vulnerabilidade, permitindo uma diminuição na taxa de crescimento da produtividade agrícola global, em especial nas regiões de médias e baixas latitudes, como reflexo dos impactos negativos atribuídos às mudanças climáticas.

Recentemente, em maio de 2023, em encontro organizado pelo Fórum da Agricultura Familiar da Região Sul do RS, realizado na Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS, foram abordados os impactos negativos resultantes das ocorrências climáticas observadas na região, provocando significativas perdas nas colheitas. Simultaneamente, foram discutidas medidas que pudessem mitigar tais efeitos, sendo consideradas as diversas formas de conservação da água, desde a adequação dos solos, como a construção de açudes e cisternas, dentre outros.

Por outro lado, uma das medidas apontadas como adequadas para diminuir os impactos das mudanças climáticas tem sido o estabelecimento de ecossistemas biodiversos. Experimentos realizados nos Estados Unidos e Europa, a partir de 46 experimentos, revelaram que uma maior biodiversidade implica maior estabilidade de produção dos ecossistemas, pela sua maior resiliência às mudanças climáticas.

Igualmente, trabalhos conduzidos com coleções de germoplasma, existentes nos diversos bancos de germoplasma de instituições públicas e privadas, revelam a existência de acessos caracterizados como possuidores de tolerância/resistência a deficiências hídricas, concretamente comprovando que a atividade conjunta da seleção natural como agricultor pode resultar na identificação de variedades, no caso de espécies alimentares, por exemplo, capazes de se contraporem a fenômenos climáticos adversos.

Assim, na coleção de arroz existente no Banco de Germoplasma da Embrapa Arroz e Feijão, estabelecido no estado de Goiás, existem catalogadas cerca de 90 entradas com alguma característica de resistência a deficiências hídricas, sendo essas entradas oriundas de diversas regiões do País.

Da mesma forma, em avaliações conduzidas a partir de unidades demonstrativas e partituras de biodiversidade de feijão, desenvolvidas na Embrapa Clima Temperado, localizada no Rio Grande do Sul, foram identificadas variedades e cultivares também com tolerância a deficits hídricos.

O significado desse reconhecimento implica que um suporte de maior envergadura deva ser dado ao trabalho conduzido por esses agricultores, em geral em pequena escala, que vêm mantendo e mesmo ampliando a variabilidade das espécies que constituem a agrobiodiversidade (Figura 1), agregando a elas o componente cultural por eles exercido. É de se esperar que esse apoio, em especial na forma de políticas públicas em todos os níveis, a começar pelo municipal, possa refletir na identificação de novas variedades passíveis de produzir sob condições de forte pressão ambiental, como é o caso das secas.

Foto: Cristiane Feijó



Figura 1. Variabilidade em sementes crioulas de milho Guarani Mbã.

Na prática, torna-se importante estimular os agricultores a colocar mais atenção em relação a plantas que, sob condições adversas de clima, venham a produzir, mesmo sendo uma produção limitada, selecionando-as e ressemeando as sementes obtidas, de modo a possibilitar o aumento dessa resistência pelo acúmulo de genes de geração em geração, assim compondo o que se conhece como o processo coevolutivo.

Dada a variabilidade intrínseca, em geral, encontrada nas variedades crioulas, essas constituem o material básico a ser objeto de políticas públicas destinadas a contrapor os efeitos negativos das mudanças climáticas.

Culturas de inverno, forrageiras e plantas de cobertura para melhorar o armazenamento da água nos sistemas agrícolas

Eberson Diedrich Eicholz

Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua

Samuel Rodrigues Rutz

Josuan Sturberlle Schiavon

Irajá Ferreira Antunes

Dentre os vários preceitos que moldam e que servem de guia para os bons desempenhos nos sistemas agroecológicos de produção está a manutenção da cobertura permanente do solo, tanto no período de verão, geralmente por uma cultura de interesse econômico ou com plantas de cobertura, no inverno e primavera, quando se observam as principais demandas para diversificação. Tem-se observado aumento dos relatos de perda de produção nas culturas de verão devido à ocorrência de estiagem e ou altas temperaturas nesse período, razão pela qual os agricultores devem utilizar mais culturas de inverno e primavera, épocas do ano em que a disponibilidade hídrica é menos crítica.

Via de regra, as famílias agricultoras preocupadas com a conservação do solo utilizam plantas de cobertura durante o inverno, principalmente a aveia preta e ervilhaca, porém observa-se uma utilização restrita de espécies, sendo que é preciso aumentar a diversidade. A cobertura do solo cumpre diversas funções para conservação e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo para manter o sistema em equilíbrio e produtivo. Uma delas é o controle da erosão, em que as plantas diminuem o impacto das gotas da chuva, melhoram a estruturação do solo e a infiltração da água, e podem contribuir para a redução das plantas espontâneas.

Embora existam muitas espécies com potencial para produção no inverno e primavera, poucas são conhecidas ou utilizadas. No caso das plantas de cobertura, além das funções já citadas, possibilitam a reciclagem de nutrientes, fixação de N, auxiliam no controle de pragas e doenças, aumentam a porosidade, e algumas ainda têm efeito alelopático sobre as plantas espontâneas, como é o caso do consórcio da aveia e ervilhaca, auxiliando no controle de forma ecológica.

O azevém, muito usado nas pastagens e presente nas lavouras na região Sul, pode ter um papel importante como planta de cobertura da mesma forma o nabo forrageiro, porém, em caso de manejo deficiente, podem tornar-se invasoras nas áreas de cultivo. Muitas espécies têm funções parecidas, mas muitas vezes menos conhecidas, como é o caso do centeio, aveia ucraniana, ervilha forrageira, chícharo, tremoço, trevo branco e trevo vesiculoso, entre outras que devem ser utilizadas nos sistemas de cultivo. Nesse caso, plantas perenes de inverno, como o azevém e os trevos, são recomendadas para áreas de culturas perenes, como fruticultura, pois facilitam o manejo da área e aumentam o armazenamento de água.

O consórcio de várias espécies para cobertura do solo é uma prática altamente recomendada, pela diversidade de sistemas radiculares e composição da parte aérea, que cumprem funções que auxiliam no desenvolvimento e produção da cultura de interesse comercial. Hoje, vários mixes de sementes têm sido utilizados a partir de uma mistura de 40% de centeio, 35% de aveias, 20% de ervilhaca e 5% de nabo forrageiro (Figura 1). Porém, deve-se ter cuidado na escolha das espécies, e verificar aquelas com melhor efeito sobre a cultura comercial e que sejam de fácil manejo antes ou durante o desenvolvimento da safra de verão. Por outro lado, é necessário aumentar a utilização de plantas de cobertura no período de verão, como o feijão-miúdo, as crotalárias, feijão-de-porco, entre outras, em que a produção de biomassa é mais elevada e propiciam maior proteção do solo em fase crítica de altas temperaturas e insolação. É importante aliar os conceitos de cobertura do solo com a produção de forragem para o gado ou grãos para alimentação humana e animal.



Fotos: Josuan S. Schiavon

Figura 1. Mix de sementes para cobertura do solo e produção de biomassa com forrageiras de inverno (A) e campo de produção de sementes de centeio (B).

O melhor estágio para a incorporação das plantas de cobertura, geralmente, é no período de enchimento do grão, o que possibilita maior volume de biomassa e maior disponibilidade de nutrientes durante a safra, utilizando-se rolo-faca ou equipamento com função assemelhada. Quando for fazer o plantio direto, deve-se ter conhecimento sobre os ciclos das espécies e evitar concorrência com a cultura de interesse. Ainda, deve-se atentar que algumas espécies que podem ser hospedeiras de patógenos, como é o caso do lab-lab (nematóides de galha) e o nabo forrageiro, que potencializa multiplicação do mofo branco.

Cabe ressaltar que as plantas de cobertura, associadas a outras técnicas, como curvas de nível, auxiliam na infiltração e preservação de água no solo, bem como a camada de palha reduz a perda para a atmosfera, o que pode ter efeito sobre a produção do milho, feijão ou outra espécie implantada na safra de verão.

Existem muitas espécies com potencial comercial para o cultivo no inverno, como é o caso do trigo, que, aos poucos, está retornando o cultivo na região Sul, o triticale e a cevada, cuja semeadura é realizada nos meses de junho e julho, dependendo do zoneamento agrícola. Ainda existem também outras espécies indicadas para o cultivo no período de final do inverno e primavera como: o grão-de-bico, as ervilhas, o girassol, as favas, o trigo mourisco, entre outros, cuja época de semeadura mais indicada é agosto e setembro, de acordo com as condições locais de clima e solo, e nesse caso, deve ser consultada a assistência técnica local.

Um dos principais fatores relacionados à baixa utilização de plantas de cobertura e culturas de inverno tem sido a disponibilidade de sementes. Isso está também aliado ao alto preço das sementes, o que pode ter efeitos sobre as práticas de diversificação de culturas. Porém, para todas as espécies acima citadas há possibilidade de serem produzidas sementes na propriedade, podendo-se aumentar a área aos poucos. O importante é começar, observar e verificar as espécies que se adaptam melhor aos sistemas de cultivo e ao manejo utilizado na propriedade.

A diversificação de espécies para esse período do ano é importantíssima para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, para manutenção da produção e, possivelmente, para geração de renda com a produção de sementes e/ ou a produção de espécies de importância econômica.

Utilização das plantas medicinais nos sistemas biodiversos

Gilberto Antonio Peripoli Bevilaqua

Janaína Silva da Rosa

Gustavo Schiedeck

Alberi Noronha

O cultivo e a utilização das plantas medicinais no contexto agrícola é um componente essencial que perpassa o rural e invade o urbano, com a utilização de preparados para o tratamento dos mais diversos mal-estares: o bom e velho chá caseiro. Relatos de literatura indicam que essas plantas acompanham o ser humano talvez desde antes da composição dos núcleos familiares, que culmina no domínio das sementes e o surgimento da agricultura. O conhecimento tradicional e empírico das plantas medicinais vem passando de geração em geração, aliado ao seu cultivo e uso. Nesse sentido, os ‘guardiões de sementes’ são também guardiões do conhecimento tradicional das plantas. Ao longo dos muitos milênios de história e evolução da sociedade humana, as práticas tradicionais e a preservação dos conhecimentos de certos membros das comunidades, incluindo curandeiras, benzedeiros, bruxas ou xamãs, auxiliaram no bem-estar e mesmo na saúde dos seres humanos.

Nos sistemas de produção, as plantas medicinais podem ser cultivadas de diferentes maneiras, porém a mais utilizada é a horta caseira biodiversa, em que as hortaliças, como alface, couve, tomate, são misturadas às plantas medicinais mais presentes, como alecrim (*Rosmarinus officinalis*), alcachofra (*Cynara scolymus*), bardana (*Arctium lappa*), babosa (*Aloe vera* ou *A. barbadensis*), e outras condimentares, como sálvia (*Salvia officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*) e manjerição (*Ocimum basilicum*). Algumas, como guaco e maracujá, podem ser utilizadas como componente herbáceo dos sistemas biodiversos. Espécies medicinais produtoras de madeira, por sua vez, entram como componentes do extrato arbóreo de sistemas agroflorestais (SAFs), aumentando a produtividade do agroecossistema, como a erva-de-bugre (*Casearia sylvestris*), espinheira-santa (*Maytenus ilicifoliae*), ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), canela sassafrás (*Ocotea odorifera*) e outras. A utilização de plantas repelentes ou companheiras, como arruda (*Ruta graveolens*) e citronela (*Cymbopogon winterianus*), nas bordas de canteiros e lavouras, serve para a redução do ataque de insetos, como, por exemplo, o feijão cultivado com chinchilho (*Tagetes minuta*) para reduzir o ataque da vaquinha. Dessas plantas também podem ser preparadas caldas para repelência de insetos e manejo de doenças. O chinchilho é planta medicinal nativa da região Sul, com atividade pronunciada como fungicida, inseticida e repelente de insetos, sendo seu óleo essencial de altíssimo valor comercial, com aplicações também na conservação de sementes em pós-colheita, como substituto da fosfina. A produção comercial de óleos essenciais também se aplica à pimenta-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), capim-limão e citronela.

A avaliação das aptidões locais das diversas espécies, grandemente dependentes das condições de clima e solo, passa a ter papel relevante para os sistemas de cultivo. As plantas prioritárias para cultivo devem ser aquelas que apresentem alto potencial medicinal e que constem no formulário terapêutico oficial da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-fitoterapico>), e as espécies nativas que apresentem risco de extinção local ou regional, visando, sobretudo, a preservação da agrobiodiversidade. A viabilidade de exploração comercial das plantas se dará pelo domínio do manejo por parte dos agricultores, aliado à identificação do potencial econômico. Além da comercialização da planta seca, também é possível a exploração de outros produtos derivados como, por exemplo, óleos essenciais e extratos alcoólicos e oleosos. Os óleos essenciais de alecrim e de alfavaca possuem grande valor comercial, porém são altamente influenciados pelas condições locais, e sua produção não deve ser localizada em áreas com baixa luminosidade e presença de umidade no solo.

Algumas plantas medicinais possuem mercado pujante, como camomila (*Matricaria chamomilla*), carqueja (*Baccharis trimera*) e marcela (*Achyrocline satureioides*), sendo comercializada a planta ou partes dela após processo de secagem. Muitas espécies são nativas, como chapéu-de-couro (*Echinodorus grandiflorus*), erva-de-bicho (*Polygonum persicaria*) e guaco (*Mikania laevigata*), mas ainda não têm estabelecidas todas as práticas de manejo produtivo, uma lacuna a ser preenchida pelas instituições de pesquisa e ensino. A matéria seca colhida deveria ser de áreas sob cultivo de base ecológica, porém ainda é preponderante a comercialização de plantas oriundas de áreas de campo, sem controle do sistema de produção. Seu cultivo agroecológico, quando há alto valor comercial, torna-se boa oportunidade de renda para as famílias agricultoras (Figura 1).



Foto: Gilberto A. Bevilacqua

Figura 1. Produção de plantas medicinais pelos agricultores familiares agrega valor à horta e pomar domésticos.

A estratégia de implantação de hortos biodiversos de plantas medicinais, localizados regionalmente, está relacionada à disponibilidade das plantas elencadas para cultivo, de acordo com as especificidades regionais, e com base nas informações dos profissionais ou agentes de saúde sobre aquelas mais utilizadas no Sistema Único de Saúde (SUS). Com isso, assegura-se caráter permanente ao processo, por meio da estruturação de bancos de germoplasma, que devem promover intercâmbio de plantas e a geração de material de propagação para futuros hortos. A construção de hortos, complementarmente às informações técnicas para o cultivo das plantas, torna-se essencial para a obtenção de matéria-prima com qualidade e padrão para programas de fitoterapia, aliando a exploração sustentável à conservação de recursos genéticos nativos. A criação desses espaços mantém as variedades crioulas e quimiotipos, garantindo a conservação de um importante contingente das plantas que podem vir a se tornar fundamentais do ponto de vista mercadológico, futuramente.

Diversas organizações sociais e associações de produtores estão trabalhando na lógica da produção comercial das plantas medicinais. Tal produção está prioritariamente ligada a Programas Municipais de Fitoterapia, em que é utilizada a planta seca ou preparação de produtos fitoterápicos. Tal iniciativa contribui para a mudança nos paradigmas da medicina alopática e torna-se componente crucial da saúde das comunidades. Nesse sentido, os guardiões do conhecimento tradicional passam a ter seu conhecimento valorizado e podem alcançar novas pessoas nas comunidades. É importante o acesso à informação por parte da população, para que entendam e saibam como usar e preparar tais plantas. Assim, cria-se uma rede de conhecimentos, de confiança e de relações sociais entre produtores, consumidores, parceiros e agentes de saúde.

Nesse contexto, o município de Turuçu, RS, aprovou a Lei Municipal nº 1.338/2018, de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, com o objetivo de garantir o acesso seguro e o uso de plantas medicinais e fitoterápicos no município. A lei ampara projeto construído coletivamente, que envolveu diversos setores públicos, produtivos, de extensão, pesquisa e ensino. Possibilita a geração de renda e a valorização dos agricultores familiares, em uma abordagem multidisciplinar e sistêmica que envolve uma gama de ações, sensibilização da população para identificação e uso de plantas medicinais, manutenção de horto escolar medicinal, conservação de quintais orgânicos em duas escolas municipais, oficinas de preparo, produção e manejo de base ecológica, construção de estufa de desidratação (tecnologia social da Emater/RS – Ascar), processamento nas agroindústrias familiares, organização para dispensação no SUS com prefeitura municipal e comercialização na Cooperativa das atividades agroindústrias e artesanais dos agricultores familiares de Turuçu (Cooperturuçu). A produção é realizada apenas pelos integrantes da Organização de Controle Social (OCS) *Orgânico é Vida*, todos inscritos no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO/Mapa) respeitando os princípios da agroecologia. Existe um projeto com IFSul/RS – Campus CaVG, que possibilita a obtenção de matrizes de plantas medicinais com identificação taxonômica correta, além de troca de experiências, oficinas e apoio técnico.

Melhoramento participativo em cebola: seleções para o sistema orgânico

Daniela Lopes Leite

Mateus Diedrich Eicholz

Eberson Diedrich Eicholz

Gilberto Antônio Peripolli Bevilaqua

Irajá Ferreira Antunes

José Ernani Schwengber

A agricultura orgânica requer cultivares adaptadas às condições particulares de solo, necessidades de nutrientes, práticas de manejo e pressões exercidas por pragas e doenças. Uma maneira de desenvolver cultivares adaptadas é sediar os programas de melhoramento no ambiente de intenção de uso. O melhoramento participativo pode ser definido como aquele que implica o envolvimento de agricultores, assim como de outros parceiros, tais como a equipe de extensão, produtores de sementes, comerciantes e ONGs, no desenvolvimento da nova cultivar. O uso de sementes certificadas orgânicas não significa que a cultivar foi melhorada organicamente, ou seja, não assegura as características que as farão prosperar nos sistemas de manejo orgânico. A semente orgânica, ou seja, que tenha passado por processo de melhoramento sob condições orgânicas de produção, pode se constituir em uma importante ferramenta para os agricultores terem sucesso com as suas culturas. De fato, pesquisas indicam que as cultivares com bom desempenho no sistema convencional não são necessariamente as mais produtivas quando em condições orgânicas.

Testar uma série de seleções avançadas do melhoramento nos campos dos agricultores, com sua contribuição e preferências, é uma aplicação direta do processo de melhoramento participativo. Todos os processos de melhoramento participativo, embora possam diferir nos objetivos e recursos aplicados, têm em comum o envolvimento dos agricultores no processo de melhoramento, que pode se dar em várias fases, desde definir as prioridades do melhoramento, a realização dos cruzamentos iniciais, seleção de progênies, avaliação de cultivares experimentais e distribuição de sementes. As vantagens do melhoramento participativo para a cebola orgânica podem ser vistas como uma forma de manutenção da biodiversidade, redução dos custos e do tempo necessário para o alcance dos objetivos.

Encontram-se em fase avançada de desenvolvimento e avaliação três seleções de cebola da Embrapa Clima Temperado, que foram criadas pelo cruzamento entre cultivares comerciais. São elas 'Primavera' x 'BRS Cascata' recíproca (Ceb 272), 'Imperial' x 'Bola Suprema' (Ceb 304 x Ceb 311), 'Ômega' x 'Valessul' (Ceb 305 x Ceb 307). Cada cruzamento envolveu como um parental uma cultivar precoce ('Bola Suprema', 'Primavera' ou 'Valessul') e o outro parental uma cultivar de ciclo médio ('BRS Cascata', 'Imperial' ou 'Ômega'). Todas essas cultivares comerciais têm por base as populações de cebolas brasileiras ('Baia Periforme', 'Crioula' e 'Pera'), as quais apresentam adequada cerosidade foliar, que funciona como proteção às plantas quanto a doenças foliares, fazendo que sejam menos suscetíveis às doenças e apresentem aptidão ao sistema orgânico ou possibilitem a utilização de uma carga inferior de agrotóxicos.

Essas seleções estão sendo avaliadas de forma participativa nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foi conduzida na safra 2022/2023 uma unidade de observação com duas seleções de cebola (Ceb 304 x Ceb 311 e Ceb 305 x Ceb 307) (Figura 1) e as cultivares BRS Prima e Valessul como padrões para comparação em sistema orgânico em uma propriedade rural no Planalto Catarinense. Os genótipos apresentaram bom desempenho e foram avaliados em uma densidade populacional de 160 mil plantas por hectare (quase o dobro do espaçamento do cultivo convencional) alcançando as seguintes produtividades: 1) Ceb 304 x Ceb 311 ('Imperial' x 'Bola Suprema') – 19 t/ha; 2) Ceb 305 x Ceb 307 ('Ômega' x 'Valessul') – 17,6 t/ha; 3) 'BRS Prima' – 16,4 t/há; Valessul – 19,3 t/ha.

Com os bulbos dessas seleções (Figura 1) foram instaladas áreas de produção de sementes para safra 2023/2024 nos campos experimentais da EEC.



Foto: Daniela L. Leite

Figura 1. Bulbos de cebola das seleções 'Imperial' x 'Bola Suprema' (Ceb 304 x Ceb 311), 'Ômega' x 'Valessul' (Ceb 305 x Ceb 307) e 'Primavera' x 'BRS Cascata' recíproca (Ceb 272). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2023.

Uma razoável quantidade de sementes se faz necessária a fim de testar as seleções em ambientes distintos, visando as suas avaliações para possíveis futuros lançamentos como cultivares de cebola indicadas para o sistema orgânico de cultivo.

Para a safra 2023/2024 encontram-se em andamento atividades em parceria com uma agricultora do município de Turuçu, RS, e a Emater daquele município na condução de uma unidade de observação de forma participativa na avaliação das seleções e cultivares de cebola da Embrapa. O referido ensaio é uma oportunidade de participação dos agricultores no processo de avaliação desses materiais e de diversificação de produtos e tecnologias da Embrapa a serem ofertadas e adotadas pelo setor produtivo.

A cebola é uma hortaliça que, além do seu valor nutracêutico, tem grande importância para a agricultura familiar, seja na geração de emprego e renda, contribuindo para a garantia da soberania alimentar no país.

Tema III: Sistemas de produção biodiversos

Na estação sobre sistemas de produção biodiversos o tema “Água” é abordado de maneira direta em quase todos os seus cinco itens. O primeiro discorre sobre tecnologias poupadoras de água em horticultura. O segundo, sobre as agroflorestas e a água. O terceiro item traz a análise econômico-ecológica da agroecologia e sistemas agroflorestais sucessionais. O item quarto apresenta técnicas conservadoras de água na fruticultura ecológica, e o quinto reflete sobre a importância da água para a conservação das abelhas e da biodiversidade.

Tecnologias poupadoras de água para produção de hortaliças

José Ernani Schwengber

O dia 22 de março foi definido pela ONU, em 1993, como o “Dia Mundial da Água”, o qual tem como propósito a reflexão e a tomada de consciência sobre sua importância, com vistas a ampliar sua proteção, conservação, gestão e uso eficiente. Nesse sentido, muitas ações vêm sendo promovidas em nível mundial ou local para a conservação da água. Exemplo disso é a definição do Objetivo 6 (Água potável e saneamento) entre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), 2015–2030”. Conforme O ODS 6, é premissa básica a garantia da disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos até 2030.

Porém, muitos desafios ainda se impõem. Mesmo a superfície terrestre sendo preenchida por 71% de água, somente 3% dessa é água doce, e 1% está prontamente acessível em rios, lagos e aquíferos. Além disso, a distribuição da água no planeta é muito desproporcional, seja física ou economicamente. Estimativas da ONU apontam que, em 2050, cerca de 5 bilhões de pessoas sofrerão por escassez de água, devido ao aumento da procura, em função do crescimento populacional e do aumento da poluição.

A agricultura é, constantemente, apontada como a responsável pelo “uso” de cerca de 70% da água consumida. No Brasil, contudo, grande parte da água utilizada na agricultura provém da chuva. Além disso, grande parte dessa água reabastece o solo, infiltrando e abastecendo córregos e rios. Segundo o levantamento “Uso da água na Agricultura de Sequeiro no Brasil (2013-2017)” da Agência Nacional de águas (ANA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando-se agricultura irrigada e de sequeiro, 92,5% da água utilizada provém da água das chuvas e do solo, e 7,5% via irrigação (água de mananciais superficiais e subterrâneos).

Também é importante termos em mente que o consumo de água não se dá somente de forma direta (ingestão e saneamento), mas de forma indireta nos alimentos. As hortaliças, em geral, possuem cerca de 90% de água em sua composição, sendo essa, então, fundamental para o bom desenvolvimento dessas plantas.

Assim, o uso racional da água na agricultura é premissa básica para a manutenção da produção de alimentos para uma população crescente no futuro. A geração e o uso de soluções tecnológicas eficientes e de baixo custo podem garantir alimentos de qualidade, em quantidade e acessíveis a todas as camadas da população. Porém, também são necessárias estratégias para a redução da poluição das águas, seja química ou biológica, de forma a garantir água potável para o consumo e a produção de alimentos.

Para a produção de hortaliças, é tradicional o manejo intensivo do solo mediante o uso da enxada encanteiradora rotativa. No entanto, para muitas espécies, é possível o uso da estratégia do plantio direto sobre palhada (SPDH) (Figura 1). Para isso, é fundamental o uso de plantas de cobertura do solo tanto de inverno (aveia, ervilhaca, nabo forrageiro, entre outras), como de verão (milheto, mucuna, feijão-miúdo, entre outras), procurando-se sempre consorciar gramíneas e leguminosas. Essa estratégia incorpora, ainda, a rotação de culturas e o pousio, o que permite a quebra do ciclo de muitas pragas e doenças de plantas, bem como o aumento da vida no solo.

Foto: José Ernani Schwengber



Figura 1. Produção de hortaliças em plantio direto sob compostagem laminar.

Uma excelente estratégia a ser adotada é a compostagem laminar, que permite, além dos benefícios da adubação verde, a redução de mão de obra no processo de compostagem, bem como a adubação orgânica direta sobre os canteiros. O uso de matéria orgânica e o seu respectivo aumento em teor permitem melhor estruturação do solo, tornando-o mais poroso e aumentando a infiltração e a retenção da água. O plantio nesse sistema se dá por meio da produção de mudas em substrato e do revolvimento localizado do solo no local de plantio.

Estudos feitos pela Embrapa (www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortaliças-spdh) destacam como benefícios do SPDH a redução de 90% das perdas por enxurradas; 70% das perdas de solo; 30% redução do uso de água em culturas irrigadas; 75% de redução da mecanização; redução de até 10 °C nos extremos de temperatura; menor dispersão de doenças, redução da mão de obra com capinas, aumento do estoque de carbono no solo, entre outros.

De maneira geral, as hortaliças são extremamente exigentes em água, sendo que a falta dessa, mesmo que por pequenos períodos, pode reduzir drasticamente a sua qualidade e a produtividade dos plantios. Vários fatores podem influenciar nessa demanda, como o ciclo curto para algumas espécies ou ciclo reprodutivo longo para outras, além de sistemas radiculares superficiais e sua morfologia e composição (~ 90% de água).

Hortaliças folhosas tendem a sofrer mais com a falta de água, exigindo irrigações mais intensas e frequentes. Essas são, justamente, as hortaliças produzidas mais proximamente aos cinturões verdes das grandes cidades, competindo por água de uso direto pela população e também sofrendo com o impacto da contaminação biológica das bacias. A perecibilidade pós-colheita dessas hortaliças não permitirá a estratégia de deslocamento da produção, havendo necessidade se encontrar um equilíbrio entre o uso da água e a produção de alimentos.

O aumento das temperaturas pode potencializar os danos causados pelo déficit hídrico para diferentes espécies. Assim, pesquisas com seleção de variedades e cultivares mais tolerantes são fundamentais para a adaptação a um futuro de incertezas climáticas.

O cultivo protegido, com o uso de cobertura do solo (*mulching*), túneis baixos, túneis altos ou estufas (casas de vegetação), permite um manejo mais adequado das plantas, do solo e da irrigação. A redução da evaporação da água no solo, por efeito da cobertura, associada à estratégia de irrigação por gotejamento com monitoramento da frequência e do volume, permitem maior produção por unidade de água consumida, chegando, conforme algumas estimativas, em até 50% de economia. No entanto, cabe lembrar que, no cultivo protegido, não há o aproveitamento da água da chuva na irrigação das hortaliças, o que exigirá do produtor a captação dessa água e seu armazenamento em reservatórios ou cisternas para posterior uso.

Uma forma barata e eficiente para o uso da água da chuva é sua captação através de calhas em telhados e coberturas de casas de vegetação. Essa água pode ser conservada em cisternas e reservatórios no solo. No entanto, práticas de manejo do solo também podem contribuir para o armazenamento da água. A manutenção da cobertura do solo (cobertura morta ou viva) reduz a velocidade do escoamento superficial da água, permitindo sua infiltração, bem como reduz as taxas de evaporação; a preservação das matas ciliares, associada à construção de terraços e curvas em nível, também favorecem a conservação da água na propriedade.

A definição do sistema de irrigação adaptado a cada uma das espécies é fundamental. Para hortaliças pode-se utilizar irrigações por aspersão, superficiais ou localizadas. No entanto, tão importante quanto a escolha do método é o monitoramento da irrigação. A observação quanto à qualidade da água a ser utilizada, bem como o momento, o volume e a frequência da irrigação, são fundamentais.

A irrigação localizada tende a economizar mais água, além de evitar o molhamento da parte aérea, o que pode reduzir a incidência e a dispersão de patógenos. Porém, em alguns casos, a irrigação por aspersão pode ser importante, como no caso do cultivo de hortaliças folhosas e para a redução da temperatura do ar e das plantas, no caso de plantios de espécies oriundas de climas frios e cultivadas no verão.

A produção e consequente consumo de hortaliças “da estação” ajuda na redução do consumo de água, tendo em vista que essas espécies estão adaptadas às condições climáticas da temporada de cultivo, aproveitando melhor a temperatura, luminosidade e disponibilidade de água. Assim, em geral, não precisam de grandes aportes de água para seu desenvolvimento.

Práticas tecnológicas conservadoras de água na fruticultura ecológica

Carlos Roberto Martins

Cristiano Geremias Hellwig

Antonio Davi Vaz Lima

A fruticultura está em constante evolução e a preocupação com o meio ambiente tem ganhado espaço nos últimos anos, não só tendo em vista a preocupação quanto à produção agrícola, como também para atender novas exigências impostas pelas mudanças climáticas e a necessidade da preservação dos recursos naturais. Nos últimos anos, com o fenômeno 'La Niña', ficou evidente a escassez de água para produzir frutas na maioria dos pomares, principalmente no Sul do Brasil. A preservação da água é um dos principais pressupostos para tornar a fruticultura viável. Sendo assim, existem práticas e manejos que foram e estão sendo desenvolvidas para se otimizar o uso da água na produção de frutas, assim, contribuindo para sua preservação.

É importante salientar que adoção de tecnologias racionais de uso de água passa necessariamente pela conexão com as práticas de manejo do solo e da água vinculadas às espécies frutíferas presentes nos pomares. Entre as diversas técnicas poupadoras e conservadoras de água nos pomares podem ser destacadas nos parágrafos abaixo.

A definição do local onde será implantado o pomar está ligado às exigências climáticas da espécie frutífera a ser manejada. Além das informações de clima (número de horas de frio, risco de ocorrência de geadas), as condições de temperatura e chuva são determinantes na escolha do local e da espécie adequada para formar o pomar. As frutíferas possuem diferentes exigências de água e clima, pois existem frutíferas de clima temperado, de clima subtropical e tropical. Espécies caducifólias necessitam de menos água no período de dormência, enquanto as espécies que mantêm as folhas na planta necessitam de água de forma constante.

O zoneamento edafoclimático e de risco agroclimático define as regiões mais apropriadas para o cultivo de determinada espécie ou variedade frutífera, levando em consideração as condições de clima e solo. Existem casos em que a pesquisa avançou e, além da espécie frutífera, pode-se determinar as cultivares-copa e os porta-enxertos aptos para cada região.

É importante conhecer as exigências das frutíferas quanto à localização do pomar para que possam expressar seu potencial produtivo. A implantação de pomares em áreas com solos compactados ou pouco profundos causa desenvolvimento insatisfatório das plantas, tornando-os mais sujeitos a problemas de deficiência hídrica. Também é importante a análise do solo previamente à implantação do pomar, com posterior uso de corretivos (calagem e fosfatagem) e adubação orgânica, com a devida antecipação. A profundidade de correção será fundamental para propiciar adequado desenvolvimento do sistema radicular, menos sujeito a déficit hídrico nos períodos de escassez de água. O preparo do solo para os pomares deve ser feito com uma antecedência de 60 a 90 dias, em uma profundidade de 20 cm a 60 cm, dependendo da espécie. Deve ser preparada toda a área do pomar, com subsolagem, aração e gradagem. O preparo do solo será realizado uma única vez em toda a vida das árvores frutíferas, portanto é fundamental ser bem executado para propiciar melhores condições às plantas de se desenvolverem e conseguirem resistir a períodos de escassez de água. O período para plantio das mudas é no inverno (junho a agosto), evitando os períodos mais quentes e de estiagem.

A implantação de quebra-ventos possui funções importantes para o pomar, mas principalmente busca reduzir a velocidade dos ventos dominantes, evita quebra de ramos e queda de frutos, diminuindo a evapotranspiração das plantas, diminui a erosão eólica, ajuda a conservar a umidade do solo e aumenta a eficiência do uso da água na irrigação.

Além de contribuir para formação de um pomar produtivo, as mudas frutíferas de qualidade terão mais condições de sobreviver aos períodos de altas temperaturas e faltas de chuvas.

Existem distintos métodos de irrigação dos pomares, entretanto, o emprego dos sistemas de micro aspersão e gotejamento representam a economia de água, por ser aplicado rente à planta frutífera.

O cuidado com o manejo das plantas espontâneas deve ser realizado principalmente nos anos iniciais dos pomares, quando o controle pode ser realizado de forma física, cultural e/ou na integração desses métodos, como a utilização de palhadas, papelão e *mulching* (Figura 1).



Figura 1. Controle de plantas espontâneas para preservação da unidade em pomares: com a utilização de palha (A) e com a utilização de papelão (B).

Para conservar o solo e água, é possível adotar várias práticas e manejos, como manter a maior quantidade possível de cobertura vegetal, associado ao cultivo em curva de nível, reduzindo assim os efeitos da perda de solo por erosão (Figura 2). As culturas de cobertura podem servir como adubo verde, ajudam no incremento de matéria orgânica, reduzem a temperatura superficial do solo, além de aumentarem a infiltração e retenção de água. A conservação de solo é uma tecnologia muito barata, que reduz os custos de produção, tornando-se ferramenta essencial no apoio aos agricultores na transição ou na produção de base agroecológica. As plantas de cobertura do solo aportam nitrogênio ao solo e as plantas, pela fixação biológica e ciclagem de nutrientes, promovendo benefícios quanto às características químicas, físicas e biológicas do solo, com reflexos significativos na produção e qualidade das frutas. Além disso, contribuem para o controle integrado de plantas indesejáveis e protegem o solo na forma de cobertura verde, proporcionando a diversificação de nichos biológicos aos pomares, com reflexos no convívio em equilíbrio com pragas e doenças.

Foto: Carlos Roberto Martins



Figura 2. Pomar de noqueira-pecã conduzido com plantas de cobertura.

Práticas que incrementam a matéria orgânica (MO) no solo dos pomares deve ser maximizadas durante todo o processo produtivo. A MO do solo contribui não só com nutrientes para as plantas, mas melhora a estrutura do solo em função da massa de raízes produzidas e das substâncias orgânicas liberadas, aumentando o tamanho dos agregados do solo, aumentam a população microbiana do solo formando agregados do solo, permitindo o melhor desenvolvimento do sistema radicular das frutíferas, que aumenta a capacidade de explorar o solo em camadas mais profundas e absorver a umidade do solo, melhorando a tolerância das plantas aos momentos de maior escassez hídrica.

O consórcio de plantas perenes com outras culturas permite, pela diversificação do desenho produtivo, a intensificação dos processos e das ações funcionais do ambiente, favorecendo que a biodiversidade exerça seus efeitos benéficos ao sistema produtivo, tais como: o aproveitamento mais racional dos recursos, devido a uma absorção e conservação de água e nutrientes de sítios diferentes do solo; ou ainda uma melhor captura da radiação solar pelas diferentes alturas de dossel; além de efeitos benéficos, tais como a alelopatia e a remontagem de nutrientes lixiviados, entre outros.

Com a adoção de tecnologias integradas, de práticas de manejo em pomares que buscam a conservação do solo da água no pomar, espera-se a obtenção de maior capacidade de resiliência produtiva, promovendo a maior segurança hídrica para a produção de frutas de forma sustentável.

Restauração (agro)ecológica, agroflorestas e água

Ernestino de Souza Gomes Guarino

Artur Ramos Molina

Bruno Scheffer Del Pino

Marcos Jardel Soares

Frederico de Castro Mayer

Desde o Brasil Colônia já havia regras para extração de recursos naturais, porém essas regras não se preocupavam em preservar a fauna e flora brasileira, mas em proteger os interesses e o domínio da coroa portuguesa no uso desses recursos. O Código Florestal Brasileiro teve sua primeira versão em 1934, definindo as florestas como protetoras, principalmente dos recursos hídricos, pois essas apresentavam função de proteger bens e serviços ambientais importantes para sociedade. Previa também que as florestas nacionais constituíam bens de interesse comum de todos habitantes do país, portanto, o desmatamento de um remanescente florestal feito pelo proprietário da terra para aumentar sua área de plantio não seria autorizado, porque a proteção do manancial que provia água para a população estava acima dos interesses privados. De acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, há a função de “[...] assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa...”. Nesse contexto, estratégias que aliem cultivos agrícolas tradicionais em consórcio com espécies arbustivas e arbóreas, incorporando conceitos agroecológicos e agroflorestais, representam uma fase inicial importante da restauração florestal em áreas de Reserva Legal.

A produção agroflorestal de frutas nativas e exóticas em Reserva Legal é uma alternativa interessante para agricultores familiares, pois transforma um aparente problema em solução. Mais de 200 espécies frutíferas nativas são citadas para Rio Grande do Sul, sendo que, dessas, aproximadamente 50% são árvores. Junto a isso, grande parte das espécies frutíferas perenes cultivadas possuem parentes silvestres de origem florestal (citros: *Citrus* sp., banana: *Musa* sp., noqueira-pecã: *Carya illinoensis*). Selecionadas ao longo do tempo para cultivo em pleno sol, ainda carregam informações de seus ancestrais silvestres, as quais permitem, mediante o planejamento adequado dos estratos da agrofloresta (estrutura horizontal) e o ciclo de vida de cada espécie (estrutura temporal), o seu cultivo de forma consorciada com espécies arbóreas nativas (ou exóticas não invasoras).

Muitas vezes o principal papel atribuído às espécies arbóreas que compõem a agrofloresta é a ciclagem de nutrientes do solo e sua disponibilização para as espécies frutíferas cultivadas de forma consorciada. Leguminosas arbóreas, como acácia-negra (*Acacia mearnsii*), ingá (*Inga* sp), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*) e bracatinga (*Mimosa scabrella*), são reconhecidas pela fixação biológica de nitrogênio (N₂) e, por isso, costumeiramente consorciadas com espécies frutíferas. No entanto, o aumento da matéria orgânica do solo, oriunda de podas ou da queda natural das folhas, propicia uma série de benefícios, entre eles maior resistência do solo à erosão, o aumento da retenção de água no solo e maior taxa de infiltração de água no solo. Além da melhoria da qualidade química do solo pela ciclagem de nutrientes, a incorporação constante de matéria orgânica pela serapilheira, produzida de forma natural ou por meio de podas, melhora também a qualidade física e biológica do solo.

Além da disponibilização de nutrientes, muitas vezes absorvidos pelas raízes das árvores em perfis mais profundos do solo, as árvores apoiam também na regulação do ciclo hidrológico, pois o dossel agroflorestal intercepta as gotas de água da chuva (Figura 1), tal qual uma floresta, dissipando a energia e controlando a velocidade de chegada d'água no solo, permitindo que a infiltração no solo seja lenta e gradual, e a consequente recarga do lençol freático. Assim, além de viabilizar a produção agrícola com a redução de insumos externos ao sistema de produção, ambientes biodiversos, como por exemplo as agroflorestas, também garantem a prestação de importantes serviços ecossistêmicos, entre eles a conservação da água no solo.

Foto: Ernestino Guarino



Figura 1. Gotas d'água interceptadas por folha de uma leguminosa arbórea em sistema agroflorestal.

Análise econômica-ecológica: agroecologia e sistemas agroflorestais sucessionais na Serra dos Tapes (RS)

Fátima Giovana Tessmer Santin

Bruno Nicanor Mello da Silva

Lúcio André de Oliveira Fernandes

O modelo de produção agrícola hegemônico na atualidade provém da Revolução Verde e preconiza uma agricultura industrial que tem se mostrado ecologicamente insustentável. Vários movimentos se opõem a esse modelo, como a Agroecologia e a Economia Ecológica. A primeira tem modificado os debates acerca da produção agrícola, pois passou a dar visibilidade às dimensões políticas, econômicas, sociais e culturais, levando a discussão a um enfoque pluridimensional. A segunda busca superar o enfoque mercantil da economia convencional, incorporando uma preocupação ecológica e social, procurando evidenciar tudo aquilo que é fundamental para a reprodução da vida.

Dentro desses movimentos contra-hegemônicos existe um interesse específico nos sistemas agroflorestais sucessionais (SAFs). Os SAFs buscam inspiração na dinâmica natural da floresta, apresentando diversidade de espécies e nichos que ocupam o espaço vertical de forma completa, com seus estratos, de acordo com a necessidade específica de cada espécie, em luz, direta ou filtrada, fazendo com que a energia do sol seja bem aproveitada. Além do espaço, já mencionado, trabalha-se com o tempo, devido à sucessão das espécies, ou seja, grupos de espécies que vão se substituindo no mesmo lugar, desde a capoeira até a floresta madura.

Sob esse enfoque, foram avaliados os impactos econômico-ecológicos dos sistemas agroflorestais sucessionais (SAFs) em agroecossistemas agroecológicos na Serra dos Tapes (RS). Foi utilizado o método Lume para avaliação econômico-ecológica de agroecossistemas, desenvolvido pela Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA) a partir de experiências acumuladas desde 1989.

O Lume propõe contemplar relações econômicas, ecológicas e políticas que singularizam os modos de produzir, de habitar e de viver, da agricultura familiar, povos e comunidades tradicionais, as quais historicamente foram ocultadas ou descaracterizadas por análises econômicas convencionais. Para isso, são realizadas as etapas apresentadas na Figura 1 e algumas dessas podem ser visualizadas durante a prática nos agroecossistemas do estudo (Figura 2).

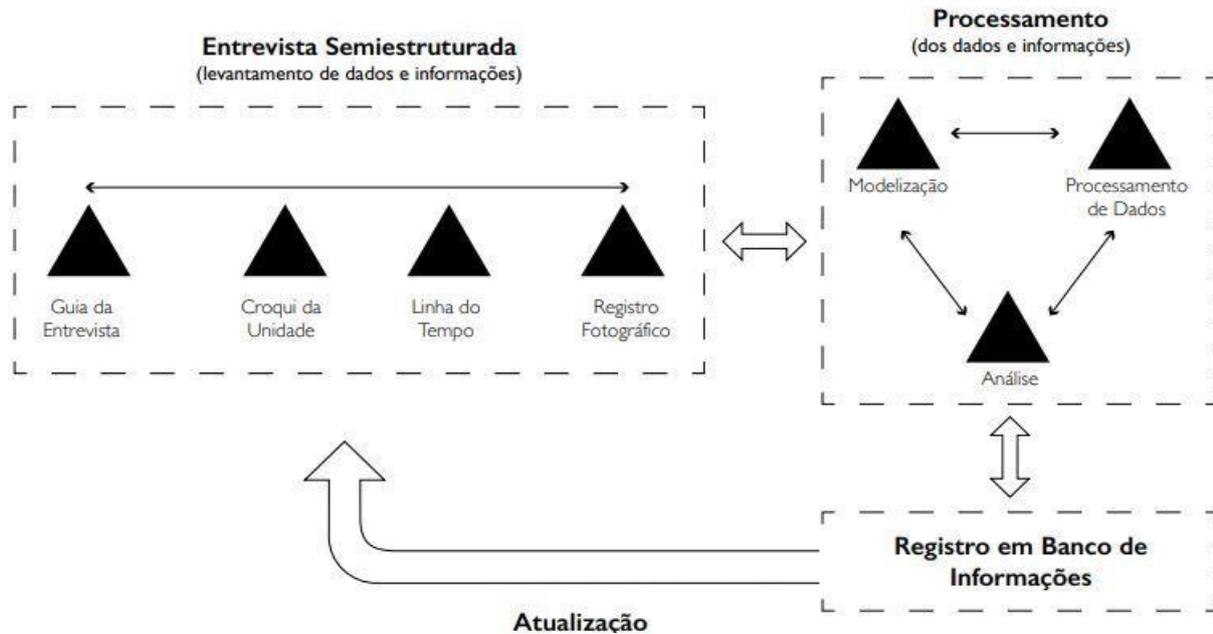


Figura 1. Etapas e instrumentos da análise econômico-ecológica dos agroecossistemas.

Fonte: adaptado de PETERSEN, P.; SILVEIRA, L. M.; FERNANDES, G. B.; ALMEIDA, S. G. *Método de Análise Econômico-Ecológica de Agroecossistemas*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2017.



Figura 2. Registros fotográficos realizados durante o processo de avaliação dos impactos econômico-ecológicos dos sistemas agroflorestais sucessionais (SAFs) em agroecossistemas agroecológicos na Serra dos Tapes (RS). Realização da linha do tempo (A), travessia no local (B) e elaboração do croqui do agroecossistema (C).

No estudo de caso relatado, com essas ferramentas, foram estudados três agroecossistemas localizados na Serra dos Tapes (RS), que produzem em SAFs há mais de 10 anos. Dentre os principais resultados, tem-se que os SAFs apresentam impactos econômico-ecológicos positivos nos agroecossistemas da Serra dos Tapes; têm baixo custo; geram renda monetária com diversidade produtiva; produzem seus próprios insumos; o trabalho em si é que agrega valor; e essa produção integra a alimentação dos próprios agroecossistemas, como representado na Figuras 3 e 4.

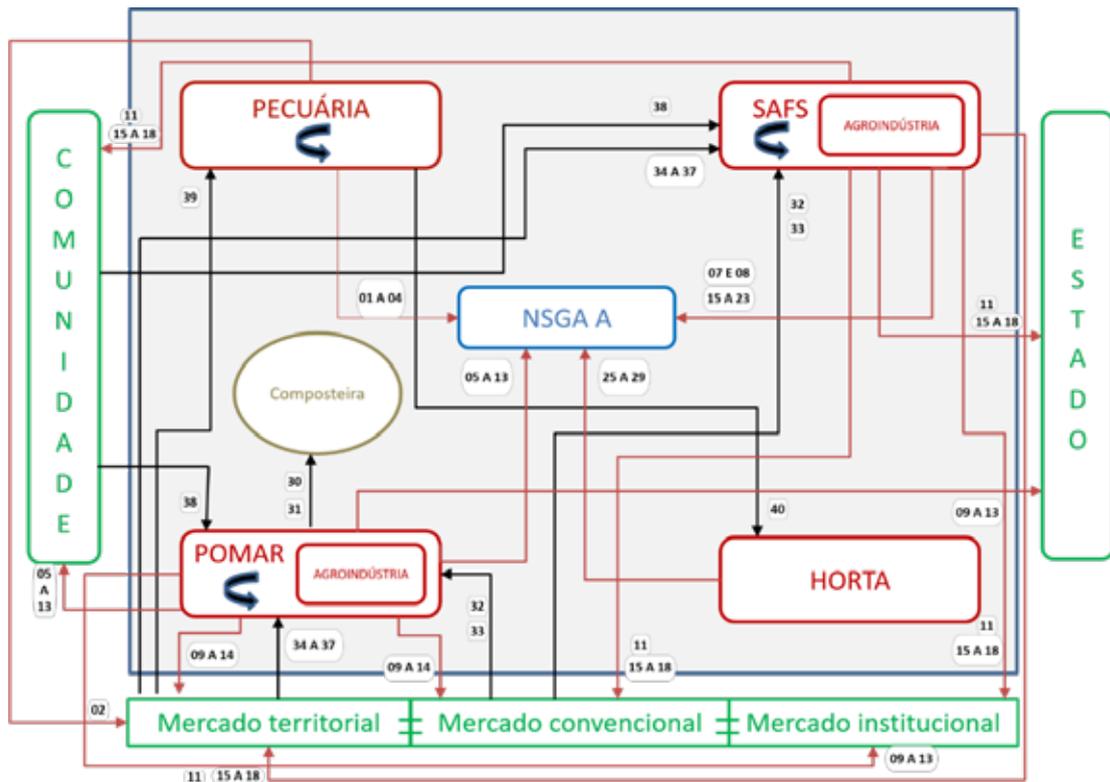


Figura 4. Fluxograma de insumos (linha preta) e produtos (linha vermelha) representativo das avaliações realizadas em três agroecossistemas localizados na Serra dos Tapes (RS) que produzem em SAFs, onde os números correspondem aos insumos e produtos que circulam no agroecossistema, e a sigla NSGA significa “Núcleo Social de Gestão do Agroecossistema”.

Ilustração: Fátima Giovana Tessmer Santin

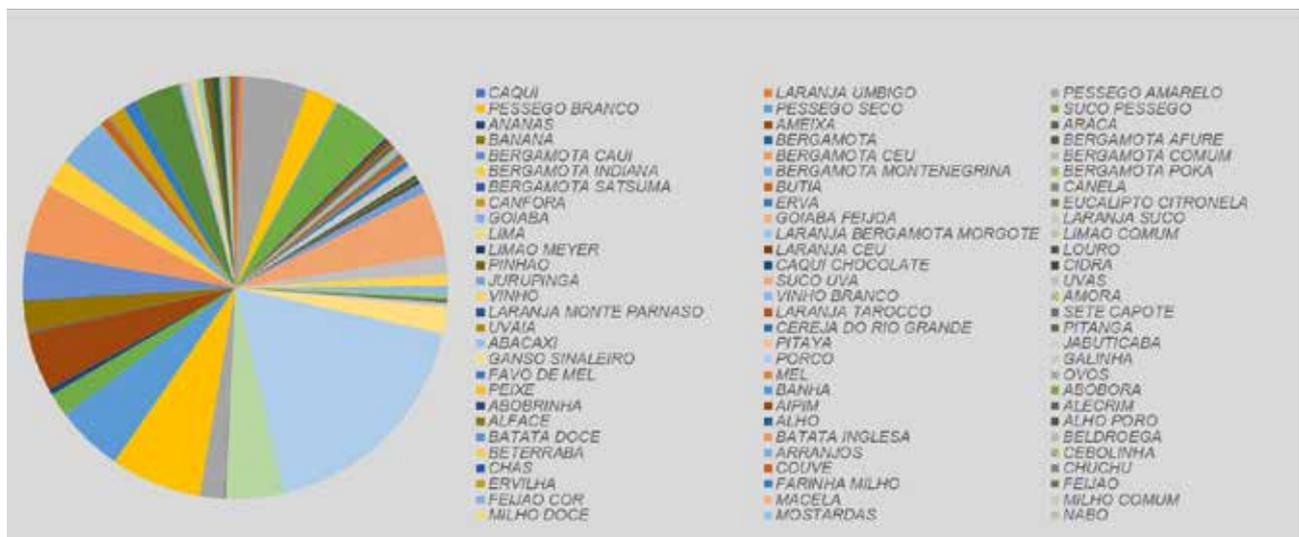


Figura 5. Conjunto das produções autoconsumidas indicado pelas avaliações realizadas em três agroecossistemas localizados na Serra dos Tapes (RS) que produzem em SAFs, onde as cores correspondem aos insumos e produtos que circulam no agroecossistema.

Ilustração: Fátima Giovana Tessmer Santin

O estudo de caso permitiu concluir que este modelo de produção proporciona elevada diversidade produtiva e incremento da biodiversidade no local, além de se relacionar com o autoconsumo e fomentar os mercados territoriais, mostrando-se como uma ferramenta relevante para reprodução da agricultura familiar agroecológica.

Água para a conservação das abelhas e biodiversidade

Luis Fernando Wolff

Jerri Teixeira Zanusso

Roni Bonow

Régis Sivori Silva dos Santos

Guilherme Schnell e Schühli

Aos meliponicultores e aos apicultores interessa muito que as nascentes de água, fontes, açudes e arroios sejam protegidos e conservados. Depois das florações abundantes, a proximidade da água de qualidade é o segundo aspecto mais importante para a conservação das abelhas e da biodiversidade (Figura 1). Na escolha do local ideal para o apiário, a presença de água próxima, limpa e disponível o ano todo, especialmente no fim da primavera e no verão, é fundamental, pois atua na saúde das abelhas e no equilíbrio dos enxames. Não apenas o equilíbrio fisiológico depende da disponibilidade de água, mas também o equilíbrio térmico das colônias, pois as abelhas precisam de água para beber e também para baixar a temperatura dentro da colmeia.

Foto: Luis F. Wolff



Figura 1. Água abundante e de qualidade é fundamental para as abelhas.

A distância da fonte de água ao apiário não deve ser maior do que 500 m, por uma questão de economia de energia e tempo e para evitar que as campeiras busquem água em alguma fonte desconhecida, estagnada ou contaminada. Distâncias ainda menores, de até 300 metros, são positivas, porém distâncias muito pequenas são inadequadas, por possibilitar contaminação da água pelos dejetos das próprias abelhas durante seus voos de higiene.

Também não convém instalar o apiário junto de margens de rios e águas turbulentas, evitando os prejuízos causados pelo afogamento de campeiras. Além disso, evitam-se ainda as perdas de colmeias por eventuais inundações dos corpos d'água no período das chuvas. Fundos de vales, locais úmidos e banhados devem ser igualmente evitados, uma vez que correntes de ar frio e doenças, favorecidas pela alta umidade atmosférica, podem prejudicar muito os enxames.

Deve-se evitar instalar apiários e meliponários em lugares próximos de águas estagnadas. Abelhas que se abastecem em fontes de água permanentemente parada, estagnada ou contaminada podem contrair moléstias provenientes da própria água ou das abelhas de enxames doentes que ali também se abastecem. A contaminação de origem biológica mais comum é a transmissão do microsporídio causador da nosemose (que causa diarreia nas abelhas), mas há também enfermidades bacterianas (como as das podridões das crias) e outros agentes de doenças e parasitismos nas abelhas. Contaminações de origem química também podem ocorrer pela água, como aquelas causadas por pesticidas, herbicidas, detergentes, óleos, combustíveis ou resíduos de indústrias porventura dissolvidos na água.

É válido lembrar que as abelhas não são seletivas quanto à fonte da água, abastecendo-se sempre na fonte mais próxima e de fácil acesso, mesmo contaminada; portanto, cabe aos meliponicultores e apicultores garantirem água boa e abundante aos seus enxames. Essa abundância pode ser de forma natural, por meio da boa escolha do local, ou de forma artificial, pelo fornecimento mediante bebedouros ou gotejadores. Se não houver um curso de água permanente nas redondezas, terá que ser montado um bebedouro próximo ao apiário ou meliponário e, nas épocas de seca, terá que ser mantido permanentemente abastecido.

Existem vários modelos de bebedouros, sendo mais indicados aqueles com grande capacidade de reservatório e com abastecimento por gravidade ou em nível, repondo automaticamente a água à medida que é consumida ou perdida por evaporação. O recipiente onde as abelhas acessam a água deve ser pequeno e raso, ou então preenchido por saibros, britas ou outros materiais, de modo a manter exposta apenas uma fina película de água, evitando o afogamento de abelhas, reduzindo a atração de aves e mamíferos silvestres e limitando as perdas por evaporação. Um simples barril com torneira gotejante sobre uma tábua ligeiramente inclinada, por exemplo, já pode resolver o problema do fornecimento de água às abelhas. O uso de sódio em água foi uma recomendação no passado, pois abelhas melíferas não coletam água em fontes com sódio igual ou superior a 2%. Contra a aproximação de animais de maior porte, atraídos pela água oferecida pelos meliponicultores e apicultores, todo o conjunto do bebedouro deverá ser isolado com cercas de arame ou tela.

Não se deve subestimar a necessidade de água pelas abelhas, especialmente durante os meses de verão, pois as mesmas precisam desse insumo para atender as demandas das crias e para tornar agradáveis as condições de umidade e temperatura ambiente dentro da colmeia. Água é transportada pelas campeiras para a refrigeração da colônia sempre que a temperatura interna exceder os 34 °C. Por essa razão, em regiões de clima quente e em situações extremas de exposição solar, uma colmeia de abelhas melíferas pode consumir até 20 L de água por semana.

Em períodos de longa estiagem e dias com vento seco, pode ocorrer mortandade de larvas e de abelhas, ou até abandono do local por parte dos enxames. Na ausência de água nas proximidades, as campeiras serão obrigadas a percorrer grandes distâncias em busca desse recurso, o que vem em prejuízo direto das colônias, de sua produtividade nos meliponários e apiários ou de sua sobrevivência na natureza. Assim, o cuidado e proteção de vertentes, arroios e açudes contribui diretamente para a conservação das abelhas e da biodiversidade.

Tema IV: Insumos para a agricultura sustentável

A Estação sobre insumos para a agricultura sustentável apresenta tecnologias, práticas e processos relacionados com o aumento da capacidade de retenção e de disponibilização da água para as plantas, visto que, considerando-se a agricultura, o solo possui uma relevante capacidade de armazenamento desse recurso natural, a qual, muitas vezes, não tem sido explorada da forma mais eficiente. É nos poros do solo que ocorre toda a atividade da fauna edáfica e dos microrganismos e, por consequência, a eficiência do uso dos bioinsumos desenvolvidos para a agricultura depende da disponibilidade adequada de água no solo e nas plantas. Nesse sentido, está sendo abordada a adubação orgânica com estratégias para conservação da água no solo, a porosidade do solo e sua capacidade de retenção de água e sua inter-relação com os microrganismos. Portanto, são apresentadas informações acerca das principais tecnologias, práticas e processos abordados para a agricultura sustentável relacionadas à disponibilidade adequada de água no solo e para as plantas.

Adubação orgânica, palhada e irrigação por gotejamento: combinação de estratégias para a conservação da água no solo

Gustavo Schiedeck

Na perspectiva da Agroecologia, a combinação do uso de fertilizantes orgânicos, palhada de cobertura e irrigação por gotejamento possibilita racionalizar o uso da água na propriedade e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade do solo. O solo com umidade adequada permite maior absorção de nutrientes pelas raízes das plantas e favorece a atividade de minhocas e microrganismos benéficos que estimulam o desenvolvimento e resistência dos cultivos agrícolas.

Os fertilizantes orgânicos e as culturas implantadas visando a adubação verde do solo (Figura 1) são utilizados na agricultura como uma forma de fornecer nutrientes para recuperar solos degradados ou para as culturas subsequentes, de elevado valor econômico e nutricional.



Foto: Gustavo Schiedeck

Figura 1. Rolagem de área com implantação de nabo forrageiro para utilização como adubação verde e cobertura morta.

A matéria orgânica, quando incorporada ao solo, altera suas características físicas, diminuindo a densidade e aumentando a porosidade. Assim, o composto e húmus de minhocas, derivados da decomposição de resíduos orgânicos, atuam como uma cola que agrega as partículas do solo em agregados estáveis, formando poros que atuam como uma esponja, capaz de reter e disponibilizar mais água para as raízes das plantas. Ao mesmo tempo, a matéria orgânica depositada na superfície do solo (*mulching* orgânico), mesmo nos seus mais variados estágios de decomposição, reduz as perdas por evaporação da água armazenada no solo.

Outra vantagem interessante da palhada de cobertura do solo (Figura 2) é que ela permite que um maior volume de água da chuva infiltre no solo, dando tempo para a matéria orgânica absorver a maior quantidade possível, evitando o escoamento superficial e a erosão. Ao mesmo tempo, a palhada reduz a evaporação da água causada pela ação direta da radiação solar, reduzindo também altas variações de temperatura no perfil do solo.

Foto: Gustavo Schriedeck



Figura 2. Palhada em uso como cobertura de solo em área de cultivo de hortaliças, importante no processo de infiltração da água da chuva.

Quando há disponibilidade de água na propriedade na forma de açudes, barragens, lagoas, rios ou ainda a água subterrânea, a escolha do sistema de irrigação é muito importante, principalmente em se tratando de regiões com restrição hídrica. A irrigação por gotejamento pode economizar entre 40% e 80% de água em comparação com outros sistemas e, além disso, possibilita a aplicação de produtos na forma líquida, sejam eles os biofertilizantes, húmus e outras fontes de nutrientes de origem orgânica, facilitando sua distribuição na área cultivada.

Porosidade, compactação e a disponibilidade de água do solo

Adilson Luís Bamberg

Rosane Martinazzo

Carlos Augusto Posser Silveira

O manejo do solo e das plantas deve ser executado de modo a manter/conservar ou aumentar o volume de poros, para que esses possam realizar a gestão eficiente da água advinda das chuvas ou irrigação.

É importante frisar a ideia de se «cultivar» a porosidade do solo. Inicialmente, a superfície do solo deve estar permanentemente coberta por vegetação ou palhada, para que haja o máximo de infiltração de água no perfil e o mínimo de escoamento superficial. A cobertura do solo também é capaz de atenuar o impacto das gotas da chuva, evitando a desagregação das partículas e agregados na superfície do solo. Havendo chuva em excesso, a presença adequada de macroporos (maior que 10% do volume do solo) em volume e continuidade permite a drenagem interna, ao longo do perfil, do excesso de água, evitando o problema de encharcamento.

Em certos casos, como naqueles com a presença de horizontes B de baixa permeabilidade, existe a necessidade de prever drenos superficiais ou rasos para ampliar a capacidade de drenagem do solo. Paralelamente, solos com agregados estáveis, bem estruturados e com elevado teor de matéria orgânica normalmente possuem um volume adequado de microporos (maior que 30% do volume do solo), os quais são responsáveis pela retenção e armazenamento da água das chuvas e/ou da irrigação. Solos com o conteúdo de poros que atendam a esses requisitos resistem mais aos períodos de escassez de chuvas, disponibilizando água às plantas cultivadas por períodos de tempo significativamente mais alongados do que aqueles solos com a porosidade limitada e comprometida.

A porosidade do solo é prejudicada em solos compactados. A compactação do solo pode ser causada pelo trânsito não controlado de máquinas agrícolas, pelo revolvimento frequente e continuado ao longo do tempo, como no preparo convencional, com implementos operando sempre numa mesma profundidade, pelo pisoteio e sobrecarga de animais em pastejo, ou ainda por práticas inadequadas de manejo das culturas que resulte no aporte insuficiente de matéria orgânica no solo. A compactação pode provocar alterações nas propriedades físicas do solo, que vão desde o aumento na densidade, a dificuldade de penetração das raízes e a redução do volume e continuidade de poros, o que provoca também menor condutividade e menor retenção de água no perfil do solo, tornando também o solo mais suscetível à erosão.

É fundamental identificar a ocorrência de camadas compactadas no perfil, verificando a espessura dessas camadas e a profundidade que ocorrem. Nesse caso, o uso de equipamentos como o penetrômetro digital ou de impacto (Figura 1), a abertura de trincheiras para verificar a profundidade e anatomia das raízes (tortuosas, raízes pivotantes crescendo horizontalmente, etc) (Figura 2) e a presença de poças de água, mesmo após 1 ou 2 dias depois de cessar as chuvas, são elementos indicativos do problema.

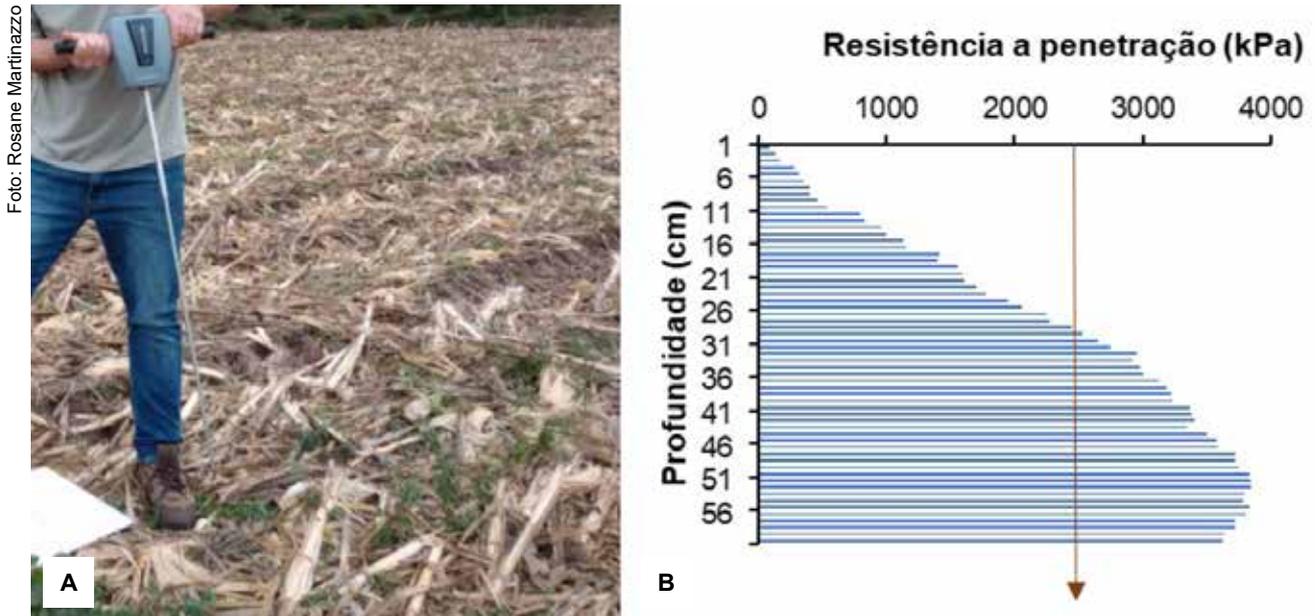


Figura 1. Avaliação da compactação do solo: utilização de penetrômetro digital (A) e representação gráfica de um perfil de solo com presença de camada compactada a partir de 30 cm (B).



Figura 2. Plantas afetadas pela compactação do solo. Raízes de soja com crescimento horizontal em função da compactação do solo (A) e sistema radicular de pessegueiro afetado pela compactação e encharcamento do solo (B).

Em condições mais brandas e superficiais de compactação do solo, o cultivo de certas espécies (nabo forrageiro, crotalária, azevém, aveia, ervilhaca e outras com sistema radicular agressivo e profundo) (Figura 3), semeadas nas estações frias do ano na forma de mix de sementes, é capaz de promover a escarificação biológica, recuperando o volume de poros do solo.

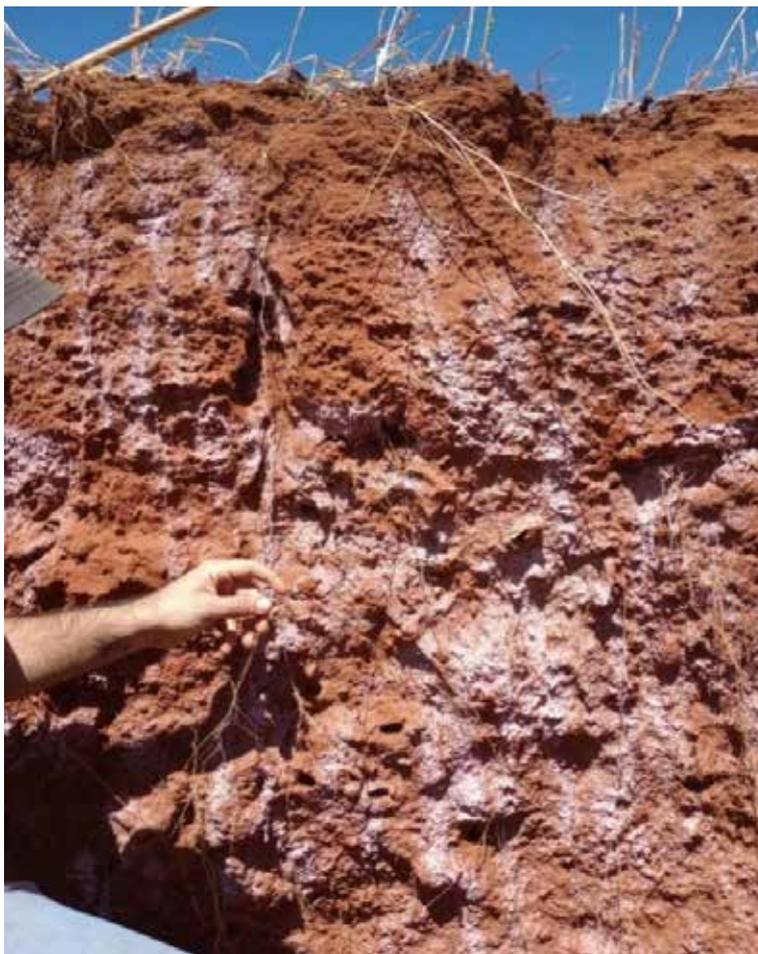


Foto: Rosane Martinazzo

Figura 3. Perfil de solo sem compactação. Raízes a mais de 1 m de profundidade, sem impedimento físico e/ou químico.

Em condições de compactação mais severas, a escarificação mecânica com arados de discos e hastes sulcadoras (exemplo: “pé de pato”) é indicada para situações onde o problema ocorre de forma superficial, até 25 cm de profundidade. Porém, quando a compactação ocorre em camadas mais profundas, indica-se o uso de subsoladores, que possuem hastes que rompem camadas compactadas até 50-60 cm de profundidade. Em todos esses casos, é fundamental a adoção de algumas práticas de manejo que visam aumentar a quantidade de matéria orgânica adicionada no solo. Já em áreas sob preparo convencional, quando possível, recomenda-se fazer a transição para o cultivo mínimo ou sistema plantio direto.

Em áreas sob pastejo, controlar a carga animal, mantendo-se o pasto a pelo menos 10 cm de altura e evitar a entrada nas áreas quando o solo estiver em condições de alta umidade; em áreas sob tráfego de máquinas, transitar em caminhos fixos, evitando também trafegar após as chuvas, quando o solo apresenta alta umidade. Atuando dessa forma, os agricultores podem reduzir os efeitos da compactação, e manejar a água de forma mais eficiente e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do solo e a produtividade das suas lavouras.

Uso de microrganismos para aumento da resiliência das plantas

Glaucia de Figueiredo Nachtigal

Jair Costa Nachtigal

Dori Edson Nava

Estresses abióticos por seca, encharcamento, salinidade ou temperaturas desfavoráveis são relatados como as principais causas de deterioração do rendimento médio das culturas, com perdas financeiras significativas a cada ano. No sistema biológico planta/solo, vários fatores do solo e do ambiente são conhecidos por aumentar a disponibilidade de nutrientes às plantas e a produtividade das culturas, dentre os quais os microrganismos da rizosfera (região do solo que recebe influência direta das raízes, possibilitando a proliferação microbiana) têm papel essencial.

O uso combinado de microrganismos benéficos consiste em uma área de pesquisa emergente, de interesse global, especialmente pelas consequências positivas na absorção de nutrientes pelas plantas, incremento na produtividade e na resiliência a estresses ambientais. Os múltiplos padrões bioquímicos regulatórios desses microrganismos resultam em mecanismos de atuação caracterizados pela aquisição de nutrientes (NPK e micronutrientes), modulação da biossíntese de hormônios e várias outras moléculas de atuação na rizosfera, que facilitam o crescimento de plantas pelo alívio do estresse osmótico (salinidade ou seca) em plantas.

Numerosos isolados de *Trichoderma* têm demonstrado efetividade como biofertilizantes (ajudam a melhorar o rendimento da produção agrícola e podem contribuir para o enriquecimento dos solos), bioestimulantes (promovem o crescimento e desenvolvimento das plantas e melhoram seu metabolismo, favorecendo a resistência a condições adversas) e bioelicitors (estimulam o metabolismo secundário das plantas) de resistência a estresses bióticos e abióticos. Em particular, modificações nas raízes aumentam a área de absorção, contribuindo para uso eficiente de NPK e micronutrientes para o aumento da biomassa de plantas. Cerca de 250 metabólitos diferentes são produzidos por *Trichoderma* spp., o que sugere vasta possibilidade para o desenvolvimento de uma nova geração de inoculantes.

Pesquisadores da Embrapa Clima Temperado têm buscado microrganismos, principalmente de ambientes extremos do Sul do Brasil, caracterizados como microbiomas de campos pobres em nutrientes e de baixa disponibilidade de água, o que resultou na detecção de linhagens de *Trichoderma* spp., com desempenho biológico superior, relacionado a maiores taxas de crescimento de raízes e maior plasticidade da arquitetura radicular (quantidade de pelos absorventes e maior extensão de radículas) de espécies de interesse econômico, potencializando seu uso para aumentar a resiliência de plantas, em especial aquelas cultivadas em condições de estresse hídrico e nutricional.

Microrganismos anaeróbios para produção do adubo fermentado *bokashi*

Patrícia da Silva Grinberg

Bernardo Ueno

Ângela Diniz Campos

O processo de compostagem tradicional de resíduos orgânicos normalmente é muito demorado, além de demandar espaço e tempo. No Japão, foi desenvolvida como alternativa uma tecnologia de compostagem orgânica, em que há adição de microrganismos que visam acelerar o processo de fermentação do composto, conhecido popularmente como *bokashi*. O processo de preparo do adubo *bokashi* otimiza a compostagem de resíduos orgânicos, acelera o processo de compostagem e possibilita melhor aproveitamento desses resíduos orgânicos disponíveis na propriedade rural, agroindústrias, lixos orgânicos, restos de culturas, etc.

As vantagens do *bokashi* são a facilidade de preparo e uso, a ausência de odor ou mau cheiro e o efeito nutricional imediato e lento para plantas, o que o torna um excelente adubo orgânico, conseguindo substituir plenamente os adubos químicos. O processo de fermentação do *bokashi* pode ser aeróbio (na presença de oxigênio), sendo esse mais rápido (2 semanas a 1 mês), porém, há necessidade de se misturar para evitar elevação de temperatura (podendo chegar a mais de 60 °C), e anaeróbico, (na ausência de oxigênio), que é mais lento (2 a 3 meses), sem necessidade de misturar (temperatura estável), mas, caso haja presença de oxigênio, haverá formação de água e CO₂.

O bokashi de boa qualidade apresenta cheiro agradável, com suave odor alcoólico. A eventual ocorrência de mau cheiro indica: a) excesso de água na compostagem, que resulta em cheiro de putrefação, lodo de esgoto e/ou gás metano; b) excesso de nitrogênio na compostagem (cheiro de gás amônia). Para contornar isso, a compostagem deve ter: no máximo de 60% de água e a relação C/N deve ser acima de 20. Podem-se usar também amenizadores de mau cheiro como: pó de carvão, ácido pirolenhoso, terra rica em resíduo orgânico, pó de rocha, argilas, cal, etc.. Para que o adubo *bokashi* não cause deficiência de nitrogênio, quando aplicado nas plantas, a relação C/N deve ser menor que 25.

Para ajustar teor de água abaixo de 60% e relação C/N próxima de 20, deve-se fazer o seguinte:

- 1) Ajuste do teor de água: a) misturar resíduos orgânicos secos com resíduos orgânicos úmidos; b) retirar a água e/ou desidratar os resíduos orgânicos com muita água; c) usar folhas ou palhas secas, solo seco, esterco seco.
- 2) Ajuste da relação C/N: misturar resíduos orgânicos de baixa relação C/N como, esterco de aviário (C/N de 6 a 8) e resíduo de peixes (C/N de 6 a 10) com palhas de gramíneas (C/N de 60 a 80) e casca de arroz (C/N - 70 a 80). É possível fazer o ajuste do balanço de NPK, misturando resíduos orgânicos ricos em N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio), além de outros minerais, para obter adequado equilíbrio nutricional do adubo *bokashi*, de acordo com a demanda da cultura agrícola.

Para fazer o *bokashi*, é essencial a adição de microrganismos para favorecer e acelerar o processo de fermentação do composto orgânico. Abaixo há exemplos de microrganismos que podem ser usados para o preparo do *bokashi*:

- EMTM – microrganismos eficientes (EM Research Organization – Japão). É uma composição de microrganismos que agem sinergeticamente na decomposição de matéria orgânica e, ao mesmo tempo, geram compostos para a multiplicação de outros microrganismos benéficos na compostagem. Existem várias formulações prontas, que envolvem grupos de leveduras, actinomicetos, bactérias lácticas, bactérias fototróficas.
- Ehime Ai (Japão). É composto por ingredientes usados na alimentação humana: fermento de pão (levedura *Saccharomyces*), iogurte (bactéria *Lactobacillus*), grão de soja fermentado *natto* (bactéria *Bacillus subtilis*). Pode ser feito na propriedade.
- Jadam suspensão de microrganismos nativos – JMS (Coreia do Sul). Usam como inóculo inicial microrganismos presentes em solos e serrapilheira de matas nativas, multiplicados em substrato de batata e/ou restos vegetais, resgatando assim os microrganismos nativos. Pode ser feito na propriedade.
- Isca para captura de microrganismos nativos obtidos em matas nativas, usando como substrato arroz cozido. Essa isca é deixada no chão da mata, mas coberta com folhas secas para não pegar chuva e permitir o crescimento dos microrganismos. Pode ser feito na propriedade.
- Bactérias fototróficas. São as bactérias fotossintetizantes presentes em lodos de lagos e açudes. Entre elas há as bactérias púrpuras sulfurosas (BPS) e as não sulfurosas (BPNS), que crescem bem em ambientes pobres em oxigênio e ricos em enxofre. Pode ser feito na propriedade.
- Produtos comerciais, que envolvem microrganismos usados para limpeza doméstica, degradação de resíduos orgânicos e tratamento fitossanitário. Os principais são à base de bactérias do gênero *Bacillus* e fungos, como *Trichoderma*.
- Produtos comerciais com microrganismos usados na fermentação de alimentos humanos e animais.

O uso de uma combinação de microrganismos com diferentes características é interessante, pois o processo de fermentação do composto orgânico é dinâmico e cada microrganismo tem uma faixa de temperatura, umidade e exigência de oxigênio ótima para sua multiplicação. Ao mesmo tempo, usar alguns microrganismos mais adaptados para a sua região pode favorecer a qualidade do *bokashi*. Em alguns casos, para melhorar a atuação dos microrganismos, é recomendado fazer a sua ativação, usando alguma fonte de carboidrato, como melão ou açúcar. A grande vantagem do *bokashi* é que o preparo envolve produtos e processos de fácil acesso e tudo pode ser feito na propriedade. As bactérias púrpuras sulfurosas (BPS) e as não sulfurosas (BPNS) usadas para a elaboração do *bokashi* apresentam grande potencial para a produção desse adubo fermentado, mas pouco usadas pelos agricultores familiares de base agroecológica.

Algumas ilustrações do adubo bokashi e do processo de preparação são apresentadas na Figura 1.



Figura 1. Aparência do bokashi à base de casca e pó de arroz (A). Processo de misturado bokashi (B). Apresentação do bokashi no 17º Dia de Campo da Agroecologia (C). Microrganismos inoculantes para produção do bokashi (D). Fermentado Ehime Ai e ingredientes usados (E). Frascos com bactérias fototróficas púrpuras sulfurosas (BPS) e não sulfurosas (BPNS) (F).

Embrapa

Clima Temperado