

Ciência & Ambiente



Práticas Agroecológicas

29

Sumário|C&A|29

- 3 EDITORIAL
- 4 PRÓXIMA EDIÇÃO
- 5 LIMITES E POSSIBILIDADES DA AGROECOLOGIA COMO BASE PARA SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS
João Carlos Costa Gomes e Marcos Borba
- 15 AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE
CONTEXTO, DESAFIOS E CENÁRIOS
Maria Leonor Lopes Assad e Jalcione Almeida
- 31 EXPERIMENTAÇÃO PARTICIPATIVA E REFERENCIAIS TECNOLÓGICOS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR
José Antônio Costabeber e Soel Antonio Claro
- 49 PERCEPÇÃO E PARTICIPAÇÃO
INSTRUMENTOS PARA REVERSÃO DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS INADEQUADAS
César Rodolfo Seibt e Cesar Augusto Pompêo
- 61 PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO FAMILIAR NO CENTRO-SUL DO PARANÁ
Renato Linhares de Assis
- 73 A AGRICULTURA FAMILIAR E OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS
Luciano Montoya, Honorino Rodigheri e Vanderley Porfirio da Silva
- 85 SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS
UMA PRÁTICA AGROECOLÓGICA
Ana Paula Fraga Bolfe, Edmar Ramos de Siqueira e Édson Luis Bolfe
- 99 PLANTIO DIRETO NA CAPOEIRA
Oswaldo Kato, Maria do Socorro Kato, Tatiana de Abreu Sá e Ricardo Figueiredo
- 113 INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO
A PERCEPÇÃO DO AGRICULTOR
Helvio Debli Casalinho e Sérgio Roberto Martins
- 123 GESTÃO DO NITROGÊNIO EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DA ADUBAÇÃO VERDE
José Antonio Espindola, Dejair Lopes de Almeida, José Guilherme Guerra e Raul Duarte Ribeiro
- 131 INSUMOS PARA AGROECOLOGIA
PESQUISA EM VERMICOMPOSTAGEM E PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS
Paulo José Timm, João Carlos Costa Gomes e Tânia Beatriz Morselli
- 141 GERAÇÃO E DESCARTE DE DEJETOS DE ANIMAIS NO MEIO RURAL
Carlos Alberto Ceretta e Jorge Luis Mattias

Ciência & Ambiente

Universidade Federal de Santa Maria
Prédio 13/CCNE – Sala 1110 – Campus Universitário – Camobi
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil
Fone/Fax: (55)2208735 e (55)2208444/ramal 30
ambiente@ccne.ufsm.br
www.ufsm.br/cienciaeambiente

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.
UFSM - v. 1, n.1 (jul. 1990) - Santa Maria :
Semestral

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

ISSN 1676-4188

A revista *Ciência & Ambiente* é indexada ao
LATINDEX – Sistema Regional de Información en
Línea para Revistas Científicas de América Latina,
el Caribe, España y Portugal.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Reitor	<i>Paulo Jorge Sarkis</i>
Centro de Ciências Rurais	<i>Luiz Carlos de Pellegrini – Diretor</i>
Centro de Ciências Naturais e Exatas	<i>Edgardo Ramos Medeiros – Diretor</i>
Centro de Ciências Sociais e Humanas	<i>João Manoel Espina Rosses – Diretor</i>
Editor	<i>Delmar Antonio Bressan</i>
Editores Convidados	<i>João Carlos Costa Gomes e Carlos Alberto Ceretta</i>
Conselho Editorial	<i>Beatriz Teixeira Weber</i> <i>Élgion Loreto</i> <i>José Newton Cardoso Marchiori</i> <i>Miguel Antão Durlo</i> <i>Ronai Pires da Rocha</i> <i>Ronaldo Mota</i> <i>Zília Mara Scarpari</i>
Conselho Consultivo	<i>Alvaro Mones</i> <i>André Furtado</i> <i>Andrey Rosenthal Schlee</i> <i>Aziz Nacib Ab'Saber</i> <i>Antonio Carlos Robert Moraes</i> <i>Emilio Ulibarri</i> <i>Franz Andrae</i> <i>Luisa Massarani</i> <i>Luiz Antonio de Assis Brasil</i> <i>Pascal Acot</i>
Análise, preparação e revisão de texto	<i>Zília Mara Scarpari</i>
Editores de texto e programação visual	<i>Valter Antonio Noal Filho</i>
Ilustração da capa	<i>Brígida Campbell e Gina Nogueira</i> <i>Diretoria de Divulgação e Comunicação Social/UFMG</i>
Impressão e acabamento	<i>Gráfica Editora Pallotti/Santa Maria</i>

Em 2003, os editores de *Ciência & Ambiente* elegeram para debate um tema de inegável relevância: a agricultura, seus processos de produção e suas conexões com a idéia contemporânea (ou nem tanto) de sustentabilidade. Esse projeto editorial frutificou. Dele surgiram duas edições da revista: a 27^a, publicada em novembro daquele mesmo ano, que abordou a **Agricultura Sustentável**, e a presente, que focaliza as **Práticas Agroecológicas**.

O novo número de *Ciência & Ambiente* é integralmente dedicado ao exame das possibilidades e limites da Agroecologia, abrangendo questões como: o seu atual estágio de desenvolvimento técnico-científico; o grau de sensibilização, envolvimento e assimilação de seus processos pelas comunidades rurais, notadamente por aquelas que praticam a agricultura familiar; o cruzamento de saberes científicos e tradicionais; os arranjos de cunho sistêmico que englobam florestas, pecuária e cultivos agrícolas; e, a análise das políticas públicas orientadas para atender às novas demandas agroecológicas.

No fim das contas, observando-se pelo prisma acadêmico, parece consensual que a trajetória seguida até aqui pela Agroecologia revela virtudes e igualmente insuficiências e descontinuidades. Mesmo partindo de uma idéia abrangente e integradora do ponto de vista filosófico e ajustada aos princípios da ciência ecológica, há certas lacunas a

serem preenchidas no campo agroecológico, entre elas, as que dizem respeito ao ainda frágil suporte científico e tecnológico imprescindível para sustentar o que se pretende seja um novo paradigma para a agricultura. Por exemplo, a combinação de múltiplas variáveis em contextos interdisciplinares ou mesmo transdisciplinares tem sido até hoje mais um exercício de retórica do que prática consistente e afirmada em todas as áreas do conhecimento, tanto no meio universitário quanto fora dele. Da mesma forma, a busca da sonhada harmonia nas relações entre a sociedade e a natureza ainda carece de instrumentos suficientes para edificar experiências, por todos esperadas, que serão capazes, ao se reproduzirem com rapidez e amplitude, de revigorar a condição humana e a vida em escala planetária.

Portanto, a consolidação da Agroecologia ou de outras vertentes, por alguns abrigadas no conceito amplo de Agricultura Sustentável, não pode prescindir de novos modos de fazer ciência e da construção de mecanismos solidários de desenvolvimento rural que, na medida do possível, parem acima de tradições ideológicas. Só assim se poderá aquilatar o real alcance de cada concepção para responder aos impasses que permeiam a produção agrícola, por vezes tratada como um mero negócio, e as formas de organização social, considerando inclusive as complexas imbricações que caracterizam o mundo atual.

Em 1905, um jovem físico, então empregado do escritório de patentes em Berna (Suíça), publicou uma série de trabalhos, provocando na Física uma revolução só comparável à realizada por Isaac Newton. Naquele ano, Albert Einstein modificou as nossas concepções de espaço, tempo e matéria. Em atenção às comemorações do centenário do que ficou conhecido como *annus mirabilis* da vida do cientista, e do Ano Mundial da Física, a 30ª edição de *Ciência & Ambiente* terá **Einstein** como tema e estará publicando artigos que tratam de idéias por ele introduzidas na ciência, de sua viagem ao Rio de Janeiro em 1925 e do seu pensamento filosófico, entre outros assuntos. Participam como editores convidados: **Antonio Augusto Passos Videira** (Departamento de Filosofia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro) e **Ronaldo Mota** (Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria).

LIMITES E POSSIBILIDADES DA AGROECOLOGIA COMO BASE PARA SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS

João Carlos Costa Gomes
Marcos Borba

A origem da Agroecologia é tão antiga quanto as origens da agricultura. As agriculturas tradicionais, indígenas ou camponesas, quando analisadas pelos pesquisadores, revelam sistemas agrícolas complexos que incorporam o uso de recursos renováveis localmente disponíveis em desenhos que integram comportamentos ecológicos e estruturais de solo e vegetação, tendo como base os conhecimentos gerados durante muitos e muitos ciclos produtivos, transmitidos pelas gerações. No entanto, a Agroecologia como campo de produção científica, bem como a aplicação de seus princípios na agricultura, na organização social e no estabelecimento de novas formas de relação entre sociedade e natureza, surge a partir dos anos 1970. Atualmente, o tema é objeto de políticas públicas, tanto de organizações do Estado como da sociedade.

Inicialmente, é preciso localizar a perspectiva agroecológica e suas possibilidades no debate teórico. É que em alguns ambientes se discute se a Agroecologia representa ou não um novo paradigma. Cabe lembrar que o conceito de paradigma, como formulado por Tomas Kuhn¹, referia-se a uma espécie de código interno à própria ciência, representando um conjunto de regras, métodos e técnicas utilizados para identificar e resolver problemas, bem como as respostas aceitas como válidas por uma determinada comunidade científica em um determinado contexto histórico. Ou seja, quando adere a um paradigma, um pesquisador aceita ao mesmo tempo teoria, métodos e normas reconhecidas e aprovadas pelo grupo que o pratica, quase sempre em uma mescla inseparável. Mais tarde Fritjof Capra² e Boaventura de Sousa Santos³ ampliaram o conceito, conferindo-lhe a possibilidade de explicar a relação da ciência com a sociedade e até mesmo de explicar os arranjos sociais em cada contexto histórico.

O conceito de incomensurabilidade, causa de tanta polêmica na obra de Tomas Kuhn, dizia que dois cientistas ou duas pessoas que professam paradigmas diferentes, quando estão na mesma posição e olham para o mesmo ponto, vêem sempre coisas diferentes. Portanto, o que nasce seria incomensurável com o que morre, não havendo, pois, nem ressurreições nem reencarnações, e a passagem só seria possível entre pensamentos comensuráveis. Só depois de passados muitos anos ou séculos seria possível afirmar a morte de um paradigma e determinar a data aproximada em que ocorreu. A passagem entre paradigmas – a transição paradigmática – seria assim, semicega e semi-invisível⁴.

Nos ambientes acadêmicos e nas instituições de pesquisa, a busca do novo não ocorre somente pelo caráter de vanguarda que sempre deve existir nestes ambientes, mas pela convicção crescente da impossibilidade de o atual paradigma responder certas questões suscitadas no contexto da atual crise do modelo civilizatório, cuja dimensão mais aparente é a crise ecológica, mas que também é social, econômica, cultural, institucional etc. Isto remete a um aparente paradoxo. Se os sinais de falência do paradigma atual ou as evidências da crise, que são a mesma coisa, são tão claros, por que os cientistas não aderem maciçamente a novos ares paradigmáticos? Uma explicação plausível é que a maioria deles ainda não percebeu que o paradigma vigente é o maior responsável pela crise em que a humanidade encontra-se mergulhada. Assim, a base epistemológica do paradigma vigente representa o maior obstáculo a uma ruptura

¹ KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1995.

² CAPRA, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1992.

³ SOUSA SANTOS, B. *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez, 2000.

⁴ SOUSA SANTOS, B. *Op. cit.*

paradigmática, reforçando o que o próprio Capra definiu como “crise de percepção”.

Se for válida a suposição de que grande parte dos técnicos e cientistas ainda não percebeu que é impossível promover qualquer ruptura a partir da base epistemológica que orienta o atual paradigma e que a sua manutenção por mais tempo aumenta os riscos de colapso dos principais sistemas ecológicos e socioculturais do planeta, então há que se buscar em algumas das mais importantes correntes filosóficas da modernidade a explicação para esta suposição.

O empirismo, corrente filosófica inaugurada por Francis Bacon⁵, tinha como objetivo o domínio sobre a natureza, utilizando a experiência e os sentidos como fonte do conhecimento. Bacon parte dos fatos empíricos do mundo natural para promover a dúvida crítica com respeito ao saber tradicional, parte da investigação metódica e da classificação sistemática da informação baseada em dados objetivos, da rigorosa experimentação e da aplicação essencialmente prática de todo o conhecimento. Um dos reflexos da corrente filosófica empirista na ciência contemporânea, é a repetição experimental utilizando metodologias indutivas, prática dominante em nossas academias até os dias de hoje.

O racionalismo, corrente filosófica a que pertence Descartes, surge em oposição à filosofia empirista. Segundo a doutrina filosófica racionalista, os conhecimentos válidos e verdadeiros sobre a realidade são procedentes da razão e não dos sentidos e da experiência. A tese do reducionismo contida na segunda regra do método de Descartes – “cada dificuldade deve ser dividida em tantas partes quanto seja possível e necessário para melhor poder resolvê-las”⁶ – teve com reflexo a especialização de técnicos e cientistas. Além do reducionismo, a filosofia racionalista teve outro reflexo sobre a ciência contemporânea: a interpretação das pequenas partes, levada ao extremo, resultou na tendência à compartimentalização do saber.

Por sua vez, o positivismo de Auguste Comte⁷ estabelece uma série de afirmações com pretensão de verdade, relacionadas ao modo de entender a natureza. O conhecimento positivo é aquele proveniente dos sentidos e define que os “fatos” são os únicos objetos possíveis de conhecimento. Assume a fé no progresso da ciência como única forma de conhecimento válido: a ciência proporciona um conhecimento puramente descritivo que deve se estender a todos os campos do saber, incluindo o homem. Para Comte, o saber positivo designa o real em oposição ao quimérico, o contraste do útil ao ocioso, a oposição entre a certeza e

⁵ BACON, F. *Novum organum*. Madrid: Nueva Biblioteca Filosófica, 1933.

⁶ DESCARTES, R. *El discurso del método*. Barcelona: Edicomunicación, 1994.

⁷ COMTE, A. *Curso de filosofia positiva*, publicado em 6 volumes, entre 1830-1842.

a dúvida, entre o preciso e o vago. Mas, principalmente, o conceito “positivo” é expresso como contrário de negativo. A busca da certeza e da verdade também foi incorporada às práticas acadêmicas, como máxima quase absoluta.

De forma resumida, portanto, pode-se dizer que o paradigma da ciência ocidental encontrou alguns de seus fundamentos no empirismo (o conhecimento obtido pela experiência repetida), no racionalismo (a redução do todo a partes pequenas para melhor estudá-las, que teve como corolário a especialização); e no positivismo (o conhecimento objetivo e verdadeiro sobre a realidade estudada e a supremacia incontestável da ciência na produção do conhecimento válido). Para a pesquisa agrônômica, o empirismo representa o experimento, a parcela experimental; o reductionismo, a especialização e a compartimentalização do saber; já o positivismo representa a verdade, a certeza, o conhecimento neutro e universal.

Então, estudar epistemologia tem o sentido de ir além das aparências, da falsa ilusão da busca do conhecimento objetivo, da obtenção do conhecimento válido, neutro e verdadeiro. Tem também como objetivo desmistificar a existência de monopólio da ciência sobre o conhecimento, mostrando que existem outras formas de conhecimentos hoje reconhecidas como fontes também válidas, ainda que produzidos fora dos ambientes acadêmicos. Que não existe apenas a busca do conhecimento desinteressado sobre como “as coisas funcionam”. A epistemologia nos ajuda a mostrar que “essa coisa chamada ciência” é apenas uma construção social, o que não significa que não seja muito importante.

Neste caso, a Agroecologia representa um poderoso instrumento e uma necessidade para a ruptura com a tradição epistemológica nascida no empirismo, no racionalismo e no positivismo. No entanto, a Agroecologia pode representar um avanço paradigmático somente para aqueles que estão em busca do novo, o que infelizmente ainda representa uma minoria nas academias e instituições de pesquisa contemporâneas. Na Agroecologia, vista como disciplina ou princípio científico, as premissas teóricas são radicalmente diferentes de alguns princípios oriundos de correntes filosóficas que moldaram a produção do conhecimento e até o arranjo social na moderna sociedade ocidental. A base epistemológica da Agroecologia incorpora a complexidade, a dúvida, a incerteza, e pretende ser inter ou transdisciplinar; sua pauta é a temática e não a disciplina, além de reconhecer os saberes tradicionais e cotidianos como também válidos.

A segunda grande questão proposta pela Agroecologia é a necessidade de uma revisão metodológica que permita superar a aplicação linear da estrutura metodológica das ciências naturais, incorporando também a das ciências sociais. Ou ao menos que se possa trabalhar na perspectiva de um pluralismo metodológico, o que já vem sendo praticado em alguns casos. Se agora não mais importa apenas o domínio humano sobre a natureza, se o que interessa é a promoção de uma relação mais harmoniosa entre a sociedade e a natureza, então há que se trabalhar com os métodos que explicam a sociedade e não só com os que ensinam a explicar e a dominar a natureza (é o que Prigogine & Stengers⁸, denominam “Nova Aliança”), já que não há mais como desconhecer que sociedade e natureza mantêm mútua determinação onde uma conforma a outra.

⁸ PRIGOGINE, I. & STENGERS, I. *La nueva alianza – metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza, 1994.

A tradição de pesquisa fundada no empirismo, no racionalismo e no positivismo fez da parcela experimental e do laboratório o lócus preferencial de sua ação cotidiana. Isto ajudou a aperfeiçoar um dos ritos sagrados da pesquisa científica, o controle das variáveis e o rigor experimental, ambos importantes para a aplicação de testes estatísticos, por exemplo. Mas, por outro lado, também teve como resultado o distanciamento entre os pesquisadores e o meio real onde operam agricultores e produtores rurais. Ou seja, provocou uma dissociação entre a produção e a aplicação do conhecimento. Mas não só isso: provocou também a adoção de uma falsa concepção de que existe certa linearidade nas necessidades e demandas de pesquisa, o que, por sua vez, provocou o quase completo esquecimento de alguns públicos, que têm tido escasso acesso às políticas públicas.

O que se pretende é que a incorporação de estruturas metodológicas até então pouco usadas na pesquisa agropecuária permita reforçar uma prática científica que prime não só pelo rigor, mas que promova a democratização do conhecimento via aplicação de técnicas e métodos de pesquisa. A adoção dos princípios da pesquisa participativa, da pesquisa-ação, a utilização de metodologias como diagnóstico participativo, leitura de paisagem etc. permitem o re-encontro de produtores e usuários de conhecimento, de forma abrangente e democrática. A relação entre sujeitos com conhecimentos diferentes capazes de articular um terceiro nível de conhecimento é o que Paulo Freire⁹ propunha com o método dialógico.

⁹ FREIRE, P. *Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. Santiago: ICIRA, 1969.

Ou seja, os princípios da Agroecologia também constituem instrumento para organizar políticas públicas, inclusive de ciência e tecnologia ou de pesquisa e desenvolvi-

mento, de modo que o conhecimento possa ser apropriado de forma equânime. Sem a pretensão de receita, isso é possível desde que se aceitem alguns pressupostos. Em primeiro lugar, por intermédio de um processo de prospecção de demandas baseado no diálogo que dê voz e vez a muitos atores sociais que não têm tido facilidade de expressar as suas necessidades. Principalmente aqueles de recursos mais escassos, que vivem em locais mais afastados ou que têm dificuldades para desenvolver mecanismos de organização e participação, os públicos da reforma agrária, os quilombolas, as populações indígenas.

Outro ponto importante para a Agroecologia é a própria participação, não para legitimar interesses ou propostas de “fora para dentro” ou “de cima para baixo”. Para a Agroecologia, a agricultura é fruto de um processo de coevolução entre uma sociedade específica e seu ecossistema, portanto, trata-se de realidade complexa que envolve processos sociais e ecológicos. De tal forma que, numa visão ampliada do desenvolvimento rural, se aborde a realidade desde uma visão mais integral, em que os processos ecológicos e sociais sejam considerados, a ponto de que a intervenção, ao mesmo tempo, destape fragmentos pouco visíveis da realidade estudada, e seja apropriada pelos atores sociais envolvidos.

Neste sentido, a participação é condição essencial, pois é instrumento de mobilização social que fortalece os laços comunitários e o sentido comum, com a finalidade de desencadear processos de ação social coletiva nos quais as pessoas reconhecem o valor dos recursos e demais elementos constituintes de uma condição local (muitas vezes assinalada como marginal), com fins de estabelecer planos de longo prazo, numa perspectiva de desenvolvimento endógeno. Para a Agroecologia, a incorporação da participação como pressuposto epistemológico permite ganhos em conhecimento e em criatividade, assim como permite estabelecer processos transformadores de longo prazo.

A participação “verdadeira” tampouco é aquela que traz embutida a idéia moral de tutela ou de favor. Estas não são coisas fáceis de realizar, até mesmo porque existem barreiras de ordem institucional e pessoal, produto de uma cultura que sempre considerou a produção do conhecimento como algo “universal”, e não como construção sócio-histórica que ocorre em espaços de interesses, de disputas e de conflitos. O que se dá não só de forma ampliada na sociedade, mas também internamente nas instituições (já que estas tendem a reproduzir o que acontece nas sociedades onde estão inseridas). Ainda assim, os princípios teóricos

¹⁰ FUNTOWICZ, S. & RAVETZ, J. *Epistemología política: ciencia con la gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, 1993.

da Agroecologia poderiam ser usados como instrumento para tirar a atividade científica da redoma, da torre de marfim, fazendo com que o cientista assuma também o seu caráter cidadão, a responsabilidade sobre o que faz, saindo da comunidade restrita de pares para a comunidade estendida de pares¹⁰, do laboratório e da parcela para atuar junto e com os agricultores e produtores rurais.

Outra grande perspectiva da Agroecologia é sua dimensão sociológica. Para a Agroecologia como disciplina científica, não existe um conhecimento de caráter universal ou a-histórico, que sirva para todos e em qualquer lugar. Ao contrário, públicos específicos necessitam políticas também específicas. Isto representa implicações para as instituições públicas, principalmente para as que atuam em programas de pesquisa e desenvolvimento e que pretendem pautar suas ações por objetivos sociais (não se deveria esperar outra coisa de instituições públicas do Estado). Por objetivos sociais entende-se a busca de modelos de desenvolvimento não pautados apenas pelo crescimento econômico, importante mas insuficiente para que a própria sociedade possa sustentar-se. A Agroecologia se caracteriza por uma abordagem integral da agricultura, onde as variáveis sociais têm papel de alta relevância. Ou seja, ainda que parta da análise da unidade de produção em sua dimensão técnica (estratégias de artificialização ecocompatíveis da natureza para a produção de alimentos), a Agroecologia pretende sobretudo entender as múltiplas formas de dependência que o funcionamento da política, da economia e a sociedade geram sobre os agricultores.

A partir daí, as análises da Agroecologia concentram esforços na dimensão comunitária em que se inserem os agricultores, isto é, a realidade sociocultural que proporciona uma práxis intelectual e política da identidade local e de sua rede de relações sociais. Isso requer amplas relações institucionais (públicas, privadas e terceiro setor) para promover o sinergismo entre as políticas públicas, com vistas a obter soluções mais integrais ou mais ampliadas dos problemas.

A última dimensão tratada aqui é a tecnológica. Ainda que a pesquisa em Agroecologia dependa de bases epistemológicas, metodológicas e sociológicas bem definidas e aceitas pelos pesquisadores, a base tecnológica não pode ser negligenciada, pois é neste campo que os agricultores que iniciam a transição agroambiental enfrentam os maiores problemas e, portanto, têm mais expectativas. Este é exatamente o tema em debate nesta edição e interessa a todos os que labutam no campo agroecológico.

Existe muita confusão entre Agroecologia como conjunto de princípios científicos, perspectiva adotada no texto, ou como meras práticas a serem usadas na produção limpa. Existem mesmo aqueles que vêm na Agroecologia uma estratégia para ocupação de “nichos de mercado”, o que representa um grande equívoco. A verdadeira Agroecologia, além da produção limpa, trata da ética e da solidariedade na produção e no consumo, busca o desenvolvimento endógeno e local, a independência dos agricultores e não a sua subordinação a “donos” do conhecimento e da tecnologia. Usa a livre circulação do conhecimento como estratégia para a equidade e a justiça social, defende a manutenção da biodiversidade ambiental, natural, social e cultural.

A estratégia tecnológica da Agroecologia tem como primeiro passo a transição de um enfoque disciplinar para um enfoque temático. Para a produção de novos formatos tecnológicos, é necessário um conhecimento mais profundo das interações ecossistêmicas, o que demanda uma abordagem por grandes temas com a transversalidade de todas as disciplinas. Trata-se de produzir tecnologias apropriadas e contextualizadas para agroecossistemas locais, que permitam potencializar os recursos localmente disponíveis, gerando agroecossistemas mais autônomos e eficientes em termos energéticos.

Nesse caso, o ponto de partida é a substituição de insumos e/ou o redesenho de agroecossistemas, buscando formatos tecnológicos que favoreçam a inclusão social, sustentando a diversidade de estratégias de uso e manejo dos recursos naturais, expressadas na forma de “estilos de manejo” que produzem distintos produtos e sub-produtos que, por sua vez, podem constituir diferentes processos de transformação. Este conjunto de processos constitui a “qualidade”, entendida como uma construção social, ou seja, influenciada pelo contexto socioeconômico, cultural e ecológico em que se realiza a produção e por diferentes atores que interpretam. Assim, os formatos tecnológicos da Agroecologia requerem níveis mais profundos de entendimento dos processos biológicos, dos fluxos de energia e matéria e das relações socioeconômicas para a produção de tecnologia. Isso demanda especialistas e pesquisas complexas, não reducionistas.

A compreensão de muitas coisas que ocorrem nos campos da fisiologia, da microbiologia, da bioquímica, entre outros, é o que vai proporcionar as condições tecnológicas para a transição agroambiental. Talvez seja esta a mais marcada diferença entre os sistemas agroecológicos e os sistemas

convencionais de agricultura, ou seja, enquanto os sistemas convencionais são cada vez mais intensivos em insumos químicos e energéticos, isto é, em capital, os sistemas sustentáveis agroecológicos são intensivos em conhecimentos.

Outro grande desafio a superar é o de suprir a necessidade de insumos adequados ao “novo” formato tecnológico. Para a pesquisa, a tarefa é a de “descobrir” ou validar insumos que viabilizem a independência dos agricultores, e que não representem apenas uma mera substituição de pacote (o que, de certa forma, já está ocorrendo). É necessário pesquisar práticas de agricultores, outros processos fomentados empiricamente por organizações de desenvolvimento, adaptações de tecnologias originárias de outros contextos, inclusive sintetizando tecnologias e processos desenvolvidos na pesquisa convencional, sempre no sentido de instrumentalizar os agricultores e diminuir sua dependência e não para que um pequeno grupo se aproprie do conhecimento.

Outro segmento de importância estratégica é o de recursos genéticos. A busca de materiais que proporcionem a ampliação da base genética é fundamental no aumento da diversidade e na possibilidade de produção de novo germoplasma. Para isso, devem ser fortalecidas as ações voltadas para o manejo sustentável da biodiversidade existente na região, como é o caso das espécies pouco cultivadas e/ou nativas e a busca de parcerias estratégicas com instituições dos centros de origem das culturas de interesse regional.

É neste sentido que a Agroecologia atua na vanguarda da produção do conhecimento, mantendo uma ação proativa, antecipando-se aos anseios da sociedade, mantendo de forma permanente a reflexão crítica sobre o caráter de suas ações e de suas relações com a sociedade, sobre o papel do Estado, das políticas públicas e da pesquisa e desenvolvimento. Para isso, os pesquisadores em Agroecologia são constantemente instigados a realizar uma reflexão sobre sua própria prática. As perguntas “para quê?” e “para quem?” fazemos o que fazemos devem ser permanentes.

Estes são temas centrais na busca do “novo paradigma”, no qual a “nova forma de conhecimento” deve ser prática sem perder o rigor na sua obtenção; e, ainda que o conhecimento seja obtido de forma “sofisticada”, pela aplicação de metodologias específicas, deve ser democraticamente apropriado.

Para concluir, a Agroecologia surge como instrumento adequado não só para a promoção de um estilo de agricultura mais respeitoso com a natureza, mas também para

Outras fontes de consulta

HECHT, S. The evolution of agroecological thought. *In*: ALTIERI, M. A. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. 2 ed. London: Westview Press, 1995.

LUMMIS, C. D. Igualdad. *In*: SACHS, W. (ed.) *Diccionario del desarrollo: una guía del conocimiento como poder*. Lima: CAI - Centro de Aprendizaje Intercultural, 1997. p. 94-114.

João Carlos Costa Gomes é engenheiro agrônomo, doutor em Agroecologia e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul.

costa@cpact.embrapa.br

Marcos Borba é médico veterinário, doutor em Agroecologia e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Pecuária Sul, Bagé, Rio Grande do Sul.

mborba@cppsul.embrapa.br

tratar da produção, validação e circulação do conhecimento, para a definição de políticas públicas de ciência e tecnologia e de pesquisa e desenvolvimento que tenham como preocupação a construção de uma sociedade sustentável.

Como princípio científico, a Agroecologia não tem a pretensão de impor um caminho único para a história, tampouco se submete ao “pensamento único”. Não mascara o jogo de interesses e conflitos na sociedade, ao contrário, pressupõe que a diferença é a base para a sustentabilidade em suas múltiplas dimensões. A Agroecologia prega princípios éticos, por isso não aceita linearmente que mais tecnologia signifique mais produtividade e portanto menos fome ou miséria. Os dados estão aí: produtividade e miséria, ambas estão aumentando. Por isso, a Agroecologia pode fortalecer ações e políticas públicas que pretendam a equidade, a inclusão social e a cidadania.

Para a Agroecologia, episteme, método e técnica só têm sentido no contexto sócio-histórico, ou seja, refuta-se a neutralidade, a pretensão à verdade e a universalidade da ciência e tecnologia e da pesquisa e desenvolvimento. Não existe um determinismo tecnológico, científico ou econômico. Tudo é questão de concertação social, na qual todos os atores têm o direito de indicar o que mais lhes convém.

Com esta proposta pretende-se que a Agroecologia, em sua perspectiva epistemológica, seja uma conquista contra a ilusão do saber imediato; em sua perspectiva metodológica, uma construção teórica; na perspectiva sociológica, um instrumento de empoderamento da sociedade; na perspectiva tecnológica, uma comprovação empírica. Reduzi-la a somente uma destas dimensões poderá significar abrir mão do que ela tem de mais significativo: exatamente a sua multidimensionalidade.

AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE CONTEXTO, DESAFIOS E CENÁRIOS

*Maria Leonor Lopes Assad
Jalcione Almeida*

*F*orçoso é reconhecer que as propostas de agricultura sustentável ainda são minoritárias, incipientes e até marginalizadas em certos contextos sociais da produção agrícola brasileira, mesmo considerando os avanços nesta direção, em algumas regiões do país, com a implementação de políticas públicas que abrangem: extensão e assistência técnica, pesquisa, aporte de recursos financeiros em programas específicos para a produção agrícola sustentável, dentre outras. Encontrar maneiras de direcionar o desenvolvimento agrícola e rural para formas mais sustentáveis, que atendam a exigências econômicas, sociais e ambientais, constitui tarefa muito difícil e requer mudanças estruturais de médio e longo prazos, especialmente dentro do contexto agrícola atual francamente favorável ao agronegócio e ao aprofundamento de determinados princípios da “Revolução Verde”. A generalização dessas propostas passa por várias questões ainda não devidamente tratadas, que fazem parte de um processo educativo e de uma ação coletiva concertada, necessários à construção de um movimento sociopolítico mais amplo.

Agriculturas no Brasil: diferentes padrões com resultados distintos

A atividade agrícola, enquanto produção de plantas e animais num local determinado, visando a alimentação de uma comunidade, remonta há pelo menos 10.000 anos a.C.¹ Na pré-história, o uso do fogo para limpeza de áreas, de algumas ferramentas para cultivo da terra e de plantios sem preparo do solo foram práticas que permitiram a formação dos primeiros aglomerados humanos, mais ou menos fixos.

De lá para cá, muita coisa mudou. A agricultura se espalhou pelo mundo inteiro. As plantas cultivadas e os animais criados passaram por modificações genéticas que forneceram sua adaptação a diferentes ambientes, sem perdas drásticas de produtividade. Aumentou-se a diversidade de produtos obtidos por meio da atividade agrícola. O avanço do conhecimento sobre o funcionamento dos diferentes sistemas que compõem e sustentam a vida na Terra possibilitou o desenvolvimento de técnicas que garantiram o aumento da oferta de alimentos e a melhoria da dieta humana, pelo menos para o segmento da população mundial que dispõe de acesso à alimentação nutricionalmente equilibrada. Mas duas coisas não mudaram: para produzir alimentos que atendam às necessidades da população humana é necessário fazer agricultura, e praticá-la causa impactos no ambiente.

Ao longo da história da humanidade, a agricultura influencia e é influenciada por mudanças políticas, sociais e culturais.² O Brasil, país de dimensões continentais, que guarda desigualdades sociais e econômicas acentuadas, tem sua história marcada pela agricultura. Desde o século XVI, quando o Brasil colônia era exportador de pau-brasil, até os dias de hoje, sua riqueza se apóia em produtos primários, com produtos agrícolas respondendo por parte importante do Produto Interno Bruto (PIB).

Em 2000, a agricultura brasileira empregou cerca de 24% de toda a população do país e participou com cerca de 7,6% da formação do PIB³, o que correspondeu a R\$ 86 bilhões. Desde a matéria-prima agrícola até sua industrialização e comercialização, incluindo os setores fornecedores de insumos, máquinas e implementos, naquele ano a contribuição da agricultura foi de cerca de 27% do PIB, ou seja, perto de R\$ 306,86 bilhões.⁴

Em 2002, o PIB primário da agricultura – que indica o desempenho da atividade agrícola e pecuária, sem o cômputo da parcela referente aos insumos, processamento e distribuição dos produtos – foi de R\$ 125,79 bilhões, ou

¹ MAZOYER, Marcel & ROUDART, Laurence. *Histoire des agricultures du monde*. Paris: Seuil, 1997.
DIAMOND, Jared. *Armas, germes e aço*. Rio de Janeiro: Record, 2003.
OLSON, Steve. *A história da humanidade*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

² DIAMOND, Jared. *Op. cit.*;
OLSON, Steve. *Op. cit.*

³ CNA/CEPEA-USP. A evolução do PIB do Agronegócio no Brasil 1994-2001, 2002 (cepea.esalq.usp.br/pib/zip/artigo%20PIB.pdf). Consulta em 15.07.2004.

⁴ PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Secretaria de Estado de Comunicação de Governo, 2002.

- ⁵ CNA/CEPEA-USP. PIB do Agronegócio: de janeiro a dezembro de 2002, 2003. <http://cepea.esalq.usp.br/de12/03/2003>. Consulta em 15.07.2004.
- ⁶ CNA, 2003. Confederação Nacional de Agricultura – Indicadores Rurais. Edição Janeiro/Fevereiro 2003. <http://www.cna.org.br/IndicadoresRurais/2003/JanFev/PIB.htm>. Consulta em 10.06.2004.
- ⁷ DELFIM NETO, Antonio, citando dados do Mapa/Secex, 2004, em *Carta Capital*, 12.05.2004, p. 35.

seja, cerca de 11,5% do PIB total. A performance positiva do PIB total foi impulsionada basicamente pelo PIB primário da agricultura, que teve recorde de crescimento em 2002, alcançando a taxa de 17,46%, isto é, aproximadamente duas vezes mais do que o resultado registrado em 2001, quando cresceu 8,65%.⁵ O PIB global da agricultura brasileira⁶ (lavouras e pecuária), com o cômputo da parcela referente aos insumos, processamento e distribuição dos produtos, cresceu 8,37% em 2002, fechando o ano com um total de R\$ 424,32 bilhões. A preços de 2002, o resultado reflete um ganho de R\$ 32,79 bilhões na comparação com 2001. Em 2001, a atividade agrícola representava 27% da renda nacional, sendo que em 2002 esse percentual fechou em 29%. Conforme dados de 2003, os chamados complexos da soja e de carnes, juntos, contribuíram com cerca de 40% das exportações agrícolas, estas aumentando em 23% se comparadas a 2002.⁷ Nos últimos dez anos constata-se que o PIB brasileiro aumentou cerca de 20%, passando de cerca de R\$ 1,37 trilhões em 1994 para cerca de R\$ 1,65 trilhões em 2003, enquanto que o PIB do agronegócio aumentou pouco mais de 21% no mesmo período, passando de R\$ 419 bilhões para R\$ 508 bilhões (figura 1).

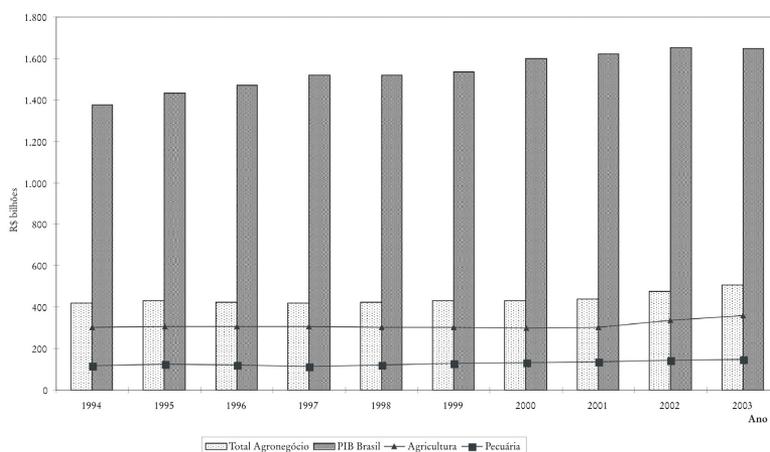


Figura 1: Participação do agronegócio, da agricultura e da pecuária no PIB brasileiro no período de 1994 a 2003, em bilhões de reais (valores corrigidos para 2003). Fonte: CNA/CEPEA – USP, 2003.

- ⁸ BARROS, G. S. C. & SILVA, S. F. O saldo comercial do agronegócio e o crescimento da economia brasileira. http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/saldo_cresc.pdf. Consulta em 19.06.2004.

Conforme salientam Barros e Silva⁸, os aumentos de produtividade contribuíram para a competitividade e eficiência do agronegócio brasileiro e foram alcançados graças a uma verdadeira revolução tecnológica. Em termos de balança comercial, a agricultura apresentou, em 2001, um superávit de US\$ 19 bilhões, enquanto a balança comercial

⁹ PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, *Op. cit.*

brasileira não passou de US\$ 2,6 bilhões.⁹ Isto significa que as contas nacionais têm sido equilibradas pelos saldos positivos entre exportações e importações que o setor agrícola apresenta. As exportações deste setor alcançaram US\$ 23,9 bilhões (15,8% acima de 2000) e as importações US\$ 4,9 bilhões, dos quais US\$ 1,2 bilhão refere-se ao trigo. Do total de US\$ 58,2 bilhões exportados pelo Brasil em 2001, 41,1% referem-se a produtos oriundos da agricultura, com especial destaque para o complexo soja (US\$ 5,3 bilhões), carnes (US\$ 2,5 bilhões), açúcar e álcool (US\$ 2,4 bilhões) e calçados (US\$ 1,4 bilhão). Para os anos de 2002 e 2003, os saldos agrícolas na balança comercial foram de 20,3 e 25,3 bilhões de dólares, respectivamente.¹⁰ Se considerarmos as barreiras não tarifárias do comércio internacional, as medidas protecionistas e os subsídios para o setor, praticados pelos países ricos, percebe-se que a importância da agricultura brasileira torna-se ainda maior.

¹⁰ DELFIM NETO, Antonio. *Op. cit.* Os resultados do agronegócio nos últimos anos têm estimulado visões bastante otimistas em relação ao setor, originando matérias ufanistas em jornais, revistas e na televisão (ver, por exemplo, o caderno especial n. 36 da revista *Veja*, “Agronegócio & Exportação: as empresas e as estratégias do Brasil que dá certo”, de outubro de 2004). Os meios políticos institucionais também têm exaltado sobremaneira os resultados e a potencialidade do agronegócio.

Agronegócio e agricultura familiar

Nos últimos anos, nos meios acadêmicos brasileiros e no debate social sobre o papel do agronegócio e da agricultura familiar, tem sido comum apresentar esses dois “setores” como tendo interesses muito antagônicos. Vários estudos comprovam que, além de empregar um contingente significativo de pessoas, um segmento consolidado da agricultura familiar tem contribuído muito para as exportações e para o atendimento do mercado interno, em nada devendo às dinâmicas produtivas do agronegócio. Assim, parece equivocado associar agronegócio unicamente à agricultura patronal, por vezes pouco produtiva, bem como associar agricultura familiar exclusivamente à produção de subsistência.

Estudos feitos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em convênio com o Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), com base nos dados do Censo Agropecuário 1995-1996, revelam que do total de 4.859.732 estabelecimentos rurais existentes àquela época no país, 85,2% pertenciam a grupos familiares, enquanto que 11,4% pertenciam à categoria patronal.¹¹ Esses estabelecimentos familiares receberam 25,3% dos financiamentos agrícolas e foram responsáveis por 37,9% do valor bruto da produção total (VBP) gerado pela agricultura brasileira naquele ano. Por outro lado, os chamados estabelecimentos patronais receberam 75% dos financiamentos e produziram 61% do VBP (tabela 1). Esse mesmo estudo aponta que os estabelecimentos familiares respondiam por 50,9% da renda total agropecuária (RT)

¹¹ GUANZIROLI, C. E. & CARDIM, S. E. C. S. (coord.). *Relatório de Co-operação Técnica INCRA/FAO*. Brasília: INCRA, 1999.

de todo o Brasil, equivalente a R\$ 22 bilhões. A maior participação dos agricultores familiares na RT do que no VBP pode ser explicada pelo fato de a contabilização da renda desprezar os gastos de produção contraídos pelos agricultores.¹²

¹² BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. & SILVEIRA, J. M. Inovação tecnológica na agricultura e a agricultura familiar. In: LIMA, D. M. A. & WILKINSON, J. (org.). *Inovação nas tradições da agricultura familiar*. Brasília: CNPq/Paralelo15, 2002. p. 47-81.

Tabela 1: Número total, área total, valor bruto da produção (VBP) e financiamento total (FT) por categorias de estabelecimentos rurais existentes no Brasil, segundo os dados do Censo Agropecuário 1995-1996 (valor zero indica número desprezível).

Categorias	Número Total	% Número Total	Área Total (mil ha)	%Área Total	VBP total (mil R\$)	% VBP total	FT (mil R\$)	%FT
Familiar	4.139.369	85,2	107.768	30,5	18.117.725	37,9	937.828	25,3
Patronal	554.501	11,4	240.042	67,9	29.139.850	61,0	2.735.276	73,8
Instituições Religiosas	7.143	0,2	263	0,1	72.327	0,1	2.716	0,1
Entidades Públicas	158.719	3,2	5.530	1,5	465.608	1,0	31.280	0,8
Não identificado	132	0,0	8	0,0	959	0,0	12	0,0
Total	4.859.864	100,0	353.611	100,0	47.796.469	100,0	3.707.112	100,0

Fonte: GUANZIROLI, C. E. & CARDIM, S. E. C. S. *Op. cit.*

Outro dado revelador diz respeito à renda total por hectare, demonstrando que a agricultura familiar é muito mais eficiente que a patronal, em todas as regiões brasileiras, produzindo uma média de R\$ 104/ha/ano contra apenas R\$ 44/ha/ano dos agricultores patronais¹³ (figura 2).

¹³ GUANZIROLI, C. E. & CARDIM, S. E. C. S. (coord.). *Op. cit.*

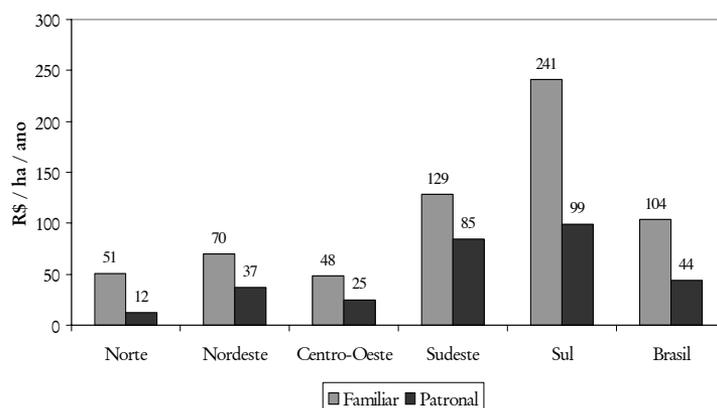


Figura 2: Renda total agrícola (RT) por hectare por ano (R\$/ha/ano) dos estabelecimentos rurais patronais e familiares, segundo dados do Censo Agropecuário 1995-1996.

Fonte: GUANZIROLI, C. E. & CARDIM, S. E. C. S. *Op. cit.*

Não resta dúvida, no entanto, que o processo histórico de modernização tecnológica da agricultura brasileira tem natureza excludente e por face mais visível o chamado *apropriacionismo*, ou seja, o processo progressivo de diminuição da fatia da renda do valor agregado final operado dentro das unidades de produção rural.¹⁴ Por outro lado, é crescente o reconhecimento de que, mesmo no extrato de agricultores considerados como familiares, a agricultura não é mais vista como uma atividade autônoma completamente dissociada de demandas externas, sejam impostas por mercados locais, sejam pela conjuntura estruturada em torno do grande agronegócio.

O caráter heterogêneo da agricultura brasileira, reflexo de ambientes¹⁵ diversos num país de dimensões continentais, se expressa tanto na categoria patronal quanto na familiar. No entanto, a agricultura familiar assume um caráter muito mais heterogêneo do que a agricultura patronal, por ser estruturalmente mais dependente das limitações e potencialidades do ambiente. Esse caráter impede a adoção de padrões homogêneos e impõe desafios distintos, que serão abordados aqui apenas de forma genérica, para efeito de síntese.

Os desafios atuais da agricultura

O bom desempenho econômico da agricultura evidencia seu dinamismo e sua importância no Brasil. Entretanto, é necessária uma análise mais detalhada da situação e dos desafios impostos aos agricultores brasileiros, visto que seus resultados não têm proporcionado, de imediato, uma efetiva e generalizada melhoria da qualidade de vida no meio rural.

Em estudo realizado a partir da análise da evolução, entre 1985 e 1996, da produção de alimentos da cesta básica (arroz, feijão, mandioca, milho e leite) nas Mesorregiões Norte de Minas e Jequitinhonha, em Minas Gerais, que apresentam Índice de Desenvolvimento Humano muito baixo, Fernandes Filho *et al.*¹⁶ mostram que a indústria rural manteve e provavelmente aumentou a sua importância em termos de geração de renda na agricultura regional, com significativa contribuição para a renda monetária dos estabelecimentos familiares (com até 100 hectares), apesar de ter havido queda da produção e do número de estabelecimentos que informaram desempenhar atividades de transformação de alimentos em bases artesanais.

Por outro lado, estudos realizados pela Embrapa Soja sobre a área trabalhada pelos produtores de soja nas

¹⁴ MEDEIROS, J. X.; WILKINSON, J. & LIMA, D. M. A. O desenvolvimento científico e tecnológico e a agricultura familiar. In: LIMA, D. M. A. & WILKINSON, J. (org.). *Op. cit.* p. 23-38.

¹⁵ Adota-se aqui a noção de ambiente que considera os aspectos biológicos e físicos constituintes da base natural do ambiente humano, em que as dimensões socioculturais e econômicas definem as orientações conceituais, os instrumentos técnicos e os comportamentos práticos que permitem aos indivíduos e grupos sociais compreenderem e utilizarem adequadamente os recursos da biosfera para satisfazer as suas necessidades.

¹⁶ FERNANDES FILHO, J. F.; CAMPOS, F. R. & OLIVEIRA, I. M. A indústria rural e a crise da agricultura mineira: o caso das regiões Norte de Minas e Jequitinhonha. In: SEMINÁRIO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA FEA/USP-RP, 1, 1999. *Anais...* Ribeirão Preto, São Paulo, 1999.

diversas unidades da federação, na década de 1990, indicam que a grande expansão deste cultivo no Centro-Oeste se realizou e está se realizando de forma extensiva, aproveitando economias de escala, enquanto que no Sul (Rio Grande do Sul e Paraná) a tendência é de aumento da área das unidades produtivas, pois a produção de grãos de soja não se sustenta mais em pequenas unidades que procuram fazer dessa atividade a sua principal fonte de receita.¹⁷ Dados censitários apontam que houve uma diminuição de 177.206 estabelecimentos, que a grande produção de soja nos anos 1990 estava concentrada em propriedades cuja área era superior a 200 ha (65%) e que a tendência dessa produção é se concentrar cada vez mais em propriedades acima dos 500 ha.

Analisando o Plano de Safra 2001/2002, Barros observa que este tinha por estratégia concentrar apoio na esfera financeira e ajustar apenas moderadamente os preços, contando com o câmbio para incrementar a rentabilidade do setor.¹⁸ Na safra 2000/2001, o arroz, por exemplo, que conta com estoques públicos elevados, teve seu preço reduzido em 5%, enquanto que o milho foi reajustado em apenas 2%, apesar de ter apresentado expansão de produção da ordem de 29%.

Esses fatos colocam em evidência mudanças no padrão agrícola brasileiro, que vêm ocorrendo de meados da década de 1990 para cá. A agricultura não é mais vista como uma atividade primária isolada, estando cada vez mais associada aos setores industriais e comerciais. Além disso, mudanças globais fazem com que países dependam da importação de alimentos e com que programas nacionais agrícolas, que antes visavam a auto-suficiência, hoje contribuam para o excesso de produção.

Atualmente, um grande desafio para o agricultor-produtor de alimentos é entender que não basta produzir. É necessário considerar toda a cadeia que leva o produto ao consumidor e isto exige profissionalização da atividade agrícola. Os tradicionais ciclos de preços de mercadorias perderam sua estabilidade (as fases de preço baixo eram seguidas, com confiança relativa, por fases de preço alto). A especialização cada vez maior de alguns segmentos da produção agrícola, como a avicultura, suinocultura, fruticultura, cafeicultura e outros, bem como a diminuição de sistemas de produção diversificados, de pequeno e médio porte, resultam em menor flexibilidade para reduzir a produção, em resposta a baixos preços de um dado produto. Conseqüentemente, as fases de preço baixo ficam mais longas e as

¹⁷ EMBRAPA SOJA. Agronegócio da soja no Brasil (última modificação: 24-Oct-2000). <http://www.cnpso.embrapa.br/rectec/aspagro.htm>. Consulta em 20.07.2004.

¹⁸ BARROS, G. S. C. Agronegócio: uma lição de eficiência. www.cepea.esalq.usp.br/artigomensal. Maio 2003. Consulta em 05.08.2004.

de alto preço, mais curtas, a não ser que se apliquem outros mecanismos reguladores de preço, além da quantidade. Como resultado, muitos produtores tentam participar das cadeias de produção de valor agregado. As cadeias de produção de alimento tentam estender a transparência e a rastreabilidade do produto agrícola até a propriedade, e exigem medidas de manejo ambiental, bem-estar de trabalhadores e de animais e segurança alimentar, as quais criam novas tarefas e responsabilidades para os agricultores, extensionistas e pesquisadores.¹⁹

Consumidores dos países industrializados, importadores de produtos primários de países como o Brasil, exigem uma variedade cada vez maior de critérios de qualidade antes de comprar alimentos,²⁰ alguns deles inatingíveis. Estas mudanças causam grandes impactos na cadeia de produção de alimentos, com implicações mais drásticas na área da produção agrícola, especialmente entre pequenos e médios agricultores que não participam de organizações e/ou são pouco integrados em circuitos de comercialização.²¹

Duarte, discutindo o desenvolvimento agrícola dos Cerrados, destaca que no Brasil a globalização e a modernização da agricultura trouxeram como correlatos do desenvolvimento econômico e tecnológico, a degradação e o esgotamento dos recursos naturais, bem como a concentração fundiária e de renda e, conseqüentemente, a exclusão e a violência no setor rural.²² Os cinco produtos agrícolas mais importantes que contribuem para as exportações (67% em 2002 e 60% em 2003)²³ são produzidos por meio de práticas agrícolas, em geral, altamente sensíveis às relações entre meio ambiente, agricultura e desenvolvimento (rural e nacional), pois estão, de uma forma ou de outra, associadas ao desmatamento, à erosão e à contaminação dos solos e dos mananciais hídricos.

Embora a sustentabilidade da agricultura seja defendida e almejada por diferentes setores produtivos e por diferentes segmentos sociais, ela ainda se apresenta utópica. As alternativas de manejo agrícola sustentável, que permitem a minimização de danos ambientais, esbarram muitas vezes em interesses econômicos distintos. Além disso, mesmo quando se observa melhora na relação agricultura e ambiente, por meio de tecnologias consideradas menos agressivas²⁴, esta nem sempre está associada a uma sustentabilidade social. Ou seja, a sustentabilidade está se impondo muito mais pelo aporte da questão ambiental do que pelo lado da justiça social.²⁵

¹⁹ BLAHA, T. G. Manejo de qualidade na granja, segurança alimentar pré-abate e certificação da indústria suíncola. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. Concórdia, S. C. *Anais...* Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p. 1-16. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 65).

²⁰ BLAHA, T. G. *Op. cit.*

²¹ BLAHA, T. G. *Op. cit.*

²² DUARTE, Laura M. G. Globalização, agricultura e meio ambiente: o paradoxo do desenvolvimento dos cerrados. In: DUARTE, Laura M. G. & BRAGA, M. L. de S. (orgs.). *Tristes Cerrados: sociedade e biodiversidade*. Brasília: Paralelo 15, 1998. p. 11-22.

²³ DELFIM NETO, Antonio. *Op. cit.*

²⁴ Carmo (2003) destaca que o leque de tecnologias consideradas "sustentáveis", no senso comum, vão da engenharia genética às práticas indígenas primitivas, o que revela que a transição para a chamada sustentabilidade da agricultura ainda não evidencia claramente quais os rumos do salto tecnológico que está por vir (CARMO, M. S. Assentamentos rurais em São Paulo e a agricultura sustentável em um enfoque de redirecionamento de perspectivas. In: BERGAMASCO, S. M. P. P.; AUBRÉE, M. & FERRANTE, V. L. S. B. (org.) *Dinâmicas familiar produtiva e cultural nos assentamentos rurais de São Paulo*. Campinas, SP: FEAGRI/UNICAMP; Araraquara, SP: UNIARA; São Paulo, SP: INCRA, 2003. p. 295-318).

²⁵ CARMO, M. S. *Op. cit.*

²⁶ A FAO estima que existam atualmente 800 milhões de pessoas passando fome no mundo, concentrados principalmente na África e em alguns países da Ásia e da América Latina. Existem divergências quanto ao número de pessoas no Brasil que passam fome. Estimativas baseadas nos dados da PNAD de 1999 partem de um mesmo substrato para delinear três avaliações diferentes para o número de pobres (e, portanto, submetidos a um regime de fome): 1) o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas indica que 34% das famílias têm renda inferior à linha da pobreza (definida por uma cesta básica hipotética), num total de 53,1 milhões de pessoas; 2) Marcelo Neri, da Fundação Getúlio Vargas, formulou o Mapa do Fim da Fome, no qual considera pobres 50 milhões de brasileiros que ganham menos que uma cesta básica de R\$ 80,00 por mês; 3) finalmente, o Instituto Cidadania estimou no Projeto Fome Zero do Governo Federal que existem 44 milhões de pobres no país com renda inferior a US\$ 1.00/dia (valor de setembro de 1999 para a região Nordeste, corrigido para as demais regiões por índices do custo de vida).

²⁷ Adota-se aqui o sentido amplo de segurança alimentar, proposto por MALUF, Renato S. et al. (*Ações públicas locais de segurança alimentar nutricional* – Diretrizes para uma política municipal. Polis: São Paulo, 2000): “Segurança alimentar e nutricional é a garantia do direito de todos ao acesso a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente e de modo permanente, com base em práticas alimentares saudáveis e respeitando as características culturais de cada povo, manifestadas no ato de se alimentar. Esta condição não pode comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, nem sequer o sistema alimentar futuro, devendo se realizar em bases sustentáveis”.

²⁸ CARMO, M. S. *Op. cit.*

Constata-se, pois, que a atividade agrícola, reconhecidamente essencial para a produção de alimentos e de produtos de primeira necessidade para o bem-estar humano (fibras, couros etc.), gera inúmeros desafios. De maneira geral, esses desafios são colocados tanto para governos e sociedade como para os agricultores e podem ser avaliados a partir de cinco vertentes básicas:

a) *desafio ambiental* – considerando que a agricultura é uma atividade que causa impactos ambientais, decorrentes da substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que exige a contenção do processo de sucessão natural, visando ganhos econômicos, o desafio consiste em buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente de tal forma que a dependência de insumos externos e de recursos naturais não-renováveis seja mínima;

b) *desafio econômico* – considerando que a agricultura é uma atividade capaz de gerar, a curto, médio e longo prazos, produtos de valor comercial tanto maior quanto maior for o valor agregado, o desafio consiste em adotar sistemas de produção e de cultivo que minimizem perdas e desperdícios, que apresentem produtividade compatível com os investimentos feitos, e em estabelecer mecanismos que assegurem a competitividade do produto agrícola no mercado interno e/ou externo, garantindo a economicidade da cadeia produtiva e a qualidade do produto;

c) *desafio social* – considerando a capacidade da agricultura de gerar empregos diretos e indiretos, e de contribuir para a contenção de fluxos migratórios, que favorecem a urbanização acelerada e desorganizada, esse desafio consiste em adotar sistemas de produção que assegurem geração de renda para o trabalhador rural e que este disponha de condições dignas de trabalho com remuneração compatível com sua importância no processo de produção. Considerando o número de famintos no planeta²⁶, e particularmente no Brasil, é necessário que a produção agrícola contribua para a segurança alimentar e nutricional²⁷. Considerando ainda que o contexto social não é uma externalidade de curto prazo do processo produtivo e, portanto, do desenvolvimento, é necessário construir novos padrões de organização social da produção agrícola por meio da implantação de reforma agrária compatível com as necessidades locais e da gestação de novas formas de estruturas produtivas²⁸;

d) *desafio territorial* – considerando que a agricultura é potencialmente uma atividade capaz de integrar-se a outras atividades rurais, esse desafio consiste em buscar a viabilização

²⁹ Para mais detalhes sobre a pluriatividade e a multifuncionalidade, ver, respectivamente, SCHNEIDER, S. *A pluriatividade na agricultura familiar*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003 e MALUF, R. S., *Op. cit.* p. 301-328.

de uma efetiva integração agrícola com o espaço rural, por meio da pluriatividade e da multifuncionalidade²⁹;

e) *desafio tecnológico* – considerando que a agricultura é fortemente dependente de tecnologias para o aumento da produção e da produtividade, e que muitas das tecnologias, sobretudo aquelas intensivas em capital, são causadoras de impactos ao ambiente, urge que se desenvolvam novos processos produtivos em que as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente, mantendo uma adequada relação produção/produtividade.

Esses desafios são tanto maiores e mais complexos quanto maior o número de limitações impostas pelo ambiente e, para superá-los, é necessário um profundo conhecimento sobre o meio, tanto em seus aspectos físicos e biológicos quanto em seus aspectos humanos. É necessária uma nova (agri)cultura que concilie processos biológicos (base do crescimento de plantas e animais) e processos geoquímicos e físicos (base do funcionamento de solos que sustentam a produção agrícola) com os processos produtivos, que envolvem componentes sociais, políticos, econômicos e culturais. Essa abordagem deve basear-se no conhecimento que se tem hoje do funcionamento dos ecossistemas terrestres³⁰: 1) o equilíbrio da natureza é extremamente delicado (e instável) e o homem pode modificá-lo de maneira irreversível, pelo menos em termos de escala de vida humana; 2) a Terra não é um reservatório ilimitado de recursos; 3) no longo prazo, a sociedade jamais é indenizada pelos danos ambientais e pelos desperdícios de recursos naturais, nem em termos econômicos, nem em termos sociais; e 4) o fictício bem-estar de alguns segmentos sociais se dá à custa da exploração real e atual de excluídos, que não usufruem vantagens econômicas e sociais mínimas, e pelo comprometimento das novas gerações, que tendem a se deparar com problemas sociais e econômicos cada vez mais complexos.

A agricultura sustentável e seus limites técnicos e sociais

Como tornar a agricultura brasileira mais sustentável, garantindo os ganhos de produtividade agrícola atuais? Esta parece constituir uma questão de peso, sobre a qual todos os interessados no desenvolvimento devem se debruçar. Várias tentativas de resposta já foram ensaiadas nos últimos anos, constituindo um movimento que originalmente se chamou de “agricultura alternativa” (década de 1970) e que hoje se agrupa em torno das iniciativas de “agricultura ecológica”.

³⁰ Os ecossistemas terrestres podem ser abordados em termos de “esferas” terrestres que englobam, esquematicamente, a biosfera (organismos vivos, incluindo-se o homem), a atmosfera (ar), a litosfera (rochas), a hidrosfera (águas) e a pedosfera (solos).

As preocupações com as conseqüências da agricultura industrial implantada com a Revolução Verde começaram a surgir no Brasil a partir de meados da década de 1970, tendo assumido uma expressão mais visível no início da década de 1990, quando diferentes iniciativas pretensamente mitigadoras de problemas socioambientais daquela agricultura começaram a apresentar alguns resultados³¹. Neste período, a sensibilidade ecológica surge sob a forma de uma tomada de consciência sobre a destruição do capital genético do planeta e da alteração dos equilíbrios próprios aos ecossistemas existentes. Desde seus primórdios, as iniciativas em prol de uma agricultura mais sustentável reservam um lugar importante à tecnologia, aos processos e métodos de produção. A grande mutação que engendrou o processo de modernização da agricultura em curso nas últimas quatro décadas desempenhou um papel significativo na extensão da crítica feita à técnica e aos processos produtivos.

A agricultura sustentável (AS) é uma noção nova, frequentemente associada, no debate social atual, à de desenvolvimento (rural) sustentável, apresentando incidência em espaços geográficos e sociais mais ou menos restritos, apesar da difusão desta noção. No entanto, mesmo que se tenha intensificado o debate em torno do tema, a AS até agora foi superficialmente definida. Dependendo da posição do agente social que a define, existem compreensões ou entendimentos diferentes a respeito. As posições assumidas nesse debate restringem-se, geralmente, ao uso normativo e ampliado da noção, ou seja, através de grandes contornos de definição. Em geral, incorporam idéias ambientais (ecológicas, preservacionistas/conservacionistas do meio ambiente) e de sentimento social acerca da agricultura, o que implica um conjunto de elementos ou componentes da sociedade e da produção agrícola que extrapola os limites do campo da agricultura. Essa amplitude da noção traz, às vezes, alguns problemas, na medida, por exemplo, que confundem os instrumentos técnico-científicos da AS com o processo ou as políticas de desenvolvimento.

Nesse sentido, é marcante o grau de abrangência das concepções, indo do sentido técnico-produtivo à “construção de novas relações sociais entre os homens”, passando pela agricultura familiar e pelo desenvolvimento sustentável³².

Do ponto de vista metodológico, ainda não se conseguiu operacionalizar a noção de AS. Esta compõe um sistema heterogêneo de intervenções, de variáveis, de elementos que precisam ser privilegiados a todo momento. Não se

³¹ Para maiores detalhes sobre o surgimento e evolução das agriculturas ecológicas, ver ALMEIDA, Jalcione. *A construção de uma nova agricultura*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.

³² ALMEIDA, Jalcione. Significados sociais da agroecologia e do desenvolvimento sustentável no espaço agrícola e rural do Sul do Brasil. *Relatório CNPq*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Sociologia/UFRGS, set. 1995. 89 p.

consegue, dentro de um sistema de produção, intervir em todas as variáveis. Deve-se ter bem claro, então, que, ao interferir numa variável, num elemento ou mesmo na linha de produção (do sistema de cultivo ou de criação), ou numa tecnologia qualquer dentro de um sistema, se está interferindo no seu conjunto, e isso é algo muito importante a ser considerado.

Mesmo que ainda não se saiba muito bem como interferir nos sistemas, pelo menos alguns agentes (individuais e coletivos) parecem demonstrar, do ponto de vista geral e discursivo, como se deve idealmente fazê-lo. Falta, contudo, maior domínio teórico e prático sobre o funcionamento desses sistemas. A capacidade teórico-prática e a formação, ao longo dos anos, dos técnicos parecem ainda não ter sido adequadas e suficientes para atender a essas exigências. A estrutura de seu referencial teórico ainda não está montada; falta à AS propor seus próprios paradigmas. Uma grande lacuna, portanto, é observada nesse campo. A demora em responder a esses desafios teóricos e metodológicos pode consolidar a percepção de que esta proposição é incapaz de transformar seus princípios em ação.

Forçoso é reconhecer que as propostas de agricultura sustentável ainda são minoritárias, incipientes e até marginalizadas em certos contextos sociais da produção agrícola brasileira, mesmo considerando que, em algumas regiões, tem-se avançado significativamente na implementação de políticas públicas (de extensão e assistência técnica, de pesquisa agrícola, de aporte de recursos financeiros em programas específicos para a produção agrícola sustentável, dentre outras). A massificação/generalização dessa proposta passa por várias questões que ainda não estão sendo trabalhadas em espaços onde não se tem o poder suficiente para intervir. Mas, por menores ou ínfimas que sejam as intervenções atuais, deve-se ter a compreensão de que elas fazem parte de um processo educativo e de uma ação coletiva concertada, necessários à construção de um movimento social mais amplo.

As tecnologias defendidas/propostas pelo movimento de agricultura sustentável supõem uma certa ruptura com as técnicas ditas convencionais ou “modernas” de produção agrícola, de gestão e de acesso às matérias e recursos primários³³. Na maior parte do tempo, essas tecnologias valorizam os meios mais adaptados técnica, econômica e socialmente aos agricultores/produtores, situando-se numa gama de técnicas e práticas que vão desde as destinadas à subsistência até as tecnologias mais avançadas.

³³ No plano técnico-produtivo geral, as tecnologias mais sustentáveis são aquelas que vão na direção da harmonia entre solo, vida animal e vida vegetal.

Nesse contexto, pode-se considerar algumas grandes correntes de pensamento que se estruturam essencialmente a partir da concepção de uma tecnologia agrícola mais sustentável, recebendo denominações como agricultura ecológica, agroecologia, agricultura biodinâmica, orgânica, regenerativa, permacultura, entre outras. Essas correntes vão sustentar e subsidiar as críticas que tendem a redefinir os objetivos e as opções tecnológicas, assim como os sistemas de produção. Convém destacar que, na maioria das concepções, a tecnologia não é vista como um simples conjunto de procedimentos próprios a uma ciência particular, mas como um conjunto de meios colocados à disposição dos indivíduos a fim de organizar e aplicar os conhecimentos visando objetivos específicos.

³⁴ A abordagem energética da agricultura propõe estimular a adição prioritária de fontes renováveis de energia em substituição ao uso de combustíveis fósseis, o aproveitamento de resíduos e a aplicação de tecnologias apropriadas que reduzam ao mínimo os fluxos de energia dispersa (TIEZZI, E. *Tempos históricos, tempos biológicos – a Terra ou a morte: problema da “nova ecologia”*. São Paulo: Nobel, 1988).

A abordagem energética da agricultura³⁴, por exemplo, é uma concepção que começa a ser desenvolvida a partir do aporte de conhecimentos científicos e da experimentação agrícola, podendo ajudar a estabelecer as bases científicas da agricultura sustentável. Ela pode ser utilizada como importante via alternativa, situada entre duas correntes polares no debate social atual: uma, que busca uma certa maquiagem ecológica da agricultura “moderna”, oriunda da Revolução Verde, e outra que visa difundir e implementar os princípios de funcionamento de uma agricultura tradicional, não modernizada. A primeira corrente não conseguiu ainda abandonar a visão “de produto” e a perspectiva setorial da agricultura, tendendo a beneficiar as cadeias produtivas e seus mercados, em detrimento da perspectiva de conjunto da agricultura. A segunda abordagem tem dificuldades em promover uma generalização maior de suas proposições, visto que se encontra circunscrita a espaços restritos de experimentação, ainda sem um aporte científico capaz de consolidá-la, apesar de sua recente abertura ao campo científico.

A abordagem energética da agricultura surge com possibilidades de unificar, do ponto de vista técnico-científico, alguns princípios elementares da AS, podendo potencialmente ajudar a: 1) quebrar algumas resistências ideológicas da intervenção técnica e social mais geral que se estabeleceram ao longo dos anos com as proposições ditas “alternativas”, assim como aumentar o diálogo e intercâmbio entre agentes sociais (individuais e coletivos) que atuam na mesma área, que trabalham com os mesmos objetos e, muitas vezes, enfrentam os mesmos problemas; 2) diminuir os gargalos tecnológicos, ou seja, os limites ou problemas que ainda não são bem solucionados nas práticas de agricultura

sustentável; e 3) fornecer bases para uma capacitação profissional visando o enfrentamento da complexidade dos sistemas produtivos.

A origem e a trajetória política e social, nos últimos 20 anos, dos principais agentes que defendem a agricultura sustentável, nas suas distintas formas e ações mais contestadoras, forjaram um discurso e uma ação coerentes com os princípios de crítica à sociedade industrial, influenciados também por segmentos progressistas da Igreja Católica e pelos partidos de esquerda, politicamente bastante atuantes nesse período. Isso leva à hipótese de existência de um “vínculo genético”, que explicaria a forte marca ideológica observada até hoje no grande movimento por uma agricultura mais sustentável, sobretudo naquelas vertentes de cunho “ecológico”. Mas essa histórica e explícita vinculação com o campo político-ideológico trouxe problemas de relacionamento e de afirmação para algumas proposições sustentáveis, na medida em que a tentativa de sua universalização parece ter sido prejudicada, pois foi identificada com um ideário político-partidário ou com grupos políticos específicos. Até mesmo o entrosamento e a estreita relação a serem estabelecidos entre os agentes de uma AS foram, ao longo do tempo, afetados, na medida em que persistiram algumas diferenças de caráter político mais geral e, por conseguinte, de condução das principais ações e iniciativas no seio de diversos grupos.

Do ponto de vista das tecnologias de base para uma agricultura sustentável, constatam-se freqüentemente dois tipos de obstáculos. O primeiro diz respeito às tecnologias propriamente ditas, que, embora por vezes conhecidas e testadas com base científica, não são devidamente inseridas nos sistemas produtivos, seja por falta de difusão tecnológica apropriada, seja por desarticulação entre pesquisa e extensão rural com segmentos produtivos que poderiam se beneficiar dessas tecnologias. Outro obstáculo diz respeito à dificuldade, mais ou menos generalizada, de aprofundamento do conhecimento sobre os sistemas agrícolas (ou da falta de clareza a respeito de suas dinâmicas).

Em relação à capacitação dos agentes de AS, esta ainda se mostra deficiente de maneira geral. Pela dificuldade de penetração nos espaços acadêmicos mais consolidados, a proposta fica se reciclando entre um número reduzido e permanente de técnicos reconhecidos por sua alta contribuição ao tema. A intensificação e a diversificação dessa capacitação dos agentes certamente deverão permitir uma

intervenção mais qualificada na prática, servindo-se das sistematizações que as diferentes equipes deverão realizar, aportando, assim, elementos de conhecimento para atender aos desafios tecnológicos crescentes. Em virtude da pouca sistematização das experiências até agora, fica bastante prejudicada a aferição dos impactos das tecnologias e das práticas agrícolas sustentáveis preconizadas, a avaliação/constatação empírica das poucas experiências não permitindo uma verificação fidedigna.

Agricultura sustentável como movimento social: construindo cenários

Além de seu potencial unificador e técnico-científico, a mencionada abordagem energética da agricultura pode-se mostrar capaz de aglutinar forças para propor e implementar novas políticas públicas, a fim de promover a mudança do padrão tecnológico altamente impactante e desagregador da agricultura atual. Essas políticas, alicerçadas em uma base tecnológica consistente e experimentada, poderão atender aos desafios antes mencionados, trazendo maior inclusão social, garantindo os patamares produtivos já conquistados (e em alguns casos até mesmo potencializando-os), promovendo maior proteção ambiental e melhorando a distribuição da renda gerada na agricultura.

Mas, para isso, não é suficiente um padrão tecnológico definido, faltando à agricultura sustentável constituir-se enquanto movimento social *stricto sensu*, ou seja, numa ação social organizada contra a hegemonia do modo de desenvolvimento agrícola atual. Por enquanto, a agricultura sustentável é a expressão de iniciativas de grupos ou agentes sociais mais ou menos isolados, ainda pouco orgânicos, com resultados técnicos e sociais em diferentes amplitudes, agentes estes que poderão vir a integrar um movimento social, mas que, atualmente, não constituem e não representam um movimento social.

No atual contexto sociopolítico brasileiro, o movimento pela agricultura sustentável parece indicar três vias possíveis de concretização, três etapas de desenvolvimento identificáveis no plano analítico, a saber: uma, concebida como sendo a institucionalização da marginalização da agricultura alternativa ou ecológica; uma outra, que corresponde a uma certa “ecologização” da agricultura moderna ou convencional; e uma última, em que a agricultura ecológica poderá ser apreendida enquanto verdadeira alternativa técnico-científica global.

No curto prazo, as diferentes proposições de agricultura sustentável podem ser bem apreendidas por um certo tipo de agricultores, de pequeno porte e de cunho familiar, enfrentando “dificuldade”, situados em regiões onde faltam recursos materiais, físicos e financeiros, e produzindo, antes de tudo, para assegurar sua subsistência. A médio e longo prazos, o segundo cenário aparece de forma muito plausível. Com efeito, em se tratando de uma agricultura convencional de maneira específica e de sua “ecologização”, certos fatos já se manifestam de forma visível através de práticas mais voltadas para a conservação ambiental, como, por exemplo, o uso da compostagem, da adubação verde, enfim, do manejo ecológico dos solos, do recurso à luta biológica integrada contra pragas e doenças, que implica o abandono de produtos e práticas considerados nocivos para as pessoas e para o ambiente.

No que se refere ao cenário de apreensão da agricultura sustentável ou ecológica como alternativa técnico-produtiva global, é necessário escapar à lógica de ação puramente contestadora, bem como ao seu enclausuramento no interior de espaços morais e socioculturais específicos. Além disso, é necessário que grupos e agentes de agricultura ecológica mostrem capacidade renovada para abrir novas vias de afirmação no domínio das maneiras de produzir e de viver. Essa proposta, enquanto projeto político, passa, necessariamente, por sua afirmação como “nova ciência”, a qual, desde já, se propõe. É, portanto, também no espaço social configurado pelo campo científico que essas proposições devem se afirmar. Para isso, devem disputar “objetos científicos”, buscando legitimidade científica capaz de subsidiar/sustentar a luta no campo político e social mais amplo, incorporando (e fazendo incorporar) conceitos, valores e técnicas capazes de serem compartilhados por determinada comunidade científica e utilizados para definir problemas e soluções. Não é, pois, simplesmente negando a “velha ciência” e recusando-se ao jogo político no campo científico que as diferentes formas de agricultura sustentável em pauta chegarão a se afirmar ou a se generalizar. Em qualquer dos dois últimos cenários apresentados, a agricultura sustentável deverá garantir que, no mínimo: 1) os frutos (produtos e renda) sejam repartidos de modo mais igualitário entre a população; 2) sejam mantidos ou potencializados os ganhos produtivos obtidos nos últimos anos, o que tornou a agricultura peça-chave do desenvolvimento do Brasil; 3) sejam ampliados os mercados agrícolas, especialmente aqueles da demanda interna; e 4) se vise a uma proteção mais efetiva do meio ambiente.

Maria Leonor Lopes Assad é engenheira agrônoma, doutora em Ciência do Solo e professora do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras, São Paulo.

assad@cca.ufscar.br

Jalcione Almeida é engenheiro agrônomo, doutor em Sociologia e professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural e da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

jal@ufrgs.br.

EXPERIMENTAÇÃO PARTICIPATIVA E REFERENCIAIS TECNOLÓGICOS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

*José Antônio Costabeber
Soel Antonio Claro*

A construção de uma agricultura de base ecológica, capaz de garantir a oferta de alimentos em quantidade e qualidade para todos e a todo momento, constitui um dos maiores desafios da sociedade. Embora se reconheça que a tecnologia por si só não garante o alcance desse objetivo, pois a agricultura é ao mesmo tempo uma atividade ecológico-biológica e uma prática sociocultural e econômica, há relativo acordo de que a qualificação dos processos produtivos agrícolas exige grandes avanços tecnológicos, respeitando-se as especificidades sociais e biofísicas dos agroecossistemas. Apoiada nos princípios da Agroecologia, a investigação de referenciais tecnológicos pode representar contribuição decisiva, especialmente quando estiver calcada em processos de experimentação participativa, envolvendo e valorizando as capacidades e as expectativas das famílias de agricultores. Contudo, avançar para além da substituição de insumos, incorporando a idéia de redesenho de agroecossistemas, apresenta limites e pode significar a necessidade de mudança de matriz produtiva e de atuação permanente de pesquisadores e extensionistas rurais. A falta de estratégias cooperativas pode comprometer a superação de barreiras de escala em áreas de agricultura familiar de pequeno porte, ficando evidente que o Estado deve ter maior presença como animador do processo de transição agroecológica.

Contexto histórico

¹ Arroio do Tigre, Estrela Velha, Ibarama, Lagoa Bonita do Sul, Lagoão, Passa Sete, Segredo, Sobradinho e Tunas.

Ações de experimentação participativa com base agroecológica vêm sendo realizadas em 9 municípios da região Centro-Serra¹, no Vale do Rio Pardo (Encosta Inferior do Nordeste do Rio Grande do Sul), situados a uma altitude média de 400 a 650 m acima do nível do mar. A região ainda possui áreas com florestas formadas por espécies nativas pertencentes à Mata Atlântica, além de algumas áreas com florestas plantadas. A associação Ciríaco-Charrua (ou Chernossolo litólico-neossolo argilúvico) é predominante na composição da maioria dos solos da região, destacando-se uma topografia acidentada, com afloramentos de rocha e pedregosidade em boa parte das áreas destinadas às atividades agropecuárias. A economia desses municípios está apoiada fundamentalmente na agricultura e pecuária em regime familiar. Na estrutura fundiária regional aparecem cerca de 50% dos estabelecimentos rurais com menos de 20 hectares, enquanto mais de 90% apresentam áreas de até 50 hectares.

A cultura do fumo tem grande destaque na maioria das unidades de produção, uma vez que apresenta elevada participação tanto na ocupação da mão-de-obra como na composição da renda das famílias de agricultores. Aliás, a economia regional depende fortemente do tabaco, que representa em torno de 50% do Valor Bruto da Produção Agropecuária do Vale do Rio Pardo. A atividade fumageira requer alto consumo de lenha e de agroquímicos, onerando os custos econômicos e ecológicos do processo produtivo. As tradicionais culturas de milho, feijão e mandioca, assim como as criações de bovinos, suínos e aves, também apresentam grande significação socioeconômica, seja na comercialização de excedentes, seja no uso e consumo no âmbito dos próprios estabelecimentos rurais. A permanência de uma produção de subsistência relativamente diversificada tem trazido razoável garantia nos níveis de produção de alimentos básicos em boa parte dos estabelecimentos rurais.

Existe certo consenso de que é necessário buscar maior diversificação da produção e novas alternativas de renda para um grande número de famílias rurais da região que não está conseguindo resultados econômicos satisfatórios, para garantir sua reprodução social a partir da atual matriz produtiva, baseada fundamentalmente na exploração fumageira. Não apenas isso. O desenvolvimento social e econômico das famílias rurais precisa estar intimamente relacionado com a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população como um todo, em linha com

² Ver CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. In: ETGES, V. E. (org.). *Desenvolvimento rural: potencialidades em questão*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001. p. 19-52. Ver ainda COSTABEBER, J. A. & CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: VELA, H. (org.). *Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável no Mercosul*. Santa Maria: Pallotti, 2003. p. 157-194.

³ No mundo, “a agricultura orgânica alcançou em 2003 cerca de 23 milhões de hectares, tendo em 2001 comercializado no varejo cerca de US\$ 19 bilhões” (os principais mercados são representados por países da Europa, Estados Unidos e Japão). Os sobrepreços se devem ao descompasso verificado entre a oferta (12% ao ano) e a demanda (25% ao ano) de produtos ditos orgânicos, impulsionando o crescimento da produção. No Brasil a agricultura orgânica estava presente em 275 mil hectares no ano de 2003 e representava aproximadamente R\$ 200 milhões no ano de 2001 (KITAMURA, P. C. Agricultura sustentável no Brasil: avanços e perspectivas. *Ciência & Ambiente*, n. 27, p. 7-28, jul./dez. 2003). Contudo, a demanda por produtos orgânicos “parece confinada aos ricos e especialmente à população do mundo industrializado (...). Os produtos orgânicos estão sendo comercializados internacionalmente como mercadorias (*commodities*), e sua distribuição está sendo feita pelas mesmas corporações multinacionais que dominam o mercado convencional”. Merece registro, a título de exemplo, que “no Estado da Califórnia, metade do valor de produção dos produtos orgânicos foi produzida por

a tendência mais global de ecologização dos processos produtivos, com destaque para as práticas mais saudáveis na agricultura. A questão socioambiental, observada a partir do conceito de sustentabilidade em suas múltiplas dimensões, portanto, resume os desafios atuais e estimula a elaboração de estratégias capazes de promover o desenvolvimento rural sustentável² nessa região.

Sob tal ótica, a existência de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de várias espécies de olerícolas e frutíferas, além das tradicionais culturas (feijão, milho, mandioca, trigo), passou a estimular na região, já no começo dos anos 1980, a realização de processos de experimentação com participação de agricultores, com a conseqüente construção de referenciais tecnológicos adequados para uma agricultura familiar ecológica e sustentável. Mais recentemente, além da questão socioambiental, que justifica esse tipo de pesquisa, a emergência de novos e diferenciados mercados³ que privilegiam produtos ditos *ecológicos*, *limpos* ou *orgânicos*⁴, também passou a incentivar técnicos e agricultores a buscar sistemas de cultivo *ecologicamente mais corretos ou saudáveis*, com a expectativa de obtenção de maior reconhecimento social e econômico pela oferta de alimentos com qualidade biológica superior. Paralelamente a essas vantagens comparativas, o compromisso com a transição agroecológica, em seus distintos níveis e em direção à construção de estilos de agricultura sustentável que permitam a produção de alimentos em quantidade e com qualidade superior *para todos*⁵, justifica o envolvimento permanente de pesquisadores, extensionistas rurais e agricultores no projeto de investigação. Também merece registro a privilegiada biodiversidade natural desta região, *que favorece a prática da agricultura de base ecológica*, associada à presença de um importante segmento da agricultura familiar. Todos esses aspectos estimularam o início dos trabalhos de experimentação participativa, justificando no presente a opção pelo enfoque agroecológico.

Enfoque metodológico da investigação

A metodologia de pesquisa usada no processo de experimentação participativa apresenta características inovadoras e está afinada com os enfoques que reconhecem a necessidade de se buscar a construção de novos modelos de pesquisa e extensão rural que considerem as distintas realidades biofísicas, assim como as circunstâncias socioeconômicas e culturais. Procura incorporar ainda uma compreensão holística e sistêmica dos processos condicionados pelo

somente 2% dos produtores, com valor acima de US\$ 500.000,00 cada” (ALTIERRI, M. A. & NICHOLLS, C. I. Agroecologia: resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e alimentação. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 27, p. 141-152, jul./dez. 2003).

- ⁴ Cabe lembrar que a existência desse emergente mercado por si só não representa a razão das mudanças tecnológicas e organizacionais propostas em direção a maiores níveis de sustentabilidade, mas constitui apenas uma opção estratégica de recuperação de rendas e de agregação de valor a produtos possuidores de atributos intrínsecos de maior qualidade biológica. Ou seja, o conceito de sustentabilidade tem natureza multidimensional e vai além das questões meramente de mercado. Ver CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. In: FROELICH, J. M. & DIESEL, V. (orgs.). *Espaço rural e desenvolvimento regional: estudos a partir da região central do RS*. Ijuí: Editora da Unijuí, 2004. p. 127-148. Ver também CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 27, p. 153-165, jul./dez. 2003.

- ⁵ “A busca da segurança alimentar e nutricional sustentável, à luz da dimensão ética, inclui a necessidade de oferta de alimentos limpos e saudáveis para todos, o que não se obtém com a simples adoção de certas estratégias de agricultura orgânica ou de substituição de insumos dirigidas pelo mercado e cuja produção resulta acessível apenas a uma pequena e privilegiada parcela da população” (CAPORAL, F. R. &

ambiente, em substituição à visão compartimentada tão presente na pesquisa agrícola convencional. Este enfoque prevê o uso de instrumentos participativos, permitindo que os agricultores experimentadores e suas famílias assumam o papel de protagonistas em seu processo de desenvolvimento. Estimula também a participação nos níveis local, regional e estadual, envolvendo muitas vezes uma rede de parcerias que inclui organizações públicas e privadas comprometidas com a agricultura familiar e com a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Em síntese, torna possíveis o resgate e a valorização de distintos saberes, bem como o intercâmbio de experiências inovadoras, colaborando assim para a ampliação da cidadania e da inclusão social.

A pesquisa participativa é abrangente em seus objetivos e propósitos e parte de uma necessidade reconhecida em âmbito local. Os experimentos são realizados nas unidades familiares de produção, com envolvimento direto de agricultores colaboradores e suas organizações, contando com a participação de técnicos, pesquisadores, extensionistas rurais e lideranças municipais. Esse processo de investigação vem se dando através da condução de Unidades de Experimentação Participativa (UEP), que são parcelas experimentais com áreas variáveis, normalmente entre 100 a 1.000 m², e bastante representativas do contexto a ser pesquisado. Cada UEP é formada por uma área física de um estabelecimento rural, onde é desenvolvido um conjunto de práticas que compõem um sistema de cultivo ou criação de base ecológica inicial. A partir daí, os sistemas são melhorados ou aprimorados pela combinação e troca de conhecimentos e experiências entre pesquisadores, extensionistas e agricultores, tendo-se como referência as condições ecológicas e socioeconômicas locais. Ressalte-se, pois, que as UEP exercem três funções simultâneas, servindo como: a) unidade de produção agropecuária, b) ambiente de investigação aplicada e c) espaço privilegiado para o intercâmbio de experiências entre os atores envolvidos.

Ademais, a investigação em UEP constitui uma estratégia eficiente para que técnicos e agricultores se envolvam, discutam e implementem o conjunto de práticas que compõem a experimentação, desenvolvendo assim as habilidades requeridas para alcançar a confiança e encorajar a continuidade da investigação e da produção de base ecológica. As pesquisas desenvolvidas em UEP apresentam outras vantagens, como a de incorporar as influências de fatores edafoclimáticos (solo, luz solar, umidade, temperatura e ventos), a de aproveitar efeitos positivos inerentes à

COSTABEBER, J. A. Segurança alimentar e agricultura sustentável: uma perspectiva agroecológica. *Op. cit.*

⁶ CLARO, S. A. *Sistemas de transição entre o cultivo convencional e o agroecológico do tomateiro (Lycopersicon esculentum Mill)*, 1997. 224 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

⁷ Experimentos conduzidos para investigar práticas, processos ou sistemas cujos resultados sejam ainda imprevisíveis ou duvidosos, devem ser exaustivamente negociados e pactuados com o agricultor, realizados em pequenas áreas e patrocinados por instituições parceiras, sem ônus financeiro para o agricultor. Aqueles experimentos que envolvam maior grau de imprevisibilidade de resultados ou impactos, bem como técnicas ou processos que exigem maior demanda de recursos humanos, financeiros e materiais, devem ser reservados primeiramente ao âmbito de estações experimentais.

capacidade dos agroecossistemas (controle biológico natural de pragas e doenças, por exemplo), assim como a de contemplar as influências da dinâmica e rotina da família rural em seus estabelecimentos. Isso contribui para a produção de resultados práticos mais consistentes e alinhados com a realidade socioeconômica, ambiental e cultural de uma dada região.⁶

Além das ações com UEP, tem sido importante e necessária a condução de experimentos de caráter pontual em muitas unidades, com o objetivo de obtenção de respostas mais imediatas para superar certos problemas ou pontos de estrangulamento que os sistemas de cultivo de base ecológica (em permanente processo de construção e de aprimoramento) normalmente apresentam. Cabe assinalar que muitos desses experimentos exigem a condução de delineamentos mais complexos, maior rigor e exatidão na execução de práticas, assim como maior demanda de trabalho (pesagens, medidas de volume, contagens, misturas, avaliações), o que não raro os torna incompatíveis com as expectativas dos agricultores no sentido de que uma produção de base ecológica poderia requerer processos de execução e acompanhamento mais simplificados ou de menor requerimento de mão-de-obra familiar. Nesses casos torna-se necessária uma participação intensa e permanente do extensionista pesquisador, de modo a assegurar a condução daquelas práticas consideradas mais minuciosas ou de maior complexidade, em distintas fases do processo. Outro aspecto relevante a considerar no contexto da investigação participativa é o planejamento de experimentos a partir de práticas promissoras sob a perspectiva de seus resultados econômico-produtivos, e cujos riscos sejam mínimos para o agricultor experimentador⁷.

É importante salientar que a experimentação participativa na região Centro-Serra contempla metodologia diferente daquela normalmente empregada no sistema convencional, em especial no que se refere à ausência de delineamentos experimentais que possibilitariam a realização de análises estatísticas, por exemplo, muito embora isso venha ocorrendo também por limitação de recursos humanos e financeiros. Todavia, os experimentos vêm sendo instalados, conduzidos e monitorados com cuidado e rigor, além de intensa e minuciosa observação sobre o comportamento das culturas em relação aos aspectos e hipóteses que se busca avaliar ou testar. Limitações de recursos dificultam ainda a realização de avaliações quantitativas de resultados, porém, de uma forma ou de outra, os experimentos acabam

⁸ As UEP instaladas na região Centro-Serra vêm sendo acompanhadas, assistidas e monitoradas por extensionistas rurais da EMATER/RS-ASCAR, que são os catalisadores do processo de pesquisa e de extensão rural.

⁹ Os agricultores são colaboradores nos procedimentos operacionais e observadores dos efeitos e resultados da experimentação. Igualmente, a validação dos resultados se dá num processo conjunto entre técnicos e agricultores. A propósito, seminário regional de avaliação, reunindo pesquisadores, extensionistas rurais e agricultores experimentadores, foi realizado precisamente com o objetivo de “buscar a contribuição de todos os atores envolvidos na condução das Unidades de Experimentação Participativa (UEP) de tomate e melancia (região Centro-Serra), no sentido de avaliar as ações e estratégias e promover a qualificação e o aperfeiçoamento da Fase II do Projeto de Pesquisa em andamento”. (grifo nosso). Conforme COSTA-BEBER, J. A.; OLIVEIRA, L. F. R.; CLARO, S. A. & ECKERT, C. Seminário de Avaliação das Unidades de Experimentação Participativa de Melancia e Tomate da Região Centro-Serra (Sobradinho, RS). *Relatório final*. Santa Maria: EMATER/RS-ASCAR, 2003. 22 p. (mimeo).

¹⁰ ALTIERI, M. A. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba: Editora Agropecuária, 2002. 592 p.

¹¹ GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ de MOLINA, M. & SEVILLA GUZMÁN, E. (coords.). *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.

¹² CAPORAL, F. R. & COSTA-BEBER, J. A. *Agroecologia: enfoque científico e estratégico para apoiar o desenvolvimento rural sustentável*

auxiliando a obtenção de respostas objetivas, algumas em curto prazo (menos de 30 dias ou em apenas uma ou duas semanas), para resolver problemas pontuais enfrentados pelos agricultores. As respostas às vezes incorporam informações e indicadores que acabam induzindo o planejamento de novos experimentos, estimulando a geração de práticas agroecológicas (o que inclui, por exemplo, a formulação de insumos alternativos para auxiliar no controle de pragas e doenças) e apoiando a construção de referenciais tecnológicos para várias culturas em sistemas de produção de base ecológica.

Finalmente, tem-se observado que os melhores resultados são obtidos com agricultores já sensibilizados quanto à importância de uma agricultura de base ecológica ou sustentável. O êxito de um processo de investigação participativa requer o estabelecimento de um alto grau de comprometimento, confiança e afinidade entre agricultor e extensionista nas diversas fases da pesquisa⁸, sendo ainda indispensável que haja uma grande reciprocidade e motivação compartilhadas entre eles, de modo a facilitar a construção das hipóteses, a execução dos experimentos e a avaliação dos resultados⁹.

Enfoque técnico-agronômico para apoiar a transição agroecológica

O enfoque técnico-agronômico para a geração de referenciais tecnológicos na região tem-se baseado na aplicação de práticas e processos que atendem aos princípios científicos da Agroecologia, entendida como um campo de conhecimentos de caráter multidisciplinar que apóia a construção de estilos de agricultura de base ecológica (ou sustentável)¹⁰, assim como a elaboração de estratégias de desenvolvimento rural sustentável¹¹. Esta ciência converte-se numa orientação teórico-metodológica auxiliando o processo de transição agroecológica na agricultura e adquirindo enorme complexidade, dependendo do nível de *sustentabilidade* que se deseja alcançar¹². Nessa perspectiva, assumimos a proposta de Stephen Gliessman de que a conversão para agroecossistemas sustentáveis compreende pelo menos três níveis fundamentais¹³. Somos conscientes, contudo, de que a experiência de pesquisa agroecológica conduzida na região Centro-Serra tem dado até agora sua maior contribuição ao segundo nível, representado pela *substituição de insumos* (como se poderá ver mais adiante), muito embora venha avançando também na proposição de métodos e técnicas que apontam para o terceiro e mais complexo nível da

(texto provisório para discussão). Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. (Série Programa de Formação Técnico-Social da EMATER/RS, texto 5). CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 13-16, abr./jun. 2002.

¹³ O primeiro nível diz respeito ao incremento da eficiência das práticas convencionais para reduzir o uso de insumos externos caros, escassos e danosos ao meio ambiente. O segundo nível da transição se refere à substituição de insumos convencionais por insumos alternativos. O terceiro nível da transição é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que passem a funcionar com base em um novo conjunto de processos ecológicos. Somente alcançando esse terceiro nível seria possível a minimização das causas que geram os problemas na agricultura convencional. Em termos de pesquisa e de produção tecnológica, já foram feitos importantes trabalhos em relação ao processo de transição do primeiro ao segundo nível, mas, conforme o mesmo autor, os trabalhos para apoiar a transição ao terceiro nível ainda carecem de significativos avanços (GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000).

¹⁴ Denominamos “práticas para controle ecológico complementar” porque um controle efetivo – resultado de um novo equilíbrio entre os distintos componentes de um agroecossistema – dependeria da adoção simultânea do conjunto de práticas e princípios de base agroecológica, os quais, na fase de transição, nem sempre estão presentes ou são completamente atendidos.

transição, representado pelo *redesenho do agroecossistema* em bases mais sustentáveis.

Entre os distintos princípios agroecológicos levados em conta na investigação participativa, destaca-se o manejo ecológico do solo, com a utilização de adubação verde, esterços, biofertilizantes, compostos orgânicos, cinzas, resíduos orgânicos (internos e externos), cobertura morta, rotação e consorciação de culturas e rochas moídas (calcários, fosfatos naturais), cujas combinações são capazes de tornar o solo química e fisicamente equilibrado e biologicamente mais ativo, produzindo uma planta mais equilibrada do ponto de vista nutricional. Assim, o solo torna-se supressor das chamadas pragas e doenças e a planta fica mais resistente a elas.

Outro princípio ecológico importante, considerado no processo de investigação, consiste em favorecer o controle biológico natural de pragas e doenças, estimulando a biodiversidade natural, agrícola e funcional, por meio de práticas de manejo ecológico de plantas não cultivadas, diversificação e consorciação de culturas, uso de quebra-ventos e barreiras vegetais, cultivo de plantas atrativas e repelentes de insetos, manutenção de capoeiras, áreas e faixas com vegetação espontânea, que servem como abrigo, alimentação e local de reprodução de inimigos naturais, servindo também para atrair insetos e diminuir sua presença nas culturas de interesse comercial.

O resgate e a multiplicação de sementes crioulas locais (milho, feijão, batata, tomate), bem como o controle rigoroso das condições de umidade, temperatura, luz solar e ar necessárias para diminuir a incidência de doenças (principalmente em cultivos protegidos, como o de tomate em estufa), também estão incorporados na construção de referenciais tecnológicos de base ecológica. Sua aplicação é potencializada pelo uso das “práticas para controle ecológico complementar de pragas e doenças”¹⁴, representadas por: pulverizações com fertiprotetores e defensivos ecológicos (biofertilizantes enriquecidos, caldas sulfocálcica e bordaleisa, água de cinza e cal, extratos de plantas, leite); uso de armadilhas luminosas, armadilhas coloridas e com feromônios para captura de insetos; e, ainda, controle biológico com produtos da bioindústria (*Trichogramma* e *Trichoderma*).

Cabe salientar que, quando se trata de culturas pouco adaptadas ou muito suscetíveis ao ataque de pragas e moléstias, mesmo atendidos aqueles princípios, na maioria das vezes torna-se preciso recorrer ao uso de fertiprotetores e defensivos ecológicos, especialmente quando as condições climáticas se mostrem muito favoráveis aos insetos e

patógenos e desfavoráveis ao processo de síntese protéica das plantas, condição esta que via de regra ocorre em dias ou períodos de excesso ou insuficiência de umidade, temperatura, luz e ar. Em tais situações, faz-se necessário o uso de fertiprotetores e de esquemas de tratamentos eficazes para a redução de problemas fitossanitários. Caso contrário, os agricultores familiares, muitos deles já fragilizados em sua situação econômico-financeira, poderão se desencorajar na luta para vencer eventuais adversidades, típicas do período de transição. Por essas razões, é recomendável que se dedique expressivo esforço em pesquisas com fertiprotetores e outros defensivos ecológicos, sem que se descuide do estudo e da compreensão do funcionamento dos agroecossistemas¹⁵.

¹⁵ Conforme GLIESSMAN, S. R. (Agroecología y agroecosistemas. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 27, p. 107-120, jul./dez. 2003), "A conversão de um agroecossistema a um desenho mais sustentável é um processo complexo. Não é somente a adoção de uma prática ou tecnologia nova. Não existem respostas mágicas", razão pela qual a investigação agroecológica é necessária para apoiar este processo de conversão.

Com base nas observações práticas, é importante ressaltar que, quando as plantas sofrem perturbações muito intensas devido a fatores climáticos ou desequilíbrios nutricionais, com o conseqüente ataque severo de pragas ou doenças, normalmente torna-se necessário o uso de defensivos ecológicos (de maior impacto no controle e de maior custo) oriundos da bioindústria, tais como inseticidas à base de neem, piretro, rotenonas, *Bacillus thuringiensis* ou fungicidas orgânicos à base de fitoalexinas. Esse fato aumenta os gastos econômicos no processo de produção, o que justifica a necessidade de maior empenho da pesquisa agropecuária no sentido de investigar práticas e processos que agridam menos o ambiente e reduzam a dependência econômica dos agricultores.

Nesse contexto, o programa de investigação participativa da região Centro-Serra vem estudando formulações de fertiprotetores, defensivos ecológicos e biofertilizantes baseadas no aproveitamento de recursos naturais renováveis, localmente disponíveis e de menor impacto sobre o ambiente. Entre os principais insumos *alternativos* ou ecológicos empregados nas Unidades de Experimentação Participativa, e que, como se disse antes, estão contribuindo bastante para o avanço da transição no nível da *substituição de insumos*, destacam-se¹⁶:

¹⁶ Informações mais detalhadas desses e outros insumos estão disponíveis em CLARO, S. A. *Referenciais tecnológicos para a agricultura familiar ecológica: a experiência da região Centro-Serra do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: EMATER/RS, 2001.

– *Água de cinza e cal*: composta de cinza vegetal, cal hidratada e água, é utilizada em pulverizações como veículo (em substituição à água pura) aos demais ingredientes, atuando como fertiprotetor e tornando as plantas mais resistentes (pelo aporte de potássio, cálcio, magnésio, silício e micronutrientes) ao ataque de pragas e doenças, bem como dificultando a ação (provavelmente por repelência) de certos insetos.

– *Alhol*: formulado a partir de proporções adequadas de alho, óleo vegetal, sabão neutro e água, tem grande utilidade como espalhante adesivo e auxiliar no controle de insetos, por repelência.

– *Biofertilizante foliar enriquecido com macro e micronutrientes*: composto de esterco de bovinos, leite, melado e sais contendo macro e micronutrientes, tem sido usado como um fertiprotetor e em misturas com caldas bordalesa e sulfocálcica e água de cinza e cal em diversas culturas.

– *Biofertilizante foliar Super-M/Ca+B*: baseado nos mesmos insumos e processos usados na elaboração do biofertilizante enriquecido, possui maiores concentrações dos nutrientes cálcio e boro, sendo apropriado para uso em situações especiais (períodos em que as culturas demandam maior suprimento de cálcio e boro).

– *Biobov*: biofertilizante obtido pela fermentação de esterco fresco de bovino, água, leite e melado, é usado no solo com o objetivo de melhorar suas condições e ativar sua atividade biológica, favorecendo o desenvolvimento de plantas saudáveis e de microorganismos antagonistas de patógenos, além de contribuir com pequenos teores de nutrientes. Seu uso tem-se mostrado apropriado em culturas de alto rendimento por unidade de área e suscetíveis ao ataque de doenças (tomate, pimentão, pepino, feijão-vagem, principalmente nos cultivos protegidos).

– *Bioframbov*: biofertilizante obtido pela fermentação de esterco fresco de bovino, cama de frango ou esterco fresco de aves, água, leite e melado, fornece nutrientes (principalmente nitrogênio e potássio), em substituição ao uso de uréia e cloreto de potássio nas adubações de cobertura (sobretudo no tomateiro). Tem-se mostrado apropriado para uso como solução de *arranque* em épocas de baixas temperaturas, em que a absorção de nutrientes (especialmente fósforo) é dificultada.

– *Calda bordalesa concentrada*: sua elaboração é facilitada em relação à fabricação da calda bordalesa tradicional. É usada em concentrações que variam de 0,25 a 10% em diversas culturas, tendo como base o preparo de uma solução concentrada de cal e de uma solução concentrada de sulfato de cobre, ambas na concentração de 20%. Apresenta-se como excelente fertiprotetor (possui cobre, zinco, enxofre, cálcio e magnésio), tornando as plantas mais resistentes ao ataque de insetos e doenças (possui ação fúngica e bactericida, além de demonstrar ação repelente a certos insetos).

– *Calda sulfocálcica*: funciona como inseticida, acaricida e fungicida, tem baixo custo e pouca toxicidade, podendo ser elaborada no estabelecimento rural. É obtida pela reação química entre o enxofre e a cal virgem no processo de ebulição, mostrando-se eficiente no controle de várias doenças em diversas culturas. Possivelmente, sua ação positiva sobre a fitossanidade das plantas se dá pela influência positiva que exerce no metabolismo das mesmas, pelo seu conteúdo em cálcio e enxofre e traços em macro e microelementos, o que ativa o processo enzimático e estimula a proteossíntese.

– *Extrato de Fumo*: formulado com água e pó-de-fumo, tem-se mostrado eficiente no controle de pulgões, cochonilhas e lagartas, principalmente quando misturado com calda sulfocálcica.

– *Farinha de trigo*: usada como espalhante adesivo para várias culturas, em doses e métodos de fácil aplicação¹⁷.

– *Franfresco*: obtido pela mistura de 1 kg de cama de frango ou 300 a 500 gramas de esterco fresco de aves com 10 litros de água (com posterior coagem). É usado em pulverizações foliares, sendo muito importante para acelerar o desenvolvimento de mudas que apresentam deficiências nutricionais (especialmente de nitrogênio).

No que se refere à proposição de métodos e processos tecnológicos que apóiam o manejo e desenho de agroecossistemas sustentáveis¹⁸, alguns trabalhos de pesquisa vêm apresentando resultados muito promissores, como é o caso do sistema de cultivo de tomate consorciado com girassol em alta densidade, em associação com barreira vegetal circundante (formada pelas culturas de abobrinha caserta, feijão, milho e girassol). Com isso se busca a formação de um ambiente mais favorável ao cultivo do tomateiro e menos favorável às pragas, através do aumento da biodiversidade funcional e de modificações na intensidade de luz solar, temperatura, ar e umidade, visando a obtenção de boas colheitas, inclusive em períodos de altas adversidades (entressafra de verão, época de elevadas temperaturas e evapotranspiração e de altas populações de insetos). Este sistema proporciona outras vantagens, tais como o uso dos caules do girassol como tutor do tomateiro, ao mesmo tempo em que a vegetação estabelecida protege os frutos contra a escaldadura pelo sol forte no verão. O girassol e a barreira vegetal ainda propiciam colheitas que podem agregar renda ao sistema.

Outro exemplo de apoio ao redesenho de agroecossistemas é representado por trabalhos em andamento nas culturas da uva e do pêssego, o que vem permitindo a

¹⁷ Ver CLARO, S. A. Farinha de trigo: espalhante adesivo ecológico (Alternativa Tecnológica). *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 31-33, jul./set. 2000.

¹⁸ Com maior aproximação ao terceiro e mais complexo nível da transição agroecológica, conforme GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. *Op. cit.*

construção de sistemas de cultivos com alto grau de independência a insumos externos, com rendimentos de frutos acima de 15 t/ha para ambas as culturas, tendo-se como condição básica o manejo ecológico do solo, incluindo a combinação e o manejo de vegetação espontânea e de plantas regeneradoras do solo (aveia preta, ervilhaca). Adicionalmente, esquemas de pulverização com fertiprotetores são utilizados para manter a presença de insetos e doenças em níveis aceitáveis, reduzindo os riscos de contaminação ambiental e a dependência econômica dos agricultores aos tradicionais fornecedores de agrotóxicos.

Dificuldades e limites operacionais

Os referenciais tecnológicos, construídos a partir das ações de experimentação participativa, forneceram as bases para a execução de um plano de produção ecológica de frutas e hortaliças na região Centro-Serra¹⁹, cujos objetivos eram transformar a região em pólo de produção ecológica, estabelecer novas alternativas de renda aos agricultores e dinamizar a economia no meio rural. As atividades foram desenvolvidas mais intensamente no período de 1998 a 2003, criando-se, inclusive, por decisão dos agricultores, a Cooperativa Ecológica Coagricel como um dos componentes estratégicos do referido plano. Porém, a produção ecológica de hortaliças e frutas em maior escala não pôde ser alcançada nesse período e, em consequência, a cooperativa enfrentou sérias dificuldades, encerrando suas atividades em 2004. Entre as várias causas que provocaram o enfraquecimento do plano de produção ecológica, merecem destaque:

- Falta de tradição dos agricultores na produção comercial de olerícolas e frutíferas, tendo sua base de conhecimento e seus estabelecimentos estruturados para a exploração das tradicionais culturas (fumo, feijão, milho, soja).
- Educação cooperativa deficiente e escassa participação dos agricultores na construção de estratégias associativas, principalmente para enfrentar dificuldades inerentes ao início do processo de comercialização.
- Pouca disponibilidade de mão-de-obra familiar nas unidades de produção, associada ao natural receio dos agricultores quanto aos riscos que podem advir de um trabalho de experimentação.
- Reduzido corpo técnico para prestar assessoria permanente (com a intensidade e o tempo necessário), tanto do ponto de vista tecnológico como organizacional (produção, comercialização e marketing, agroindustrialização e educação cooperativa).

¹⁹ CLARO, S. A. Plano Piloto de Agricultura Ecológica para a Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul (Relato de Experiência). *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 16-20, jul./set. 2000.

– Número ainda relativamente pequeno de consumidores conscientes sobre a importância do consumo regular de alimentos produzidos (especialmente no âmbito da agricultura familiar) sem o uso de agroquímicos de síntese.

– Baixo grau de adesão do mercado consumidor à produção ecológica, assim como intolerância do mesmo em relação às dificuldades que costumam ocorrer no início do processo de produção e comercialização (interrupção temporária na oferta e variação no padrão de qualidade dos produtos).

– Forte incentivo e fortalecimento da cadeia produtiva do fumo em determinados períodos, atraindo novamente aqueles agricultores que se preparavam para uma mudança de matriz produtiva com base em cultivos ecológicos de frutas e hortaliças.²⁰

– Ocorrência de preços excessivamente baixos para as hortaliças, em todo o Estado do Rio Grande do Sul (no período de dezembro de 2000 a fevereiro de 2001), coincidindo com o início da colheita e comercialização da produção ecológica resultante do plano, intimidando e desestimulando os agricultores para novos plantios.

– Ocorrência, em 2001, de duas enchentes em um curto espaço de tempo, dizimando grande parte da área plantada com hortaliças e fragilizando economicamente alguns agricultores integrantes do plano de produção.

– Falta de entusiasmo político, por parte da maioria dos poderes públicos dos municípios integrantes do plano piloto, para incentivar os agricultores, animar os consumidores e fortalecer o projeto de ampliação da produção ecológica.

– Carência de programas públicos para apoiar a investigação participativa com recursos humanos, materiais e financeiros, o que se agrava com a baixa disponibilidade de recursos por parte dos agricultores para a condução das experiências.

Como se percebe nessas razões, pouco se destacam as questões tecnológicas de caráter agrônomo. Adicionalmente, vale ressaltar que as culturas mais beneficiadas pelo avanço tecnológico (sob enfoque agroecológico) são pouco representativas da matriz produtiva comercial na região, o que poderia sugerir que os resultados da investigação participativa não atendem a demanda concreta dos agricultores, pondo em dúvida inclusive a validade do projeto. De fato, deliberadamente o trabalho de investigação participativa centrou seu foco nos cultivos de hortaliças e frutas porque, historicamente, os estudos da realidade da região apontavam

²⁰ A cultura do fumo apresenta muitos atrativos aos pequenos agricultores da região, tais como: alta rusticidade e maior tolerância às condições adversas de clima (excesso ou escassez de umidade); tecnologia consistente, simplificada e de fácil emprego; facilidade no acesso a insumos e equipamentos; assessoria técnica específica, qualificada e permanente; comercialização organizada e garantida; seguro contra adversidades climáticas; e relativa estabilidade de renda. Mais recentemente, alguns agricultores detentores de áreas maiores e planas estão voltando suas atividades para a produção de soja, dadas as condições de mercado favoráveis, em detrimento da produção (ecológica ou não) de frutas e hortaliças.

para a necessidade de se buscar alternativas produtivas à cultura do fumo, através da diversificação de culturas e rendas. A opção de estimular a produção de frutíferas e olerícolas era e ainda é reforçada pela privilegiada e favorável condição edafoclimática existente, somada ao regime de economia familiar predominante na agropecuária regional. Nesse sentido, há fortes evidências da validade da experiência em curso, uma vez que a crescente demanda por alimentos de maior qualidade biológica exigirá proporcionalmente a construção de uma base tecnológica sólida e compatível com a geração de renda e de empregos, a proteção do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida no campo e na cidade, o que contribuirá para a promoção de um desenvolvimento rural verdadeiramente sustentável.²¹

²¹ Como afirma COSTA GOMES, J. C. (Pluralismo epistemológico e metodológico como base para o paradigma ecológico. *Ciência & Ambiente*, n. 27, p. 121-132, jul./dez. 2003), nessa caminhada torna-se necessário “evitar tanto o otimismo como o catastrofismo tecnológico e propor alternativas que contemplem a equidade e a justiça social”.

A experiência em andamento constitui um referencial que não deverá ser desperdiçado, merecendo registro uma série de resultados e benefícios que as ações de experimentação participativa vêm propiciando no contexto da agricultura na região Centro-Serra:

– Fortalecimento da base tecnológica para alavancar futuros programas de produção ecológica. Em vários municípios houve incremento do abastecimento local com produtos ecológicos, com maior participação de mercados locais (armazéns, supermercados, feiras livres). Ademais, muitas famílias de agricultores aumentaram o abastecimento doméstico com diversos produtos ecológicos (cebola, tomate, uva, pêssego, laranja, pepino, batata, feijão).

– Incorporação dos conhecimentos adquiridos sobre produção ecológica por mais de cem agricultores da região, que continuam produzindo alguns cultivos no sistema ecológico, com bons resultados econômicos. Houve também a incorporação de vários processos e técnicas na rotina de muitos estabelecimentos da região (caso da cobertura verde e do tratamento de inverno com defensivos ecológicos em pomares de uva e pêssego), independente do uso de outras práticas que compõem o sistema de cultivo ou mesmo da venda da produção com rótulo que a caracterize como ecológica.

– Capacitação de agricultores e extensionistas rurais dos nove municípios da região, incluindo conhecimentos teóricos e práticos sobre processos tecnológicos em sistemas de cultivo agroecológico. Adicionalmente, houve contribuição ao Programa de Formação Técnico-Agrônoma com Enfoque Agroecológico da EMATER/RS-ASCAR, propiciando ambiente empírico e prático-teórico para a formação de cem extensionistas rurais de diversas regiões do Estado (ano 2000).

– Construção de bases necessárias para o desenvolvimento de dois projetos de pesquisa, contemplando recursos do Programa RS-Rural Pesquisa por Demanda, quais sejam: a) Validação de tecnologias de sistemas de cultivos de melancia na entressafra e em diferentes agroecossistemas na região Centro-Serra do Rio Grande do Sul; b) Validação de tecnologias de sistemas de cultivos de tomate na entressafra e em diferentes agroecossistemas na região Centro-Serra do Rio Grande do Sul.²²

²² Através destes dois projetos de validação de tecnologias, estão em andamento 24 UEP de tomate e 24 UEP de melancia em distintos estabelecimentos rurais de nove municípios da região. Seu objetivo principal é contribuir para o desenvolvimento de sistemas de cultivo agroecológico de tomate e melancia em época de entressafra estadual, visando criar alternativas de renda e emprego que sejam ambientalmente equilibradas e socialmente justas para agricultores familiares da região Centro-Serra do Rio Grande do Sul. Neste sentido estão sendo testados, desde novembro de 2002, 3 sistemas de cultivo com a cultura do tomate e 3 sistemas com a cultura da melancia em cada um dos nove municípios. A conclusão desses trabalhos está prevista para o início de 2005. Vale registrar que os projetos vêm sendo executados pela EMATER/RS-ASCAR, com o apoio da Cooperativa Ecológica Coagricel (proponente), Universidade de Santa Cruz do Sul, Fundação de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal de Santa Maria.

²³ CLARO, S. A. *Referenciais tecnológicos para a agricultura familiar ecológica: a experiência da região Centro-Serra do Rio Grande do Sul*. Op. cit.

– Lançamento da Festa de Agricultura Ecológica (Eco-festa) na Região Centro-Serra, que já está na sua quarta edição. Enquanto isso, alguns estabelecimentos rurais, já dotados de produção ecológica bem sucedida, estão se preparando para integrar roteiros de ecoturismo rural na região.

A divulgação das ações e resultados (através de diversos métodos de extensão rural) da investigação participativa tem permitido que o trabalho ganhe reconhecimento público na região, passando a constituir um importante referencial no campo da Agroecologia aplicada no Rio Grande do Sul.

Avanços técnico-agronômicos

Um dos avanços obtidos com o trabalho de experimentação participativa na região Centro-Serra foi a construção de referenciais tecnológicos para mais de vinte culturas (em sistemas de cultivos de base ecológica), com bom grau de eficiência e aplicabilidade regional em relação ao contexto social, econômico e ambiental. Entre as várias tecnologias e processos desenvolvidos com a participação dos agricultores, podemos destacar, a título de exemplo, os seguintes²³:

– *Interpretação de resultados de análise de solo*: através de método próprio de “Interpretação de resultados de análise de solo sob o enfoque agroecológico”, realizam-se recomendações de adubação e calagem (com base no uso de calcários, fosfatos naturais, cinzas, esterco e biomassa) para distintas culturas (principalmente frutíferas e olerícolas). Na interpretação do laudo de análise, as decisões sobre doses de adubação e calagem são baseadas na criteriosa avaliação de diversos componentes, dando-se atenção especial aos teores de Ca, Mg, Al, saturação de bases, matéria orgânica, CTC, argila e pH, assim como ao equilíbrio das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K. Com a aplicação desse método, normalmente resultam recomendações de menores doses de calcário em relação ao método tradicional, além de não se recomendar o uso de fertilizantes minerais solúveis.

– *Produção ecológica de tomates em diversas épocas*: a investigação permitiu viabilizar o plantio do tomateiro em distintas épocas do ano, incluindo as entressafras de inverno e de verão. Com a realização de três plantios a céu aberto (de setembro a janeiro) e de dois plantios em estufa (de fevereiro a julho), podem ser obtidas colheitas em praticamente todos os meses do ano (novembro a agosto).

– *Produção ecológica de tomate e controle da murcha bacteriana pelo cultivo em diferentes substratos orgânicos*: a alta infecção do solo da região pela bactéria *Ralstonia solanacearum* (que provoca a doença conhecida como murcha bacteriana) constitui séria limitação ao cultivo do tomateiro. Porém, pelo sistema de cultivo ecológico em substratos (sacolas), tem-se alcançado um efetivo controle da doença. Os substratos são formados pela mistura, em quantidades balanceadas, de resíduos orgânicos, fosfato natural, cama de frango e cinzas.²⁴ Distintas composições de substratos, com variação nos teores de cama de frango, fosfato natural e cinzas, são obtidas em função do tipo e quantidade de resíduos orgânicos disponíveis nos estabelecimentos. As adubações de cobertura são realizadas com o uso do biofertilizante Bioframbov. Outras doenças também têm sido controladas com a aplicação de fertiprotetores e defensivos ecológicos.

– *Produção ecológica de mudas*: vêm sendo desenvolvidos eficientes sistemas de produção ecológica de mudas para diversas culturas. No caso de produção de mudas em canteiro, a adubação é realizada com fosfatos naturais, compostos orgânicos, cama de frango e cinzas. Para auxiliar a produção de mudas em bandejas ou em copos de jornal ou plástico, foram desenvolvidos diversos substratos, formados por distintos tipos de resíduos orgânicos (composto de palha de feijão, esterco curtido de bovino, cama de frango, vermicomposto), fosfatos naturais e cinzas. A partir desses insumos ainda foram desenvolvidas misturas em quantidades balanceadas e apropriadas para a produção de mudas no verão, assim como misturas diferentes e apropriadas para a produção de mudas no inverno. Desenvolveram-se também esquemas de pulverizações eficientes e específicos para o controle de insetos e doenças das mudas, através de fertiprotetores (água de cinza e cal, biofertilizante, Alhol e caldas bordalesa e sulfocálcica). E para tornar mais eficaz o controle de certos insetos, desenvolveram-se práticas complementares (telado e armadilhas de cor azul abastecidas com água e detergente), o que tem permitido um efetivo controle da virose do vira-cabeça e possibilitado a produção de mudas de tomateiro sem o uso de agroquímicos de

²⁴ Para mais informações, consultar CLARO, S. A. Produção ecológica de tomate e controle da murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) através do cultivo em substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRO-ECOLOGIA, 1., 2003, Porto Alegre, 16 p. (mimeo).

síntese, mesmo nas mais adversas condições de verão e de altas populações de distintos insetos.

– *Produção ecológica de pepinos em condições adversas de verão (entressafra)*: a produção de pepinos, com plantio nos meses de janeiro a março, permite a obtenção de melhores preços e maior facilidade de comercialização. As dificuldades para o cultivo ecológico nesta época, porém, são grandes, devido à alta população de insetos (principalmente diabrótica, pulgões, mosca-branca e broca das cucurbitáceas), que podem causar expressivos danos.²⁵ Por intermédio da investigação participativa foram construídos sistemas de cultivo que permitem a produção ecológica de pepinos no verão sem o uso de agroquímicos de síntese. Esses sistemas de cultivo envolvem uma consorciação de abobrinha caserta, feijão ou soja e vegetação espontânea, complementada com armadilhas luminosas, fertiprotetores e defensivos ecológicos (como *Bacillus thuringiensis*).

– *Produção ecológica de tomate em condições adversas de verão (entressafra)*: o cultivo do tomateiro, com transplante de novembro a março, permite a obtenção de melhores preços e maiores facilidades de comercialização. Porém, o cultivo ecológico nessa época apresenta grandes dificuldades, devido à alta população de insetos (diabrótica, broca pequena do fruto, traça, trips). A investigação participativa vem propiciando o desenvolvimento de sistemas de cultivo que possibilitam a produção ecológica de tomate nesse período, sem que se lance mão de agroquímicos de síntese. Os sistemas consistem na consorciação do tomateiro com a cultura do girassol e no estabelecimento de barreira vegetal circundante (formada por feijão, abobrinha caserta, milho e girassol), complementada com armadilhas de cores e luminosa, pulverizações com fertiprotetores e defensivos ecológicos.

– *Viabilização do uso das caldas bordalesa e sulfocálcica para diversas culturas*: normalmente o seu uso fica limitado ao tratamento de inverno em espécies frutíferas. Ademais, o uso da calda bordalesa em videiras tem sido restrito ao estágio de grãos e em doses tradicionais (1 a 2%). A investigação participativa possibilitou ampliar o uso dessas caldas para diversas culturas (em distintos estágios fenológicos), proporcionando controle de menor impacto ambiental para um leque expressivo de doenças e contribuindo indiretamente no controle de algumas espécies de insetos. Vem permitindo também o estudo dos efeitos das caldas sobre as principais doenças que incidem sobre várias culturas, das doses mais adequadas para cada estágio fenológico,

²⁵ Até mesmo no sistema convencional de produção, o controle dessas pragas é muito problemático, porque, sendo necessária a aplicação de agrotóxicos e tendo-se que realizar colheitas de 48 em 48 horas (ou diárias, no caso de pepinos para conservas), aumenta a possibilidade de contaminação da produção com resíduos de agrotóxicos.

assim como da melhor combinação com fertiprotetores, visando um controle mais eficiente de doenças e de insetos.

– *Controle da virose do vira-cabeça em tomateiro*: o plantio de tomate com transplante a partir de novembro (e principalmente de janeiro a março) fica muito vulnerável ao ataque de trips (*Frankliniella schulzei*), o que tem exigido um rigoroso controle com inseticidas, sob pena de ocorrência de expressivas quebras. Para enfrentar esse problema, criou-se um conjunto de práticas agroecológicas que estão possibilitando a produção de tomate nesse período sem o uso de agroquímicos, com índices de virose aceitáveis (perdas menores de 5%). Entre as práticas, destaca-se o uso de armadilhas de cor azul intermediário (solução de água e detergente), barreira vegetal circundante e fertiprotetores, biofertilizante enriquecido, Alhol e calda sulfocálcica.

– *Resgate e multiplicação de sementes crioulas*: tem o objetivo de incentivar a produção e o intercâmbio de sementes entre os agricultores familiares, reduzindo os custos de produção, diversificando as rendas e reativando a biodiversidade agrícola. Importantes resultados já vêm sendo obtidos, como as produções de tomate com as variedades Coração e Floradade, de batata com a variedade Iaras-catófila (com apoio técnico da Embrapa Clima Temperado), de feijão com a variedade Guabiju, e de milho com diversas variedades crioulas.²⁶

– *Resgate do uso da armadilha luminosa*: um modelo simples de armadilha, construído com materiais de fácil obtenção e luz ultravioleta, tem contribuído no controle complementar de insetos, principalmente a broca das cucurbitáceas e a broca pequena do tomateiro.

Desafios para qualificar a investigação participativa

A análise da experiência com investigação participativa na região Centro-Serra permite enumerar alguns aspectos que devem ser considerados para a superação dos entraves e assegurar o êxito da pesquisa participativa com enfoque agroecológico, quais sejam:

– A investigação participativa deve contar com maior apoio de políticas públicas, com a concepção de programas que contemplem recursos humanos, materiais e financeiros para todas as fases e necessidades da pesquisa com UEP nos estabelecimentos rurais, incluindo assessoria técnica qualificada, consistente e permanente.

– A pesquisa em UEP deve permitir aos agricultores experimentadores a geração de renda, sem prejuízos em caso de ocorrência de perdas ou de baixa produção. Os projetos de pesquisa devem contemplar ainda o fornecimento

²⁶ Ibarama se destaca na produção de sementes crioulas, possuindo hoje 42 agricultores “guardiões das sementes”, que produzem 17 cultivares de milho crioulo, entre outras. O plantio com variedades de milho crioulo nesse município representa 40% da área cultivada de milho. A experiência inspirou a realização do já tradicional *Dia da Troca de Sementes Crioulas*, cujo propósito é sensibilizar os agricultores familiares e suas organizações sobre a importância do resgate e da multiplicação de variedades tradicionais, possibilitando a conservação da biodiversidade, a sustentabilidade da produção e do meio ambiente. Sobre a experiência em curso nesse município, ver VIELMO, G. R. R. *Resgate de sementes de milho crioulo em Ibarama (RS)*. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2004. 9 p. (mimeo). Disponível em www.emater.tche.br como Sistematização de Experiências.

de insumos e equipamentos sem ônus aos agricultores, como medida justa para potencializar ações de interesse contemporâneo de toda a sociedade.²⁷

²⁷ O “Programa RS-Rural Pesquisa por Demanda” proporcionou recursos para o desenvolvimento de projeto de investigação participativa na região Centro-Serra. Embora se reconheça que este programa carece de ajustes e aperfeiçoamento, é preciso ressaltar que ele apresenta características desejáveis para viabilizar o envolvimento dos agricultores, com baixo risco, nos distintos projetos de investigação.

²⁸ Conforme ensinou GASCHÉ, J. em seu “Curso de Capacitação em Investigação Participativa e Co-Investigação”, realizado em Porto Alegre, de 2 a 6 de setembro de 2002.

²⁹ “Na pesquisa agroecológica, a perspectiva social está sempre associada à ecológica, pois o manejo dos recursos nunca estará apartado da dimensão humana” (CANUTO, J. C. A pesquisa e os desafios da transição agroecológica. *Ciência & Ambiente*, n. 27, p. 133-140, jul./dez. 2003).

– O êxito de um processo de investigação participativa requer alto nível de participação e comprometimento dos agricultores, extensionistas e pesquisadores, assim como das instituições e entidades parceiras, em todas as suas fases, ou seja, no diagnóstico de uma situação de pesquisa, no planejamento e desenho da investigação, na execução de ações, na avaliação de seus resultados e nas recomendações técnicas.

– Fundamentalmente, a investigação participativa requer o atendimento dos princípios da reciprocidade e da motivação compartilhada²⁸. Todos os participantes devem apresentar forte motivação em relação ao processo de pesquisa. Antes de formular e sugerir suas hipóteses de pesquisa, os pesquisadores devem conviver com os agricultores e nos seus estabelecimentos durante o tempo que for necessário, de modo a melhor entender suas lógicas, expectativas e reais necessidades.

O desejo dos atores sociais envolvidos na experimentação participativa e na construção dos referenciais tecnológicos para uma agricultura familiar ecológica e sustentável na região Centro-Serra, apesar de suas limitações inerentes (a complexidade de uma mudança na matriz produtiva vai muito além da questão técnico-agronômica), é de que esse processo possa contribuir com os profissionais que desenvolvem ou pretendem desenvolver ações similares, bem como inspirar a realização de novos projetos nessa área do conhecimento. Ademais, estão conscientes de que é preciso manter a dedicação, visando a superação das dificuldades peculiares e a busca do aperfeiçoamento e da ampliação de resultados.

Aliás, a heterogeneidade dos processos de produção requerida para o alcance de uma agricultura ecológica e sustentável reflete exatamente que os resultados da investigação participativa e da construção de referenciais tecnológicos são largamente dependentes e influenciados pelas condições edafoclimáticas e biofísicas, assim como pelas condições econômicas e socioculturais de cada região. Essa diversidade ensina também que, por mais importante que possa ser, o aspecto tecnológico não pode ser tratado separadamente dos elementos sociais e organizacionais da agricultura²⁹. Em especial, estratégias associativas e de cooperação devem ser promovidas e estimuladas, sem as quais dificilmente a agricultura familiar de pequeno porte poderá vencer obstáculos de escala e desafios de mercado que limitam ou dificultam a sua inserção em processos duradouros de desenvolvimento rural.

José Antônio Costabeber é engenheiro agrônomo, doutor em Agroecologia e extensionista rural da EMATER/RS-ASCAR, Regional de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

costabeber@emater.tche.br

Soel Antonio Claro é engenheiro agrônomo, mestre em Fitotecnia e extensionista rural da EMATER/RS-ASCAR, Municipal de Sobradinho, Rio Grande do Sul.

soelclaro@viavale.com.br

PERCEPÇÃO E PARTICIPAÇÃO INSTRUMENTOS PARA REVERSÃO DE PRÁTICAS AGRÍCOLAS INADEQUADAS

César Rodolfo Seibt
Cesar Augusto Pompêo

O cenário de estudo – o município de Alfredo Wagner, Santa Catarina, localizado em um dos pontos mais altos da bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu – caracteriza-se pela economia baseada na agricultura familiar e por apresentar uma intensa ação antrópica com ocupação e uso inadequado dos solos, derivando-se daí graves impactos ambientais, dos quais as enchentes são a manifestação mais visível e imediata. Associado ao processo erosivo, à perda de fertilidade dos solos e ao assoreamento fluvial, está o uso intensivo de fertilizantes químicos e de agrotóxicos, comprometendo a qualidade das águas e o equilíbrio do ecossistema local, com elevados prejuízos econômicos e sociais. Para reverter esse processo, um plano de gestão ambiental participativa foi desenvolvido por pesquisadores junto às comunidades rurais do município, visando promover desde o (re)conhecimento da problemática e de sua complexidade até a organização comunitária e adoção de novas alternativas econômicas e produtivas para a garantia do bem-estar social. Essa prática participativa mostrou-se importante para a implementação e sustentação de medidas estruturais mitigadoras de impactos ambientais, até então aplicadas de forma isolada e sem respaldo da comunidade.

Conhecendo o espaço da pesquisa – o município

Distante 130 km da capital, Florianópolis, Alfredo Wagner localiza-se numa das cabeceiras da bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu, uma das mais importantes e desenvolvidas do Estado, numa região intermediária entre o litoral e o planalto serrano. Possui, como em grande parte da bacia hidrográfica, um relevo fortemente acidentado, com vales profundos, estreitos e extensos, dos quais emergem as nascentes do rio Itajaí do Sul, um dos tributários do Rio Itajaí-Açu, principal manancial hídrico de superfície na bacia.

Com uma população de aproximadamente 8.000 habitantes¹, o processo de colonização teve seu início na segunda metade do século XIX, quando imigrantes alemães instalaram-se nas áreas adjacentes aos rios que atualmente apresentam a maior concentração populacional e econômica da região, como ocorre nas demais áreas do grande vale.

A economia, baseada na agricultura familiar de pequena propriedade rural², tem como principal atividade produtiva o monocultivo da cebola, destacando-se o município como um dos maiores produtores do Estado³ e também do país. Com a prática da agricultura especializada e voltada para esse monocultivo, introduzida na década de 70 conforme os preceitos da Revolução Verde, ampliou-se significativamente a área cultivada, num constante processo que se mantém até os dias atuais. Esta prática, em substituição ao sistema agrícola tradicional, teve rápida adoção, devido principalmente a fatores como a disponibilidade de mão-de-obra familiar, o baixo investimento inicial necessário ao cultivo, o bom e quase imediato retorno econômico, obtido nos pequenos espaços cultivados, a produção na entressafra (única região cebolicultora do país que produz nesta época, encontrando concorrência direta apenas no produto argentino, e geralmente atendendo a demanda apresentada por um amplo mercado consumidor).

Entendendo o problema – os impactos gerados pela agricultura

No entanto, o progresso e o desenvolvimento econômico decorrentes trouxeram conseqüências alarmantes, ainda presentes no contexto atual e que se denunciam claramente com a ocorrência de enchentes.

Como impacto natural, o fenômeno das enchentes deriva do encontro da massa de ar polar com a massa de ar tropical atlântica na Serra Geral, resultando em chuvas orográficas nas cabeceiras dos rios. O encontro destas águas e

¹ IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Síntese de indicadores sociais 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

² São 1.668 propriedades rurais somando 50.994 hectares, sendo que 88,91% possuem área inferior a 50 hectares e 46% área inferior a 10 hectares. IBGE. *Censo Agropecuário Santa Catarina 1995/96*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995.

³ A produção atinge 68.400 toneladas, conforme *Síntese de indicadores sociais 2000*. *Op. cit.*

o rápido acúmulo ocorrem principalmente na sede urbana do município, trazendo impactos econômicos e sociais significativos, que se avolumam em virtude de equivocadas ações antrópicas, como a indevida ocupação das áreas atingidas e a falta de planejamento urbano.

Apresentando um ecossistema de grande fragilidade em razão de suas próprias características geológicas⁴, geomorfológicas⁵ e edáficas⁶, o município vem sofrendo com um quadro de enchentes que paulatinamente se intensificou nas décadas de 70, 80 e 90, potencializado pelo intenso processo de ocupação dos espaços físicos ao longo da rede de drenagem de seus rios. A introdução da agricultura intensiva, exploratória, em espaços sem aptidão agrícola (principalmente encostas), desprotegendo a superfície acidentada, mostrou-se como o principal fator determinante do fenômeno, acelerando a sua ocorrência. Outros fatores também contribuíram para este e para novos impactos, ampliando significativamente a sua proporção. Entre eles, podemos citar: o *desmembramento* dos lotes rurais, sempre paralelos à declividade do relevo e perpendiculares aos rios; o *desmatamento* intensivo das matas ciliares e as queimadas nas encostas; o *alto potencial erosivo* das microbacias, a frágil estruturação dos solos e a rápida saturação destes sob o efeito de chuvas intensas, resultando em escoamento superficial abrupto e movimentos de solifluxão em toda extensão dos vales, em razão do solo não permitir uma infiltração maior; as *práticas inadequadas* de manejo dos solos e dos cultivos; a *reduzida cobertura vegetal* propiciada pelas espécies cultivadas (cebola e milho), ficando o solo exposto por longos períodos, acelerando-se conseqüentemente o processo erosivo.

Atualmente, a baixa fertilidade e a exaustão dos solos são compensadas com a introdução de grandes quantidades de fertilizantes químicos, comumente utilizados sem que se efetue a correspondente análise química da terra cultivada e sem que se busque a adequada recomendação técnica. Paralelamente, o elevado uso de agrotóxicos na agricultura local é também causa de graves impactos sobre o ambiente e sobre a saúde da população rural, com um significativo número de intoxicações por contato e inalação, decorrentes do modo incorreto, do descuido e da exposição direta na aplicação dos produtos.

No entanto, é sobre os recursos hídricos disponíveis que os efeitos do processo de degradação dos recursos naturais se fazem mais percucientes. Mostram-se visíveis com o intenso assoreamento dos leitos fluviais; com o

⁴ Rochas estratificadas, argilitos, folhelhos, siltitos e arenitos. SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. *Atlas de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.

⁵ Há grande amplitude altimétrica (até mais de 1000 metros). SANTA CATARINA. *Op. cit.*

⁶ Solos jovens, argilosos, rasos, baixa fertilidade natural, alta saturação de alumínio. SACHET, Zeferino Pedro *et al.* *Levantamento Edafoclimático da Microbacia do Rio Caeté-Município de Alfredo Wagner*. Florianópolis: FAPEU (Fundação de Amparo a Pesquisa e Extensão Universitária), 1993 (Documento técnico, 20).

rápido aumento do volume de suas águas por ocasião das chuvas orográficas, e principalmente com a já constatada perda de qualidade, provocada pela elevada quantidade de substâncias nocivas transportadas das lavouras (fertilizantes, agrotóxicos, embalagens...) pela ação do escoamento das águas das chuvas. Os rios abastecem a população local e suas águas são utilizadas pelas comunidades assentadas ao longo do curso e adjacências dos rios locais.

Todos esses impactos apontam para a gravidade da degradação provocada num curto âmbito geográfico, isto é, abrangem desde aquelas áreas com recursos naturais quase que intactos, nas cabeceiras, até uma extensão de aproximadamente 50 quilômetros rio abaixo, em que os impactos gerados sobre as águas confirmam o acelerado processo destruidor causado pela ação do homem.

Justificando a ação – o propósito

A intensa rede de relações apresentada pelo ecossistema local, ao mesmo tempo em que expõe sua riqueza, sua sustentação e sua fragilidade, aponta para a necessidade de um novo entendimento no que se refere aos elementos que deixam explícita a ausência de sustentabilidade engendrada pelas transformações.

Apesar da melhoria tecnológica das atividades agrícolas e do conseqüente aumento de produtividade, os impactos resultantes não foram amenizados. Os agricultores em sua grande maioria são carentes de informação e de assistência técnica, sendo assim potenciais agentes da degradação, devido ao desconhecimento do impacto gerado por suas ações. O desajuste no planejamento local aponta também uma situação de inoperância dos órgãos diretamente ligados ao setor agrícola, percebendo-se carência de interlocução entre os diferentes atores, geralmente com decisões tomadas em instâncias superiores, sem a participação da comunidade. Essas atitudes, como esperado, geram resultados de pouca sustentação e atuam como elementos de conflito, dificultando a construção de alternativas e a implementação de ações concretas, além de contar com o descrédito do agricultor no que se refere às possibilidades de organização comunitária.

As questões ambientais em suas diferentes manifestações mostram que a compreensão desta complexidade extrapola o aspecto disciplinar, cuja abordagem e metodologia freqüentemente contabilizam resultados pouco satisfatórios ou apenas paliativos. Isso significa dizer que medidas apenas pontuais e estruturais não são suficientes para garantir

soluções efetivas, principalmente quando os impactos ambientais são amplos, difusos e simultâneos e estão diretamente relacionados à ação humana. Essas questões complexas requerem ações paralelas, conjuntas e interdisciplinares e exigem o envolvimento da sociedade como elemento fundamental no processo de reversão dos seus impactos.

Foi neste sentido que se deu início, no ano de 2000, a uma pesquisa de sustentação interdisciplinar, participativa e qualitativa, constituída de três eixos temáticos: 1) *as águas e as práticas agrícolas*; 2) *a água e a ocupação do solo*; e 3) *a água e a prática educativa*. O seu objetivo foi a construção de conhecimentos e de propostas, em conjunto com a sociedade organizada do município, visando a qualificação ambiental, privilegiando-se a participação da sociedade local na definição e implantação de ações transformadoras para a sustentação socioambiental.

O objetivo específico, relacionado ao processo agrícola do município, foi o de analisar a realidade rural e sua perspectiva, atentando para o contexto sociocultural, econômico e ecológico, a fim de contribuir para a construção do planejamento integrado e para o desenvolvimento local. Desta forma, tornou-se necessário buscar o entendimento das práticas de uso e de ocupação dos solos, bem como da dinâmica que envolve os indivíduos e as comunidades enquanto agentes de mudança do espaço físico, uma vez que são também agentes multiplicadores potenciais no processo de reversão da situação-problema. Perceber e compreender as relações como um elemento de unidade e interdependência foi essencial para que processos de intervenção junto à população e às comunidades locais pudessem ser gerados.

Bases teóricas para a ação

As práticas de conservação dos recursos naturais são mais do que ações estruturais. Configuram-se fundamentalmente como medidas de ação coletiva, de entendimento e responsabilidade pelos benefícios gerados e pelo ganho comum dos agentes que usam e exploram um determinado espaço. Pesquisar tecnologias e alternativas mais sustentáveis, gerar desenvolvimento econômico e social são objetivos que devem estar associados ao processo produtivo tanto na agricultura como em outras atividades que envolvam diretamente os recursos naturais. Segundo Mattei⁷, a lógica que fundamentou a modernização da agricultura foi a de que o desenvolvimento agrícola levaria necessariamente ao desenvolvimento local. No entanto, o desenvolvimento baseado meramente no princípio de aumento de produtividade

⁷ MATTEI, Lauro Francisco. *Pluriatividade e desenvolvimento rural no Estado de Santa Catarina*. Campinas, 1999. 211 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

⁸ GRAZIANO, José.; WEID, Jean Marc van der. & BIANCHINI, Walter. *Graziano, Jean Marc e Bianchini debatem "O Brasil Rural precisa de uma Estratégia de Desenvolvimento"*. Ministério do Desenvolvimento Agrário/ Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável/Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, Brasília, 2001. Disponível em <http://nead.org.br/biblioteca/pdf/textos2/>. Acesso em 19 de agosto de 2002.

⁹ SANTOS, Rozely F.; REIGOTA, Marcos & RUTKOWISK, Emília. Educação e Planejamento Ambiental: uma relação conceitual. In: SANTOS, J. E. & SATO, M. *A Contribuição da Educação Ambiental à Esperança de Pandora*. São Carlos (SP): Rima Editora, 2001.

¹⁰ LANNA, A. E. L. Inserção da Gestão das Águas na Gestão Ambiental. In: MUÑOZ, Hector Raúl. (org.) *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei de águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

¹¹ CORDIOLI, Sérgio. *Enfoque Participativo: um processo de mudança*. Porto Alegre: Gênese, 2001.

¹² NAVARRO, Zander. Desenvolvimento Rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 16, n. 43, dez. 2001.

significou maior instabilidade para o setor, acentuando a desigualdade e a pobreza no campo, com reflexos ecológicos, econômicos e sociais importantes. Para Bianchini⁸, reverter impactos não é função apenas de políticas públicas, mas também de outras esferas, de uma nova cultura e de ações voltadas para a construção de objetivos comuns.

No entanto, é preciso considerar que essa nova percepção não deve se restringir ao âmbito da agricultura, mas ampliar-se ao contexto – a bacia hidrográfica e o local na qual ela se insere. É o que Santos⁹ explana, ao afirmar que o planejamento ambiental deve ser desenvolvido a partir das premissas de que: 1^a) é um processo de ordenamento do espaço, visando diagnosticar o ambiente de forma integral e sistêmica; 2^a) identifica as alternativas de uso dos recursos naturais e das atividades no espaço; 3^a) privilegia a participação da comunidade; 4^a) incide na conservação dos recursos naturais, atentando para os impactos resultantes das lógicas sociais e econômicas; e, 5^a) envolve ações futuras, previsões, incertezas, desconhecimento, probabilidades e riscos inerentes às próprias alternativas indicadas.

A implementação de estratégias para a gestão dos recursos naturais, por sua vez, está condicionada não só à *participação* dos diferentes agentes sociais que atuam no processo, mas também à *disseminação* e ao *acesso à informação*, à *descentralização*, ao *desenvolvimento da capacidade institucional* e à *interdisciplinaridade*.

Lanna¹⁰ vê esta gestão composta pela política, pelo planejamento e pelo gerenciamento ambiental, mas compreende que há necessidade de uma ação coordenada entre o governo e a participação dos usuários do ambiente e da sociedade em geral. É preciso então associá-la a outros fatores que permitam o avanço e a sustentação das melhorias proporcionadas com as ações realizadas.

Promover o desenvolvimento econômico é ato que se reflete no desenvolvimento ecológico e social, em reflexos recíprocos que dependem basicamente da organização e do (re)conhecimento por parte da comunidade. Desta forma, o sucesso no desenvolvimento de uma proposta de gestão ambiental está intrinsecamente condicionado à conscientização, à participação e à organização da comunidade. Ratiificando, Cordioli¹¹ diz que a participação coloca os indivíduos como sujeitos do processo, como seus próprios agentes, implicando novas capacidades de decisão e de confiança mútua, resultando na coesão da comunidade e na organização dos esforços. De acordo com Navarro¹², essa postura passa necessariamente pela ampliação da cidadania, da

solidariedade, da organização social, da democratização do poder local, do planejamento e da sustentabilidade dos recursos naturais.

Este processo, contudo, exige mudanças de comportamentos e atitudes. Requer envolvimento permanente, treinamento e capacitação das populações envolvidas para que possam gerir seu trabalho de organização e buscar alternativas para o gerenciamento local, de maneira a alcançar seus objetivos.

Para Demo¹³, a educação constitui a estratégia primordial de desenvolvimento, já que essa possibilidade de desenvolvimento, antes de ser uma questão de disponibilidade física e de meios e até mesmo de técnica, deriva da percepção qualitativa intrínseca do homem. Philippi Jr. e Pelicioni¹⁴ alertam que a educação ambiental implica a reconstrução de paradigmas e novas relações do homem para com a natureza, impondo uma reflexão contínua a partir de ação, ao longo da história.

Para tanto, faz-se necessário que as condições e as informações tornem-se visíveis para que sejam refletidas e dinamizadas pelos diferentes grupos sociais. A ampliação da percepção da realidade é capaz de levá-los à formulação de um novo pensar sobre a realidade na qual se inserem.

A ação em campo – a prática participativa

A possibilidade de estabelecer vínculos diretos com a realidade potencializa o fenômeno de intervenção e de construção coletiva. Entender os impactos e a importância de sua ação sobre o meio e sobre o homem é tarefa que possibilita a promoção da qualificação dos agentes e da gestão ambiental participativa, de modo que as ações estruturais tenham eficácia, abrangência, adoção e sustentação. A sociedade é sujeito e objeto de conhecimento e não apenas mera informante¹⁵.

Partindo-se do pressuposto de que há necessidade de criar um espaço teórico/prático, capaz de integrar e interagir com o conhecimento de diferentes agentes ecológicos, econômicos e sociais, adotou-se como proposta de sustentação para a pesquisa: 1) ser uma *pesquisa participante*, buscando na sustentação local a prática metodológica como forma de criar vínculos de transformação coletiva, tanto da sociedade local quanto do pesquisador; 2) ser uma *pesquisa interdisciplinar*, permitindo uma abrangência sistêmica de interação, no reconhecimento dos diferentes agentes, ecológicos, econômicos e sociais; e 3) ser uma *pesquisa qualitativa*, visando a compreensão ampla do fenômeno estudado

¹³ DEMO, P. *Desafios Modernos da Educação*. Petrópolis (RJ): Vozes, 2000.

¹⁴ PHILIPPI JR., Arlindo. & PELICIONI, Maria Cecília Focesi. *Educação Ambiental: Desenvolvimento de Cursos e Projetos*. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental. São Paulo: Signus Editora, 2000.

¹⁵ MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.) *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. Petrópolis (RJ): Vozes, 1994.

e considerando que todos os dados da realidade são importantes e devem ser examinados.

A metodologia utilizada nas diferentes etapas de campo desdobrou-se em quatro *momentos de ação*¹⁶, dinâmicos entre si e que acompanham o desenvolvimento comunitário, integrando-o ao desenvolvimento social, apresentados a seguir:

¹⁶ Adaptado de BAPTISTA, M. V. *Planejamento: Introdução à Metodologia do Planejamento Social*. 4. ed. São Paulo: Moraes, 1981.

I. Motivação	despertar (re)ação, sensibilizar;
II. Conscientização	desenvolver a capacidade operacional para a ação, construção do conhecimento;
III. Mobilização	estimular a participação na ação;
IV. Ação organizada	dar sentido de unidade ao trabalho coletivo.

A *ação de intervenção em campo* deu-se em dois momentos:

1) *(Re)conhecimento do contexto e entendimento do processo produtivo*, através da observação, identificação e caracterização das condições que definiam a situação a ser pesquisada, buscando-se nesta investigação os elementos de apoio teórico às práticas a serem propostas. Esta etapa abordou, por meio de entrevistas individuais e semi-estruturadas, dois públicos distintos, porém diretamente relacionados com o objetivo da pesquisa, ou seja: a) *entrevistas com instituições ligadas ao setor agrícola* – prefeitura, empresas de assistência técnica, sindicatos rurais, agrônomos e profissionais liberais; e, b) *entrevistas com agricultores e seus familiares*, visitando-se para isso as propriedades rurais nas adjacências dos principais cursos hídricos. Nestas etapas foram abordadas as seguintes temáticas com os entrevistados: *ambiente, enchentes, água, agrotóxicos, economia, comunidade, participação, educação e saúde*. O objetivo consistia em reconhecer a importância e a preocupação destes agentes para com os temas e detectar os elementos de maior relevância e valor dentro da realidade local. Foi então possível a construção de diferentes cenários a partir do olhar dos participantes, reconhecendo-se fragilidades, potencialidades, oportunidades e ameaças presentes na dinâmica socioambiental do contexto.

2) *Construção coletiva do processo de gestão ambiental*, momento caracterizado pela ação metodológica desenvolvida junto às comunidades rurais, priorizando-se e discutindo as questões vistas por elas como de maior importância. Esta ação prática deu-se em quatro etapas, que remeteram ao processo de construção e mobilização coletiva: a) *reuniões*

com as comunidades rurais visando reconhecer coletivamente os problemas, sensibilizando e despertando para a ação; b) encontro com lideranças comunitárias rurais objetivando desenvolver a capacidade operacional, elaborar propostas de ação, criar vínculos com a comunidade; c) realização de microfóruns comunitários visando conhecer e discutir propostas, construir diagnósticos pró-ativos, gerar participação na ação; e, d) promoção do 1º Fórum Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente, possibilitando a incorporação de mais pessoas às discussões acerca dos problemas identificados anteriormente, buscando a integração de áreas temáticas em uma perspectiva sistêmica, propondo subsídios e diretrizes para o planejamento socioambiental e econômico, como também apontando as necessidades imediatas quanto às ações institucionais e das organizações sociais locais.

Análise e considerações sobre o trabalho desenvolvido – a contribuição

Os danos ecológicos causados pela ação antrópica continuam sendo fruto do desconhecimento ou da negligência dos indivíduos em relação à capacidade de suporte dos ecossistemas. Assim sendo, a questão central da conservação dos recursos naturais está no desafio de implementar formas de gestão que garantam a sustentabilidade ecológica, econômica e social das populações. Os pressupostos básicos para que este processo alcance seus objetivos dentro do contexto social são: 1º) decisão política; 2º) participação social; 3º) ações diversificadas em função das características da comunidade e dos grupos sociais envolvidos; e, 4º) utilização de técnicas e tecnologias adequadas às condições locais. A partir do entendimento e da ação atendendo a esses pressupostos, um local, município ou comunidade começa a se tornar sustentável, quando suas organizações e seus cidadãos assumem o compromisso ecológico e social e iniciam em parceria com o poder público o processo de melhoria contínua da qualidade de vida dos seus habitantes. A pesquisa realizada junto às comunidades rurais pode ser analisada sob dois enfoques: 1º) *desencadeamento do processo de participação*; e, 2º) *participação da comunidade*.

Na construção do processo participativo, a clara apresentação da proposta de pesquisa e as informações obtidas junto aos órgãos públicos e aos profissionais a eles relacionados permitiram o estabelecimento de parcerias e a obtenção de subsídios para que se pudesse avançar com o propósito desejado. Essas informações constituíram um pré-diagnóstico e apontaram elementos de interesse e de

aproximação com o público-alvo. Um elemento importante na construção e prática das etapas seguintes foi a presença constante de um mediador local cuidadosamente definido, de bom relacionamento e conhecedor da problemática a ser abordada. Este apoio constante permitiu que as intervenções fossem facilitadas, atenuando a resistência oferecida pelos entrevistados. As entrevistas individuais, além de tornarem os pesquisadores conhecidos nas comunidades, abordaram temas relacionados às suas realidades, o que instigou e permitiu a proposição de discussões coletivas nas etapas seguintes do processo. O encontro com lideranças de diferentes comunidades teve como objetivo dar coesão ao trabalho dos pesquisadores, tornando-os simultaneamente co-partícipes e co-autores, como canal de retorno para a comunidade. Esta participação permitiu que ações autônomas se articulassem, criando mecanismos de sustentação que pudessem ser mantidos após a saída de cena dos promotores iniciais. Os microfóruns comunitários determinaram as prioridades de cada comunidade e do município e envolveram também as instituições locais na discussão e construção de propostas para a problemática ambiental e para o desenvolvimento local. O fórum municipal de desenvolvimento foi o momento de encontro das pesquisas e da elaboração do plano municipal de planejamento e gestão ambiental, quando foram definidas em oficinas temáticas as atividades prioritárias a serem executadas nas oito áreas trabalhadas na pesquisa: agricultura, saúde, educação, infraestrutura, enchentes, saneamento, economia e organização social.

O grau de *participação da comunidade* foi o sinalizador da condução do processo e teve que ser permanentemente buscado. O recurso a entrevistas semi-estruturadas e a dinâmica na partilha da abordagem com os demais componentes da família propiciaram um fluxo interativo e produtivo. O uso de recursos audiovisuais nas etapas coletivas, visando a transmissão de informações, facilitou a introdução das temáticas desejadas e trouxe a participação espontânea dos grupos na discussão e na reflexão coletiva. Estas construções coletivas não somente permitiram a abordagem dos aspectos ecológicos, sociais e econômicos, mas levaram também a comunidade a se perceber como elemento importante, articulador, descentralizador e sujeito ativo do planejamento ambiental, despertando seus integrantes para a necessidade da organização comunitária e da participação efetiva como elementos fortalecedores, geradores de mudanças e transformações do espaço ocupado. Fizeram emergir

ainda a compreensão da necessidade de capacitar e instrumentalizar os agentes locais para a promoção do desenvolvimento local, de adotar outras alternativas produtivas, práticas e tecnologias agrícolas compatíveis a um contexto de pluriatividade e conservação dos recursos naturais.

As mudanças que estão ocorrendo refletem uma nova tomada de consciência e a busca de alternativas que possibilitem a permanência das novas gerações no campo. Entre as mudanças estão:

a) *a formação, o fortalecimento e a organização de associações comunitárias rurais*, visando a organização social e a cidadania, a produção e a comercialização, a cooperativa de crédito rural, os núcleos de produtores rurais, a manifestação de lideranças comunitárias e a formação de multiplicadores locais;

b) *a adoção de práticas agrícolas conservacionistas e diversificação de cultivos*, cujos efeitos imediatos consubstanciam-se na melhoria do potencial produtivo, na qualidade dos recursos hídricos locais e na segurança socioeconômica dos pequenos agricultores;

c) *a adoção de atividades e práticas agroecológicas* (em substituição ao processo tradicional de produção) cuja repercussão ecológica, econômica e social deriva no respeito ao ambiente, na produção de alimentos saudáveis, no valor comercial agregado, na saúde do trabalhador rural e de sua família, todos estes fatores sendo potencializados pela organização e ação comunitária, construídas em parceria com os setores diretamente envolvidos no processo (Prefeitura Municipal, Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Universidade Federal de Santa Catarina, Instituto Vianei de Educação Popular e outros);

d) *a instalação de pequenas agroindústrias comunitárias rurais* (conservas, mel, farinhas, açúcar, embutidos, derivados de leite etc), cujo valor agregado possibilita a ampliação das atividades econômicas nas propriedades rurais e a melhoria da qualidade de vida das famílias envolvidas;

e) *as atividades de ecoturismo*, de grande potencial, propiciadas pela beleza natural exuberante, pelos recursos hídricos, pela localização privilegiada e pela estrutura ímpar (urbana e rural) do município dentro do contexto regional, aproveitando-se uma oportunidade econômica significativa e também de preservação dos recursos naturais; e

f) *o resgate de processos tradicionais* de produção e beneficiamento de produtos agrícolas, relegados a um segundo plano quando da substituição pela monocultura, (re)

valorizando hábitos e tradições das comunidades e famílias locais, em sua maioria, descendentes de alemães.

Tais ações, em seus diferentes estágios, ampliam-se e são trabalhadas por meio de parcerias e processos participativos, para a construção de objetivos comuns. Parcerias essas que são propostas junto às comunidades, às lideranças comunitárias, à sociedade local e aos órgãos institucionais e não institucionais (locais e externos), para que a construção de estratégias seja potencializada em prol da mudança, visando a sustentabilidade e o desenvolvimento do processo de gestão ambiental, bem como o fortalecimento das dinâmicas integradoras e de conhecimento.

A pesquisa realizada apresentou muitos resultados significativos, dentre os quais destacam-se a grande e efetiva participação das comunidades rurais no processo de reconhecimento da realidade municipal, bem como a construção de propostas coletivas para o enfrentamento e resolução de problemas existentes.

As ações que culminaram com a realização do 1º Fórum Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente de Alfredo Wagner, em agosto de 2002, integrando as pesquisas dos demais grupos temáticos, resultaram na elaboração de um documento oficial denominado “Diagnóstico Coletivo da Realidade Municipal” e na formação de uma Comissão Municipal de Desenvolvimento e Meio Ambiente de Alfredo Wagner (COMDEMA), instituindo-se legalmente a participação da sociedade por ela representada. Apesar dos paradigmas em contrário ainda permanecerem, os sinais indicam que o processo avança e anuncia novos tempos.

Pode-se afirmar que o compromisso deve estar alicerçado em políticas públicas e comunitário-participativas sustentáveis, que em sendo adotadas, favorecerão o desenvolvimento local integrado e coerente, a criação de ambientes saudáveis, a promoção de estilos de vida condignos, e a reorientação de sistemas e serviços públicos voltados a esses fins. A participação é, assim, uma proposta de mudança para minimização do quadro de impactos ambientais, um trabalho construtivo e coletivo baseado em premissas e práticas que condicionam a implementação de estratégias sustentáveis no que se refere à gestão desses compromissos.

César Rodolfo Seibt é engenheiro agrônomo e mestre em Engenharia Ambiental.

cseibt@hotmail.com

Cesar Augusto Pompêo é engenheiro civil, doutor em Recursos Hídricos e professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

pompeo@ens.ufsc.br

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NA PRODUÇÃO FAMILIAR NO CENTRO-SUL DO PARANÁ

Renato Linhares de Assis

Os modelos agroecológicos de produção que consideram a importância das interações ecológicas nos agroecossistemas ganham reconhecimento crescente. Em consequência, as linhas de ação identificadas para a pesquisa e a difusão de tecnologias passam a ser orientadas na direção de modelos que sejam sustentáveis em termos sociais e econômicos, e que, ao mesmo tempo, respeitem os valores culturais dos agricultores e levem em conta as variáveis ambientais. Entende-se que a organização social da produção agrícola baseada no trabalho familiar favorece a conciliação entre a complexificação desejada e a supervisão e o controle do processo de trabalho necessários. Exemplo disto é a experiência, aqui analisada, dos agricultores experimentadores da região Centro-Sul do Paraná, desenvolvida de forma conjunta entre as organizações dos trabalhadores rurais e a AS-PTA, entidade não governamental que visa ao fortalecimento da agricultura familiar a partir do fomento de práticas agroecológicas. Mesmo considerando o sucesso de muitas dessas práticas implantadas na região, notadamente com milho e feijão, dificuldades inerentes a este processo são também reconhecidas e exigem, face aos limites característicos de tais iniciativas, intervenções do poder público e da própria sociedade como forma de potencializar e ampliar os resultados.

Os sistemas agrários da região Centro-Sul do Paraná

A região Centro-Sul do Paraná, também conhecida como Paraná Tradicional, por ter sido onde se deu o início da ocupação do Estado, tem cerca de 1.300.000 hectares distribuídos por 20 municípios que se caracterizam por uma grande concentração de agricultores familiares. Em função destas características, optou-se pela utilização da metodologia de diagnóstico rápido dos sistemas agrários, apresentada por Metrick¹ e Dufumier², como a melhor forma de estabelecer os parâmetros para amostragem dos agricultores a serem entrevistados e de atingir os objetivos propostos.

¹ METRICK, H. Development Oriented Research. In: *Agriculture – ICRA TEXT BOOK*. Wageningen: ICRA, 1993. mimeografado.

² DUFUMIER, M. *Sistemas de Producción y Desarrollo Agrícola en el Tercer Mundo*. s. n. t.

A metodologia de diagnóstico rápido dos sistemas agrários permite a aplicação de questionários detalhados, com maior eficiência no uso de recursos humanos e financeiros em comparação aos métodos probabilísticos, visto que possibilita a redução do número de questionários (entre trinta e cinquenta – a quantidade pode variar em função da experiência dos pesquisadores envolvidos). O diagnóstico parte de um zoneamento, no qual se divide a área em questão tendo como parâmetro o problema a ser estudado, para, a partir dele, caracterizar a diversidade agroecológica e socioeconômica da região.

O tamanho da amostra para entrevistas foi de 36 agricultores – 6 agricultores em cada um dos 6 municípios selecionados (na análise dos dados este total foi reduzido a 35 devido à perda das informações de uma entrevista). Para a escolha dos municípios, foram utilizados critérios relacionados a características do meio físico, de produção e de políticas, verificadas no rápido diagnóstico realizado.

Para o meio físico, a característica marcante constatada foi a existência da Serra da Esperança que, cortando a região no sentido leste-oeste, serve de marco divisório entre duas sub-regiões bem distintas no que se refere a declividade, solos e estrutura fundiária.

Em relação às características de produção, a ênfase recaiu sobre os municípios com maior índice de produtores familiares de milho e feijão, enquanto que, para a análise dos critérios políticos, foram consideradas a presença da AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa) e a existência de políticas municipais de desenvolvimento rural com enfoque agroecológico.

Assim, considerando primeiramente os municípios com forte atuação da AS-PTA, a oeste da Serra da Esperança, foram selecionados Cruz Machado e Bituruna, em função

de possuírem o maior percentual de agricultores familiares, ao mesmo tempo que mantêm altos índices de produtores de feijão e milho. Em igual medida, utilizando os mesmos critérios, no lado leste a escolha recaiu sobre Rebouças e Rio Azul. Em acréscimo a estes, foram incluídos os municípios de Palmeira e União da Vitória, em função de suas políticas municipais de desenvolvimento rural com enfoque agroecológico.

Escolhidos os municípios, a seleção dos produtores baseou-se em entrevistas com lideranças locais contactadas, tendo como critério a existência de experiências com práticas agroecológicas. Procurou-se também estratificar os agricultores em função do nível de capitalização (dois capitalizados, dois em vias de capitalização e dois descapitalizados). Assim, a escolha dos agricultores a serem entrevistados foi realizada a partir do entendimento que essas lideranças locais fizeram do que seriam tais níveis de capitalização: agricultores capitalizados seriam aqueles cuja atividade agrícola estaria tendo resultado econômico³ superior a duas vezes o custo de oportunidade do trabalho⁴; agricultores em vias de capitalização seriam os que estariam tendo um resultado econômico superior a uma vez e até duas vezes o custo de oportunidade do trabalho; e agricultores descapitalizados seriam aqueles cuja atividade agrícola estaria proporcionando um resultado econômico entre o nível de subsistência e o custo de oportunidade do trabalho.⁵

Para as entrevistas utilizou-se um roteiro com perguntas semi-estruturadas, ou seja, que permitiam respostas abertas, as quais foram agrupadas e tabuladas posteriormente, em função da idéia geral do pensamento apresentado pelos agricultores em relação a cada ponto questionado.

Condições de vida dos agricultores familiares

A análise dos agricultores é de que a atividade rural, apesar de ser muito laboriosa, possibilita uma qualidade de vida que não conseguiriam obter em ambiente urbano, relacionando para isto aspectos referentes à alimentação, moradia e tranquilidade. Porém, como dificuldade para que esta vontade de permanecer no campo se viabilize, apontam a ação do poder público que desprestigia o setor agrícola.

Como reflexo desta análise, a maioria dos entrevistados (33) expressou o desejo da permanência dos filhos na atividade agrícola, com exceção de dois agricultores: um relatou esperar que os filhos consigam algo melhor na cidade, pois na sua opinião, a agricultura remunera muito mal; outro disse esperar a transferência apenas das filhas, por

³ O resultado econômico refere-se à renda líquida por unidade de trabalho.

⁴ Considerou-se o salário mínimo como referência para o custo de oportunidade do trabalho.

⁵ GUANZIROLI, C. E. *et. al.* *Novo Retrato da Agricultura Familiar – O Brasil redescoberto*. Brasília: INCRA - FAO, 2000. 74p.

considerar o trabalho agrícola muito pesado. Entre os que desejam a permanência dos filhos no meio rural, 15 afirmaram que, apesar de a vida no meio rural ser difícil, ainda é melhor do que na cidade, pois não existe o risco de passar fome; 11 expressaram que este desejo pode não se concretizar em função do quadro de desesperança no campo que vem sendo mantido pelo poder público; 4 relataram que esperam permanecer na atividade agrícola capitalizando-se a partir da adoção de sistemas de produção agroecológicos/diversificação da produção; e outros 3 acreditam não ser possível concretizar este desejo pelo fato de os atrativos da cidade serem muito maiores do que os do campo.

Porém, independentemente do desejo expresso pela maioria dos agricultores de que os filhos permaneçam no meio rural, todos têm procurado proporcionar-lhes o máximo de escolaridade, o que está sendo facilitado até o 3º ano do ensino médio, na medida que todos os municípios visitados garantem transporte gratuito dos alunos até este nível escolar.

Em relação a atendimento de saúde, apenas em Cruz Machado não há posto próximo dos entrevistados, sendo os agricultores e seus familiares atendidos somente na sede do município. Nas demais cidades há posto de saúde nas proximidades dos entrevistados (entre 500 m e 9 km), variando a forma de atendimento (União da Vitória: médico uma vez por semana e atendimento dentário com unidade odontológica móvel uma vez por ano; Bituruna: atendimento médico e odontológico uma vez por semana; Rio Azul: atendimento médico semanal; Rebouças: atendimento médico 4 horas por dia e odontológico 2 vezes por semana; e Palmeira: atendimento médico e odontológico uma vez por semana).

Percebe-se, então, certa homogeneidade no tipo e na forma de acesso a serviços públicos de educação e saúde, oferecidos pelos poderes municipais da região. Não são, portanto, estes serviços que causam insatisfação em relação ao poder público em geral. A falta de perspectivas para o meio rural, que leva os agricultores a não acreditar na concretização do desejo de que a família permaneça na agricultura, é o motivo pelo qual consideram fundamental a máxima qualificação escolar possível para os filhos.

Uso de práticas agroecológicas nos sistemas de produção familiares

Com base nas respostas ao questionário, os agricultores entrevistados foram agrupados em três classes de acordo com o grau de utilização de práticas agroecológicas: tipo

(1) - alto; tipo (2) - médio; e tipo (3) - baixo. Posteriormente, estas classes foram subdivididas em função da utilização (A) ou não (B) de canais de comercialização de produtos orgânicos e em função da não utilização (X) de adubação mineral e/ou agrotóxico, da utilização (Y) de adubação mineral sem agrotóxicos e da utilização (Z) de adubação mineral e agrotóxicos.

Entre as diversas combinações possíveis a partir desta classificação, foram observados sete tipos diferentes entre os agricultores entrevistados, conforme descritos na tabela 1 e detalhados nas tabelas 2, 3 e 7, onde são apresentadas, para cada tipo de agricultor, as características técnicas dos sistemas de produção observados.

Tabela 1: Tipologia dos agricultores familiares da região Centro-Sul do Paraná, a partir do grau de utilização de práticas agroecológicas.

Tipologia	Nº de agricultores	Descrição
1AX	8	Alto índice de utilização de práticas agroecológicas, com comercialização parcial da produção em mercados de produtos orgânicos, e sem utilização de adubação mineral e/ou agrotóxicos.
1BX	2	Alto índice de utilização de práticas agroecológicas, sem utilização de canais de comercialização de produtos orgânicos, e sem utilização de adubação mineral e/ou agrotóxicos.
1BY	3	Alto índice de utilização de práticas agroecológicas, sem utilização de canais de comercialização de produtos orgânicos, e com utilização de adubação mineral e sem utilização de agrotóxicos.
2AY	6	Médio índice de utilização de práticas agroecológicas, com comercialização parcial da produção em mercados de produtos orgânicos, e com utilização de adubação mineral e sem utilização de agrotóxicos.
2BY	2	Médio índice de utilização de práticas agroecológicas, sem utilização de canais de comercialização de produtos orgânicos, e com utilização de adubação mineral e sem utilização de agrotóxicos.
2BZ	5	Médio índice de utilização de práticas agroecológicas, sem utilização de canais de comercialização de produtos orgânicos, e com utilização de adubação mineral e de agrotóxicos.
3BZ	9	Baixo índice de utilização de práticas agroecológicas, sem utilização de canais de comercialização de produtos orgânicos, e com utilização de adubação mineral e de agrotóxicos.

A dependência de insumos externos à unidade de produção agrícola (semente comercial, adubo mineral, agrotóxicos, sementes de adubos verdes e capina química) tende a aumentar à medida que se reduz o índice de utilização de práticas agroecológicas (tabela 2). Este é um resultado esperado, uma vez que a agroecologia tem como premissa a maximização dos recursos locais e o estabelecimento de

condições ambientais equilibradas entre solos, luminosidade, água, plantas e outros organismos presentes no agroecossistema.

Em oposição, a obtenção de aumentos de produtividade a partir da utilização de práticas agroquímicas somente se torna possível a partir da sua ampla utilização, na medida que estas demandam umas às outras, ou seja, são práticas interligadas. Assim, uma semente comercial demanda uma adubação mineral adequada e uma simplificação do ambiente agrícola para o seu cultivo mais intensivo, que determinam, em consequência, o aumento da incidência de pragas e doenças, levando o agricultor a recorrer ao uso de agrotóxicos.

Tabela 2: Características técnicas dos agricultores entrevistados (% em relação ao total de cada tipo)*

Prática agrícola	Tipo**						
	1AX (n=8)	1BX (n=2)	1BY (n=3)	2AY (n=6)	2BY (n=2)	2BZ (n=5)	3BZ (n=9)
Uso de semente crioula	100	100	100	100	100	100	89
Uso de semente comercial	12	-	33	83	100	40	55
Uso de adubação mineral	-	-	100	100	100	100	100
Uso de adubação orgânica	100	50	-	83	50	-	11
Uso de cobertura morta	25	-	33	67	50	-	11
Uso de agrotóxicos	-	-	-	-	-	100	100
Experiência com adubação verde	alta	75	100	100	67	100	67
	baixa	25	-	-	33	-	22
	nula	-	-	-	-	-	11
Produção de sementes de adubos verdes	total	50	100	33	-	-	22
	parcial	50	-	67	83	100	33
	nula	-	-	-	17	-	45
Tipo de capina	manual	100	100	100	100	100	45
	tração animal	62	100	33	50	50	22
	química	-	-	-	-	-	89

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Ver descrição dos tipos na tabela 1.

A Agroecologia, ao contrário, ao valorizar os recursos locais, pensa a propriedade como um todo, sendo a produtividade algo a se obter a partir da formação de um agroecossistema vigoroso que consiga responder favoravelmente, de forma autônoma, a períodos de estresse. Para isto, procura-se trabalhar com uma diversificação de atividades, buscando-se a melhoria da fertilidade natural dos solos a partir da ampla utilização de práticas como a adubação verde

e adubação orgânica, com esterco proveniente de criações, integrando atividades de produção vegetal e animal. Observa-se que os agricultores estudados têm buscado esta melhoria da fertilidade natural dos solos, basicamente através do uso da adubação verde, prática que, junto com o uso de sementes crioulas, é ao que se restringe a experiência com agroecologia de alguns agricultores da classe 3BZ (tabelas 2 e 3).

Tabela 3: Número médio de outras práticas agroecológicas citadas por tipo de agricultor familiar entrevistado da região Centro-Sul do Paraná (n=35)*

Tipo de agricultor**	1AX (n=8)	1BX (n=2)	1BY (n=3)	2AY (n=6)	2BY (n=2)	2BZ (n=5)	3BZ (n=9)
Número de práticas***	3,0	2,5	1,0	3,2	0,0	1,5	0,0

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Ver descrição dos tipos na tabela 1.

*** Práticas citadas (entre parênteses, número de agricultores total por prática): supermagro (18); biofertilizante (3); calda sulfocálcica (13); calda bordalesa (13); calda viçosa (1); urina de vaca (2); fumo de rolo (2); vermicompostagem (2); bokashi (1); macerados de plantas (3).

A adubação com esterco é utilizada por 45,7% dos agricultores, sendo praticamente restrita aos que utilizam canais de comercialização orgânica (40%) de hortaliças ou frutas, o que, entende-se, seja devido ao fato de que o cultivo de hortaliças se faz de forma mais intensiva e em áreas menores do que para milho e feijão. Outro ponto se refere à maior remuneração da produção que conseguem obter em mercado de produtos orgânicos, o que constitui um estímulo importante para realizarem esta prática no cultivo de hortaliças, em detrimento das culturas de milho e feijão, que são consideradas pouco exigentes em adubação por parte dos agricultores.

No que se refere à experiência dos agricultores com adubação verde, independentemente da tipologia apresentada, pode-se observar que 18 agricultores (51,4%) afirmaram que esta prática demanda um aumento de mão-de-obra (necessidade de plantio, tratamentos culturais e incorporação dos adubos verdes), que é compensado por um aumento de produtividade (tabela 4). Entre os 28 entrevistados (79,4%) que afirmaram ter a adubação verde um impacto positivo sobre a produtividade, 6 (21,4%) observaram que isto ocorreu após o primeiro ano, 12 (42,9%) após o segundo ano, 2 (7,1%) após o terceiro ano, 1 (3,6%) após o quarto ano, e outros 7 (25%) não informaram sobre o prazo em que tal transformação ocorreu.

Tabela 4: Opinião dos agricultores familiares da região Centro-Sul do Paraná entrevistados, em relação ao efeito da prática da adubação verde sobre a demanda de mão-de-obra e a produtividade (n=35)*

Opinião dos entrevistados	Nº. de agricultores
Aumenta a demanda de mão-de-obra e a produtividade	18
Aumenta a demanda de mão-de-obra e reduz a produtividade	2
Não altera a demanda de mão-de-obra e a produtividade	3
Não altera a demanda de mão-de-obra e aumenta a produtividade	5
Reduz a demanda de mão-de-obra e aumenta a produtividade	5
Não informaram	2
Total	35

* Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, é entendimento comum entre os agricultores que fazem adubação verde que, ao possibilitar a eliminação de insumos (adubos e herbicidas) e reduzir a necessidade de capinas, esta prática diminui os custos de produção, devido às melhorias que proporcionam às condições gerais do solo, conforme a tabela 5.

Tabela 5: Opinião dos agricultores familiares da região Centro-Sul do Paraná entrevistados, em relação aos efeitos da adubação verde sobre as áreas de cultivo (n=35)

Opinião dos entrevistados*	Nº. de agricultores
Melhor estruturação do solo	18
Melhoria da fertilidade do solo	12
Conservação do solo e redução de problemas com erosão	5
Melhoria da vida do solo	5
Melhoria geral das áreas de cultivo	4

* Respostas não excludentes.

Mais recentemente, como forma de potencializar os resultados da adubação verde, a AS-PTA vêm difundindo na região Centro-Sul do Paraná o plantio direto sem herbicida. Observou-se que, até o momento, esta prática não tem sido usada de forma mais indiscriminada pelos agricultores (tabela 6), sendo opinião da maioria de que a mesma apresenta grande potencial para a região, mas ainda precisa de melhor ajuste às condições da produção familiar em questão. A dificuldade principal, neste caso, é a demanda por mão-de-obra, devido à maior necessidade de capinas que o plantio direto sem herbicidas exige. Esta dificuldade se acirra na medida que a prática preconizada para redução na demanda

por capinas, qual seja, a utilização de plantas de cobertura, usadas normalmente como adubos verdes, é considerada como onerosa em mão-de-obra (tabela 4).

Tabela 6: Experiência dos agricultores com plantio direto (n=35)*

Saúde x uso de agrotóxicos	Tipo de agricultor (nº de entrevistados)**							Total
	1AX	1BX	1BY	2AY	2BY	2BZ	3BZ	
Sucesso no plantio direto sem herbicida	-	1	1	-	1	1	-	4
Sucesso no plantio direto com herbicida	2	-	-	-	-	-	5	7
Insucesso no plantio direto sem herbicida	-	-	-	-	1	2	-	3
Insucesso no plantio direto com herbicida	-	-	-	-	-	1	-	1
Sem experiência com plantio direto	6	1	2	6	-	1	4	20
Total	8	2	3	6	2	5	9	35

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Ver descrição dos tipos na tabela 1.

No que se refere ao uso de agrotóxicos, verifica-se que problemas de saúde relacionados a estes produtos foram relatados por 21 dos agricultores entrevistados (60%), porém de forma indiscriminada entre os diferentes tipos, indicando que não há relação entre o grau de adoção de práticas agroecológicas e problemas de saúde decorrentes do uso de agrotóxicos (tabela 7). Apesar disso, é preocupação de todos os agricultores reduzir a utilização deste tipo de insumo, neste caso agregando a preocupação com a saúde à necessidade de redução de custos.

No que se refere à diversificação da produção (tabela 8), observa-se que o número médio do total de cultivos é maior para os agricultores com alto índice de utilização de práticas agroecológicas (classe 1), variando entre 8,0 e 9,1. Para as outras duas classes (2 e 3), excetuando-se o tipo 2BZ, que tem o número médio de cultivos igual a 10, os valores são menores e sem grandes diferenças entre os tipos de agricultores que as compõem, apresentando valores variáveis entre 5,9 e 7,2.

Observa-se, ainda, que os tipos que não utilizam canais de comercialização orgânica apresentam uma variação da diferença entre o número médio de cultivos totais e o número médio de cultivos comerciais de 3,9 a 6,5; em contraposição, os tipos 1AX e 2AY, que comercializam produção orgânica, apresentam uma diferença menor entre o número médio de cultivos totais e o número médio de cultivos comerciais, sendo esta de 2,5 e 2,7, respectivamente.

As diferenças explicitam as dificuldades de comercialização de uma produção diversificada por parte dos agricultores familiares do Centro-Sul do Paraná, visto que os

mercados tradicionais da região viabilizam a comercialização apenas do feijão (produto principal), do milho (comercializado eventualmente quando há excedente de produção que se destina prioritariamente à alimentação animal) e da ervamate.

Tabela 7: Problemas de saúde relacionados ao uso de agrotóxicos, citados pelos agricultores familiares entrevistados da região Centro-Sul do Paraná (n=35)*

Saúde x uso de agrotóxicos	Tipo de agricultor (nº de entrevistados)**							Total
	1AX	1BX	1BY	2AY	2BY	2BZ	3BZ	
Nunca utilizou	1	-	2	-	1	-	-	4
Contaminação diagnosticada***	1	2	-	1	-	-	1	5
Suspeita de contaminação****	4	-	-	2	1	4	5	16
Sem problema de saúde relacionado ao uso de agrotóxico	2	-	1	3	-	1	3	10
Total	8	2	3	6	2	5	9	35

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Ver descrição dos tipos na tabela 1.

*** Problemas de saúde (entre parênteses, número de agricultores total por problema de saúde citado): dor de estômago (2); ânsia de vômito (2); vômito; enjôo (1); tontura (1); dor de cabeça (1); alteração no sistema nervoso (1); diagnóstico de resíduo de agrotóxico em exame de sangue (1); câncer (1).

**** problemas de saúde (entre parênteses número de agricultores total por problema de saúde citado): dor de cabeça (8); tontura (5); enjôo (3); vômito (2); dor no fígado (1); alteração da pressão arterial (1); fraqueza (1); dor nas articulações (1); dor nas pernas (1); alteração no sistema nervoso (1); insônia (1); depressão (1); maior suscetibilidade a doenças (1); tosse (1); ardência nos olhos (1); manchas no corpo (10)

Em relação à atividade de produção animal, verificam-se ainda baixos valores referentes ao número médio de criações comerciais (tabela 8), os quais se referem a excedentes de produção para autoconsumo. A criação animal não é, via de regra, uma atividade voltada para o mercado, apesar de amplamente difundida entre os agricultores, a ponto de ser a destinação quase que exclusiva do milho, e motivo citado por boa parte dos agricultores para manter o cultivo deste cereal (tabela 9).

A manutenção dos cultivos de milho e feijão despertou interesse durante as entrevistas realizadas no primeiro município visitado (Cruz Machado), face às diversas queixas colocadas em relação aos resultados que estavam obtendo com essas culturas. Assim, decidiu-se incluir nas entrevistas realizadas nos 5 municípios seguintes um questionamento relativo aos motivos para a manutenção daqueles cultivos, cujos resultados são apresentados na tabela 9.

Independentemente das dificuldades enfrentadas, verifica-se que a manutenção do milho e do feijão, nos sistemas de produção analisados, ocorre em função de um processo decisório intuitivo, sendo uma opção orientada pela experiência e pela segurança, típicos da produção familiar.

Tabela 8: Número médio de cultivos e criações nos sistemas de produção dos agricultores familiares entrevistados da região Centro-Sul do Paraná (n=35)*

Tipo**	Nº médio de cultivos***			Nº médio de criações****		
	Comerciais	Autoconsumo *****	Total	Comerciais	Autoconsumo *****	Total
1AX (n=8)	6,6	7,5	9,1	0,9	3,4	3,5
1BX (n=2)	2,5	9,0	9,0	1,0	5,5	5,5
1BY (n=3)	3,7	7,7	8,0	0,7	4,0	4,0
2AY (n=6)	4,5	6,2	7,2	0,7	3,7	3,7
2BY (n=2)	2,0	6,5	6,5	0,5	3,5	3,5
2BZ (n=5)	4,4	7,2	10,0	0,4	4,2	4,4
3BZ (n=9)	3,8	5,9	7,7	0,4	2,5	2,5

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Ver descrição dos tipos na tabela 1.

*** Considerando horta como uma unidade.

**** Excluindo animais de serviço.

***** Incluindo produtos comerciais também utilizados para autoconsumo.

Tabela 9: Número de agricultores familiares entrevistados da região Centro-Sul do Paraná, por motivo citado para continuarem produzindo milho e feijão (n=35)*

Motivo**	Nº. de agricultores
Experiência com estas culturas	23
Utilizam o milho com a criação animal	14
São culturas que requerem poucos cuidados / investimentos	11
São culturas adaptadas à região e a pequenas extensões de terra	7
São produtos de fácil comercialização	5
Manter diversificação da propriedade, o que é facilitado com o ciclo curto do feijão	5
Têm esperança de que conseguirão preços melhores	4
Feijão é o principal item da alimentação do brasileiro	4
Demanda de consumo da família	4
Não opinou a respeito	1

* Fonte: Dados da pesquisa.

** Respostas não excludentes de 30 agricultores.

Considerações finais

O foco principal das experiências dos entrevistados está relacionada ao uso de sementes crioulas e da adubação verde, práticas que reconhecidamente favorecem a independência dos agricultores em relação a insumos externos à unidade de produção agrícola. No que se refere à adubação verde, há bom entendimento sobre os efeitos e importância desta técnica, sendo prática comum a multiplicação de sementes de adubos verdes, o que demonstra a adoção efetiva da adubação verde como rotina nos sistemas de produção estudados.

Porém, apesar do uso indiscriminado de sementes crioulas e de a adubação verde demonstrar uma percepção por parte dos agricultores sobre a importância de aproveitar os recursos locais visando a sustentabilidade de suas atividades de produção agrícola, há necessidade de evolução no sentido de utilizar outros recursos disponíveis. Destaca-se neste caso a necessidade de melhor aproveitamento do esterco oriundo das criações animais presentes em todas as unidades de produção agrícola analisadas. O melhor uso deste recurso poderá viabilizar a redução da demanda por adubações minerais, onde isto ocorre, ou mesmo melhorar os níveis de produtividade junto aos agricultores que não utilizam esta tecnologia.

Em relação ao uso de agrotóxicos, há necessidade de aprofundamento das experiências de plantio direto sem herbicidas. Neste caso, caracteriza-se claramente uma demanda por ações de pesquisa que possibilitem os ajustes necessários de modo a perenizar esta prática nos sistemas de produção familiar, ao favorecer a redução da necessidade por capinas e a manutenção, ou mesmo a melhoria da fertilidade dos solos.

Além disso, a maior diversificação de cultivos por parte dos agricultores que utilizam mercado orgânico, indica a importância de ações que viabilizem canais alternativos de comercialização, acopladas a processos de desenvolvimento rural com base na agroecologia. Porém, face aos limites característicos de iniciativas como esta, é fundamental a ação do poder público como forma de potencializar e ampliar os resultados, revertendo o quadro de descrédito dos agricultores, mediante o estabelecimento de políticas específicas nas áreas de crédito, pesquisa e extensão e, em especial, procurando fomentar a produção e apoiando a organização autônoma dos agricultores.

Renato Linhares de Assis é engenheiro agrônomo, doutor em Economia Aplicada e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Agrobiologia, Rio de Janeiro.
renato@cnpab.embrapa.br

A AGRICULTURA FAMILIAR E OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

*Luciano Montoya
Honorino Rodigheri
Vanderley Porfirio da Silva*

*E*studos realizados pela Embrapa Florestas indicam que, em pequenas e médias propriedades rurais, os principais problemas enfrentados pelos produtores são o desmatamento, a erosão e a perda da fertilidade natural dos solos. Essa situação, aliada às dificuldades econômicas para financiamento, contribuem para o êxodo rural. A introdução da atividade florestal, que se caracteriza pela baixa exigência de recursos de investimentos e de manutenção, pode ser uma alternativa agroecológica para a diversificação da produção e a geração de renda para sistemas de produção de agricultores familiares. Atualmente, além dos baixos custos de plantios florestais em pequenas propriedades decorrentes de programas estaduais, municipais, de cooperativas e empresas de fomento florestal que subsidiam as mudas, a pesquisa tornou disponíveis tecnologias e sistemas de produção sustentáveis, destacando-se o sistema de preparo do solo em plantio direto, a rotação de culturas, os adubos verdes e os sistemas agroflorestais. A introdução de árvores de forma conjunta com outros componentes agrícolas e pecuários nas propriedades rurais, pode permitir melhorias ambientais, econômicas e sociais.

Principais sistemas de produção da agricultura familiar no Brasil

A agricultura familiar caracteriza-se pela presença de sistemas de produção diversificados que envolvem a mão-de-obra familiar, nos quais o produtor combina várias culturas, criações de animais e transformações primárias, tanto para o consumo da família quanto para o mercado. Ou seja, nestas unidades de produção, o trabalho familiar e a propriedade estão intimamente ligados.

Os estabelecimentos rurais de características familiares no Brasil chegaram a 4.339.053 (75% do número total), correspondendo a 22% da área total, 60% do pessoal ocupado no campo e 28% do valor total da produção agropecuária¹. A agricultura familiar é responsável pela produção da maior parte do alimento que chega à mesa dos brasileiros, ou seja, 87% da mandioca, 79% do feijão, 69% do milho, 66% do algodão, 46% da soja e 37% do arroz produzidos, além de 26% do rebanho bovino². Apesar dessa importância, é inegável que a maioria dos produtores eliminou e descartou o plantio de árvores em sua propriedade, pelo fato de as mesmas ocuparem áreas destinadas à agricultura ou à pecuária. Da mesma forma, os profissionais do setor têm dificuldades para comprovar que os benefícios da floresta e das árvores são imediatos para aqueles que vivem nela ou em torno dela.

As dificuldades encontradas por esses produtores, para promoverem o seu próprio desenvolvimento e participação no crescimento socioeconômico, são decorrentes de fatores culturais, tecnológicos, gerenciais, preservacionistas e financeiros, entre outros.

Buainain e Romeiro³ referem que a agricultura familiar tem importância e representatividade em todas as regiões brasileiras e descrevem seus principais sistemas de produção por regiões, conforme segue:

1. Região Sul: é uma das principais regiões de concentração da agricultura familiar no Brasil. Detém 21% dos estabelecimentos familiares e apresenta grande diversidade de sistemas e subsistemas de produção (tabela 1).

2. Região Centro-Oeste: embora seja a que hoje registra a mais baixa presença de agricultores familiares (3%), o recente impulso ao processo de modernização da agricultura transformaram-na no principal pólo graneleiro do país, sendo esta a base dos sistemas de produção nessa região (tabela 1).

¹ FAO. Food Agricultural Organization. INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Perfil da agricultura familiar no Brasil: dossiê estatístico*. Brasília: PNUD, 1996.

² FAO/INCRA. *Op. cit.*

³ BUAINAIN, A. M. & ROMERO, A. *A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção*. Brasília: MDA-INCRA/FAO, 2000. (Projeto UTF/BRA/051/BRA).

Tabela 1: Sistemas de produção familiar por regiões brasileiras

Sistema de Produção				
Região Sul	Região Centro-Oeste	Região Norte	Região Nordeste	Região Sudeste
Autoconsumo	Culturas de subsistência (arroz, feijão, milho e mandioca)	Roça pura	Subsistência (milho, feijão + caprino) + melancia, melão + pecuária bovina	Cana-de-açúcar, feijão, abóbora, horta, aipim, pomar
Milho + Autoconsumo	Culturas de subsistência + banana (borracha) + pecuária bovina mista	Roça + pecuária bovina	Subsistência (milho, feijão) + milho + melancia e melão	Cana-de-açúcar, milho, feijão, aipim, maracujá, abacaxi pecuária, pomar
Fumo + Autoconsumo	Culturas anuais (arroz, feijão e milho) + pecuária leiteira + culturas de subsistência	Roça + 1 cultura perene	Subsistência (milho, feijão) + milho + algodão	Guando, aves, mandioca, milho, feijão, pomar e pecuária
Milho + criações	Culturas de subsistência (arroz, feijão, milho e mandioca) + hortigranjeiros	Roça + 2 culturas perenes	Subsistência (milho, feijão + pecuária bovina) + melancia, melão + caprino	Horta, suínos, pomar, banana e cana-de-açúcar
Soja, aveia + milho	Culturas de subsistência (arroz, feijão, milho e mandioca) + pecuária de leite	Roça + pecuária bovina + cultura perene	Arroz, milho e mandioca consorciadas, feijão solteiro + aves + pecuária bovina + carvoaria + banana e caju	Cana de açúcar, milho, feijão, pomar, subsistência e aves
Soja, aveia e trigo + milho	Culturas de subsistência + pecuária bovina de cria	Roça + pecuária bovina + café	Arroz e milho consorciados, mandioca + pecuária de corte e leite + suínos e aves	Pecuária bovina leiteira, culturas anuais, (arroz, feijão e milho) + quintal
Soja, aveia e trigo + suínos	Soja + milho e feijão.	Roça + pecuária bovina + cacau	Arroz, milho + aves + carvoaria + pomar	Pecuária bovina de corte, culturas anuais, (arroz, feijão e milho) + cana de açúcar e quintal
		Roça + pecuária bovina + cacau + café	Sisal + pecuária bovina de cria	Pecuária bovina leiteira, culturas anuais, (arroz, feijão e milho) + culturas permanentes (laranja, seringueira e café)
			Pecuária de leite + ovelha + mandioca, milho e feijão	Pecuária bovina de corte, culturas anuais, (feijão e milho), hortícolas (jiló, abóbora, pimentão e tomate
			Melancia + feijão de corda, banana, pacová, goiaba + tomate	Mandioca, culturas anuais (arroz, feijão e milho) + quintal + pecuária bovina leiteira
			Milho verde, feijão, melancia, cebola, pimentão + suíno + caprino + pecuária de leite	
			Melancia + banana pacová e feijão	
			Maracujá ou acerola, pecuária bovina em consórcio/inhame + outros e segunda safra de cultivos anuais	
			Consórcio inhame, outros e segunda safra de milho e feijão	

Fonte: BUAINAIN & ROMEIRO, *Op. cit.*

3. Região Norte: a agricultura familiar representa 10% dos estabelecimentos rurais, sendo fortemente marcada pelo meio ambiente. A maioria dos produtores tem a floresta como fonte principal de nutrientes para as culturas de ciclo curto. O processo de “derruba-e-queima” é o mecanismo pelo qual o agricultor obtém os nutrientes que precisa por dois ou três anos de lavouras de subsistência numa área que raramente ultrapassa os 4 hectares. Considerando uma área média disponível de 40 hectares de floresta, um agricultor levaria, nestas condições, entre 20 a 30 anos para fazer a rotação completa do terreno, o que seria sustentável do ponto de vista ecológico, pois 25/30 anos é o período necessário para a regeneração completa da biomassa florestal. Um fato marcante que singulariza a agricultura familiar na região amazônica é que, em distintas localidades, os esforços para superar os problemas e alcançar uma situação de maior equilíbrio e estabilidade, vêm convergindo na configuração de sistemas de produção tripartites, compostos de um subsistema de lavouras temporárias, um subsistema de pecuária e um subsistema de culturas permanentes (tabela 1).

4. Região Nordeste: a agricultura familiar nesta região é predominante, já que 53% dos produtores e a diversidade das condições agroecológicas e das relações sociais de produção determinaram a formação de uma multiplicidade de sistemas agrários e de produção.

5. Região Sudeste: a agricultura familiar tem uma participação de 13% dos estabelecimentos familiares, refletindo principalmente a força da agricultura patronal. Ainda assim, em termos absolutos, sua contribuição não pode ser menosprezada, inclusive porque registra níveis elevados de capitalização e dinamismo.

Tecnologias e práticas agroflorestais a serviço da agricultura familiar

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs), ao permitirem a associação de árvores com outros componentes agrícolas e pecuários, oferecem diversos benefícios, entre eles, as interações criadas entre os próprios componentes, a melhoria da fertilidade dos solos, a produtividade e a proteção das culturas, a utilização mais eficiente do espaço e o estímulo à economia de produção, com base participativa. Os SAFs constituem-se em opção para a oferta, simultânea, de alimentos e outros bens, garantindo condições ambientais mais propícias para as lavouras e um suprimento de madeira,

para uso próprio ou para comércio. Os SAFs, como sistemas alternativos de produção de base familiar, em razão da combinação de benefícios sociais, econômicos e ambientais, podem contribuir para que esses produtores tornem mais sustentáveis seus atuais sistemas de produção.

A pesquisa agrícola e florestal disponibilizou certas práticas conservacionistas e sistemas de produção mais sustentáveis, dentre as quais destacam-se o preparo de solo em plantio direto, a rotação de culturas, o uso de adubos verdes e os Sistemas Agroflorestais. Contudo, a escassez de informações tem dificultado sua difusão pelos agentes da extensão rural.

A partir de 1994, a *Embrapa Florestas* iniciou trabalhos de caracterização de SAFs em diversas regiões dos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, entre outros.⁴ Esses estudos visaram abordar a importância da introdução do componente florestal na propriedade rural familiar e têm servido de ponto de partida para trabalhos de pesquisa participativa. A introdução do componente floresta pode ser uma importante alternativa agroecológica para diversificação e fonte de emprego e renda em sistemas de produção de agricultores familiares. Pode permitir a sustentabilidade, em termos: a) ambientais, pois a introdução da floresta amplia o caráter conservacionista do solo, da água, reduz a pressão de corte das florestas nativas remanescentes, além de contribuir no sequestro de carbono; b) econômicos, mediante o aumento da oferta de produtos agrícolas e florestais e o aumento da renda por unidade de área da propriedade rural; e c) sociais, pois proporciona aumento de emprego, melhoria da distribuição de mão-de-obra e melhoria da qualidade de vida do produtor. Além disso, a agregação de valor obtida através do processamento e industrialização e/ou manufatura da produção primária, pode contribuir na melhoria das condições socioeconômicas dos produtores, comunidades e regiões de abrangência.

Os estudos de caracterização de SAFs e as atividades de pesquisa desenvolvidas pela *Embrapa Florestas*, relacionam as várias formas de introdução do componente florestal nos diferentes Sistemas de Uso da Terra (SUTs) em pequenas propriedades rurais, tais como:

1) *SUTs com floresta nativa* – estes sistemas de uso da terra são encontrados na maioria das pequenas propriedades. Geralmente são áreas que sofreram pressão antrópica para abastecimento de madeira e lenha. Estão localizadas em áreas de difícil acesso, com lenta regeneração. Intervenções,

⁴ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. *Caracterização de sistemas de uso da terra e propostas de ação para o desenvolvimento de Sistemas Agroflorestais, Áurea, Rio Grande do Sul*. Colombo, Paraná, 1996. (Embrapa, Documento, 29).
EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. *Diagnóstico e planejamento de sistemas agroflorestais na microbacia "Rio Claro" no município de São Mateus do Sul, Paraná*. Colombo, 1998. (Embrapa, Documento, 31).
EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. *Diagnóstico e planejamento de sistemas agroflorestais na microbacia "Ribeirão Novo" no município de Wenceslau Braz, Paraná*. Colombo, 1998. (Embrapa, Documento, 35).
MONTTOYA, L. J. V. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Estado da arte dos SAFs na Região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS, 1, Porto Velho, Rondônia. 1996. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPFF, 1996. p. 77-96.
MEDRADO, M. J. S.; MONTTOYA, L. J. V. & MASCHIO, L. M. de. Intervenção do CNPFlorestas no desenvolvimento de sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS NA REGIÃO SUL, 1, 1994, Colombo. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPFF, 1994. p. 23-32.

nestes SUTs, são feitas no sentido de enriquecimento da área com espécies florestais nativas, e quando preservada, colabora para o equilíbrio do ecossistema e o aumento da biodiversidade. Diante da necessidade de gerar informações sobre as espécies nativas e seu manejo, a *Embrapa Florestas* tem realizado experimentos e pesquisas, cujo conhecimento organizado pode ser encontrado em publicações da Embrapa⁵.

⁵ CARVALHO, P. E. R. *Espécies arbóreas brasileiras*. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, Paraná: Embrapa Florestas, 2003.
EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. *Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais*. Organizado por Antônio Paulo Mendes Galvão. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia; Colombo, Paraná: Embrapa Floresta, 2000.

2) *SUTs com plantios florestais* – as pequenas propriedades rurais, de forma geral, são conformadas de espécies florestais isoladas ou de plantios de espécies em pequenos bosquetes. Geralmente, esses plantios florestais estão localizados em áreas marginais de baixa fertilidade, quase sempre causada pelo mau uso da terra agricultável. Intervenções nestes sistemas são feitas no sentido de implantar espécies florestais de rápido crescimento, em blocos homogêneos. Sua utilização é variada desde a produção de lenha, moirões, postes e até madeira para serraria. É um importante componente econômico para a pequena propriedade rural, pois permite agregar valor econômico. A *Embrapa Florestas* tem dado importantes contribuições indicando espécies como eucalipto, pinus, grevéia e acácia-negra, entre outras. A organização das informações sobre a cadeia produtiva destas espécies, são disponibilizadas por meio da Agência de Informação, permitindo o acesso às informações geradas pela *Embrapa Florestas* (www.cnpf.embrapa.br) e por suas publicações.

3) *SUTs com cultivos intercalados* – este sistema de uso da terra que envolve a integração e interação dos componentes pecuário, agrícola e florestal, é geralmente encontrado em todas as pequenas propriedades rurais. Na combinação de árvores e/ou arbustos com cultivos agrícolas (sistemas silviagrícolas) encontram-se:

a) *Árvores dispersas em forma irregular* – consiste na manutenção das espécies florestais de valor econômico que se regeneram na área utilizada. O plantio das culturas agrícolas é efetuado entre as árvores, com o auxílio de plantadeiras manuais. Inúmeros experimentos destes sistemas foram testados em propriedades rurais e validados em parceria com a assistência técnica e a extensão rural. Os sistemas agroflorestais da erva-mate, da bracatinga e da acácia-negra são os principais exemplos de trabalhos voltados para a agricultura familiar. Em relação à erva-mate, estabeleceram-se processos que indicam o melhor manejo – como o

espaçamento quando em associação com alguns cultivos anuais (milho, feijão e outras culturas) –, além do controle de plantas daninhas, adubação, cobertura verde, poda e controle de pragas. As informações geradas pela *Embrapa Florestas* sobre a cadeia produtiva desta espécie são disponibilizadas através da Agência de Informação, permitindo o acesso aos produtores. Na bracatinga, algumas soluções silviculturais estão sendo desenvolvidas, como a sistematização dos conhecimentos sobre o cultivo e a geração de informações sobre ecologia, genética e melhoramento. Com relação à acácia-negra, os resultados produzidos pela pesquisa⁶ têm propiciado a pequenos produtores maiores produtividades com qualidade ambiental.

b) *Árvores para sombra inicial e/ou permanente* – alguns cultivos requerem um certo nível de sombra no início de seu crescimento (por exemplo, café). Neste caso, tem-se dado prioridade ao uso de espécies florestais pioneiras de crescimento rápido, com ciclo de vida curto, como bracatinga (*Mimosa scabrella*), ingá (*Inga spp.*), louro (*Cordia alliodora*), eritrina (*Erythrina poeppigiana*), gliricídia (*Gliricidia sepium*). Em alguns casos, essas espécies, além de propiciarem o serviço ambiental de sombreamento (grevílea com café), também produzem lenha, bem como adubo verde para as espécies sombreadas.⁷

c) *Árvores em cultivos seqüenciais* – este sistema tem como objetivo a restauração do solo, a produção de grãos, lenha e até mesmo postes para uso rural. A seqüência de atividades neste sistema tem sido a seguinte: 1) limpeza do terreno; 2) cultivo de grãos pelo número de anos que a fertilidade do solo permitir; 3) um ano antes do pousio, plantam-se as espécies florestais simultaneamente com o cultivo agrícola; 4) colheita da cultura agrícola; e 5) a partir daí, deixa-se a área em pousio (de 6 a 8 anos) para recuperação da fertilidade do solo, ou cumpre-se o ciclo de exploração, como no caso da bracatinga. Normalmente são indicadas espécies leguminosas, sendo conveniente o uso de espaçamentos densos (1m x 2m ou 2m x 2m), embora possam ser usados espaçamentos maiores, na dependência da utilização de cultivos agrícolas.⁸

d) *Plantios em linhas* – consiste no plantio de espécies florestais distanciadas, no mínimo, 10 m umas das outras e plantas espaçadas de 2 a 3 m nas linhas. Entre as linhas, plantam-se culturas agrícolas anuais ou perenes, de acordo com a decisão do produtor ou com a fertilidade do solo. As espécies florestais devem ser podadas periodicamente, para

⁶ BAGGIO, A. J.; STURION, J. A.; SCHREINER, H. G. & LAVIGNE, M. Consorciação da erva-mate e feijão no Paraná. *Boletim de Pesquisa Florestal*, (4): 75-90, 1982.

CONTO, A. J. de; DOSSA, D.; DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R. & HIGA, A. R. Estrutura familiar e formação de renda entre pequenos acicultores. Resumo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 35. *Anais...* Natal: SOBER, 1977. p. 341-342.

⁷ BAGGIO, A. J. *Sistema agroflorestal grevílea x café: início de uma nova era na agricultura paranaense?* Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1983. 15 p. (Circular Técnica, 9). BAGGIO, A. J. & SOARES, A. O. *Comportamento do morango sob adubação verde com timbó (Ateleia glazioviana)*. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. (Comunicado Técnico, 74).

⁸ BAGGIO, A. J.; GRAÇA, L. R. & OLIVEIRA, E. B. Plantio intercalar de bracatinga em área de cultivo agrícola. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2, Curitiba, Paraná. *Anais...* Colombo: Embrapa Florestas, 1994. p. 297-316.

CARPANEZZI, O. T. B. *Produtividade florestal e agrícola em sistemas de cultivo da bracatinga (Mimosa scabrella Benth.) em Bocaiúva do Sul, Região metropolitana de Curitiba, Paraná*. 1994.

garantir o aumento da intensidade luminosa sobre os cultivos e a produção de madeira de boa qualidade. Pode-se utilizar tanto espécies leguminosas, visando à fixação de nitrogênio e à proteção contra a erosão, quanto espécies visando à proteção contra a erosão e à produção de madeira. Poderão ser utilizadas espécies produtoras de madeira como eucalipto, pinus, grevilea, liquidâmbar, entre outras.⁹

e) *Árvores com cultivos em aléias* – o cultivo em aléia ou *alley cropping* é uma variação do plantio em linha. Consiste na mistura de árvores de pequeno porte ou arbustos, podados freqüentemente. O objetivo principal é a produção de *mulch* proveniente das podas periódicas, que podem variar de duas a quatro por ano, na dependência da região e da espécie. Normalmente são usadas espécies produtoras de folhagem abundante ou leguminosas fixadoras de nitrogênio como *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Acacia* spp., ou outras espécies com tais características.¹⁰

f) *Árvores como tutores vivos* – algumas culturas agrícolas (tomate, feijão-trepador) necessitam de tutores individuais. Uma alternativa é a utilização de tutores vivos. Para tal, é necessário escolher espécies florestais que, além da possibilidade de plantio na forma de estaca, permitam poda, sejam fixadoras de nitrogênio e tenham sistema radicular compatível com aquele da cultura que a ela se fixará. Algumas espécies utilizadas são *Gliricidia sepium* e *Caesalpinia velutina*. O espaçamento da espécie a ser utilizada como tutor vivo dependerá do sistema a ser implantado; no caso de plantio para uso como espaldeira, o espaçamento é variável de acordo com o desejo do produtor.¹¹

4. *SUT com árvores e pastagens* – este sistema de uso da terra envolve a integração e interação dos componentes pecuário e florestal. Na combinação de árvores com pastagens e animais (Sistema Silvipastoril), o rebanho de maior importância é o bovino, embora em reduzido número de cabeças e sem uma raça definida. Encontram-se sistemas de uso como:

a) *Árvores intercaladas com pastagens* – a associação de espécies florestais com pastagem é uma alternativa utilizada na pequena propriedade, quando a área de pastagem, geralmente plantada, é de extensão bastante reduzida. Algumas propriedades têm árvores bastante espaçadas e intervenções são feitas no sentido de introduzir o componente florestal de forma a arborizar as pastagens (exemplo: araucária/

⁹ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 2000. *Op. cit.*
CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; DEDECEK, R. A.; CHAIMSON, P.; GOMES, E. P. & VOGEL, R. Produtividade de erva-mate em cordão vegetado no município de Irati, Paraná. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1, Curitiba. *Anais...* 1997.

¹⁰ BAGGIO, A. J.; MONTOYA, V. L. J. & SOARES, A. de O. *Manual prático sobre moirões vivos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 13 p. (Documento, 48).
MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens*. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. (Documento, 49).

¹¹ MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens*. *Op. cit.* CARVALHO, P. E. R. *Op. cit.*

¹² BAGGIO, A. J. & CARPANEZZI, O. B. Resultados preliminares de um estudo sobre arborização de pastagens com mudas de espera. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 18/19, jun./dez., p. 17-22, 1989.

SILVA, V. P. Sistema silvipastoril (Grevílea + Pastagem): uma proposição para o aumento da produção no arenito Caiuá. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 1994, Colombo. *Anais...* Colombo, EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 139-45.

¹³ MONTOYA, L. J. V. & BAGGIO, A. J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2, 1992, Curitiba. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1992. v. 2, p. 171-191.

¹⁴ MONTOYA, L. J. V.; MEDRADO, M. J. S. & MASCHIO, L. M. de A. Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica econômica da alternativa silvipastoril. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 1994, Colombo. *Anais...* Colombo, EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 157-71.

¹⁵ SCHREINER, H. G. Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 15, dez., p. 61-72, 1987.

LEME, M. C.; DURIGAN, M. E. & RAMOS, A. Avaliação do potencial forrageiro de espécies florestais. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 1994, Colombo. *Anais...* Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p. 147-55.

pinus/eucalipto + pastagem + bovinos). A produção de carne e de leite em geral se destina para o consumo familiar e eventualmente o excedente para o mercado.¹²

b) *Árvores em bosquetes para sombreamento de pastagens* – o uso de árvores em bosquetes é a forma mais fácil de estabelecer sombra para os animais. Sua implantação é fácil e consta dos seguintes passos: 1) seleção de área; 2) plantios e proteção das espécies; 3) desbaste para produção de lenha fina ou outros produtos; e 4) liberação da área para plena circulação dos animais no pasto. Na região sul, a maioria dos bosquetes é de eucalipto, talvez pelo seu crescimento mais rápido.¹³

c) *Árvores esparsas para sombreamento de pastagens* – neste sistema, a intervenção consiste no plantio de árvores de forma bastante esparsa ou isoladas. Normalmente utilizam-se espécies leguminosas, no espaçamento de cerca de 15 m x 15 m, ou espécies como *Pinus* spp., *Araucaria angustifolia*, *Melia azedarach* e *Grevillea robusta*. Outras espécies recomendáveis são *Centrolobium microchaete*, *C. tomentosum*, *C. robustum*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Tipuana tipu* e *Hovenia dulcis*.¹⁴

d) *Bancos forrageiros* – são plantios homogêneos, em altas densidades, com espécies de alto valor forrageiro e de alta produção de biomassa protéica. Há duas formas de aproveitamento dos bancos forrageiros: 1) pastejo direto; 2) corte para alimentação de animais, fora da área de plantio. O sistema de aproveitamento, a fertilidade natural do solo, assim como a possibilidade de fertilização, definem a distância de plantio e as espécies. As espécies mais usadas são *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus*, *Erithrina poeppigiana*, *Brosimum alicastrum* e *Guazuma ulmifolia*. Para corte, pode-se usar aproximadamente 5.000 a 10.000 plantas/ha e, para pastejo direto, recomenda-se uma densidade de aproximadamente 2.500 a 5.000 plantas/ha. O primeiro corte deve ser feito a partir de seis meses a um ano após o plantio, para que haja fortalecimento do sistema radicular.¹⁵

5) *SUTs com horto caseiro, pomar e plantas medicinais* – estes sistemas de uso da terra são freqüentemente localizados perto da residência e compreendem o plantio de hortaliças, frutíferas, bem como a inclusão de plantas medicinais, melhorando a qualidade da alimentação e da saúde familiar, gerando renda. Hortos ou pomares domésticos são práticas agroflorestais antigas e se constituem de uma mis-

tura de espécies para os mais variados objetivos, tais como alimentação humana e animal, uso medicinal e lenha. De forma geral, não se pode preestabelecer desenhos definitivos para os pomares domésticos agroflorestais, uma vez que são formados dinamicamente por tentativas e acertos. Deve-se, no entanto, selecionar, para cada região, espécies madeireiras, sombreadoras, melíferas, medicinais tolerantes à sombra, alimentares tolerantes à sombra, frutíferas que possam se desenvolver como agricultura de borda, para que os produtores façam seus desenhos.¹⁶

¹⁶ MAZZA, M. C. & DOSSA, D. A relevância das plantas medicinais no desenvolvimento de comunidades rurais no município de Guaraçuva. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 3, Florianópolis. Anais... 1998.

a) *Árvores produtoras de adubo verde* – as espécies florestais selecionadas para este fim, geralmente, são leguminosas fixadoras de nitrogênio (por exemplo, leucena, gliricídia, caliandra, eritrina, entre outras). A colheita da biomassa verde é feita mediante podas periódicas, aplicando-se a biomassa como cobertura morta ou por incorporação. O timbó é uma árvore leguminosa, nativa e muito conhecida dos produtores rurais. Fornece madeira para lenha e apresenta alta produtividade e resistência a cortes sucessivos, além de potencial para produção de bioinseticida e adubo verde. O trabalho de pesquisa deste sistema de produção vem sendo realizado em propriedades de agricultores familiares.¹⁷

¹⁷ BAGGIO, A. J.; MONTOYA, V. L. J. & MASAGUER, A. Potencialidades del timbó (*Ateleia glazioveana*) y del maricá (*Mimosa bimucronata*) para la producción de biomasa verde em zonas de clima subtropical. I – Persistencia y productividad. *Investigación Agraria*, Madrid, v. 17, n. 2, p. 101-112, 2002. (Serie Producción y Protección Vegetales). BAGGIO, A. J. & SOARES, A. O. *Op. cit.*

6) *SUTs com árvores para proteção* – na agricultura familiar, as árvores podem ser utilizadas com vários objetivos de proteção. Podem ser usadas como proteção de rios, através da formação de matas ciliares; para proteção de solos; e para proteção de cultivos agrícolas. Existe ainda um grande número de alternativas para a proteção da propriedade rural, conforme segue:

¹⁸ LIMBER, E. Sansão-do-campo, opção de cerca viva. In: SEMINÁRIO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1, 1994, Colombo. Anais... Colombo: EMBRAPA/CNPQ. p. 219-30. MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens. Op. cit.*

a) *Cercas vivas* – a escolha da espécie deve ser feita com base em algumas características, como tolerância à poda e presença de espinhos para dificultar a entrada ou saída de animais e pessoas. O espaçamento de plantio é normalmente estreito, mas deve variar com a espécie e com o local onde a cerca será instalada. Uma das boas alternativas para cercas vivas é o sansão-do-campo.¹⁸

b) *Moirões vivos* – são árvores utilizadas em lugar dos moirões de madeira ou concreto para fixação de arames nas cercas. Dependendo da espécie escolhida e do manejo das árvores, podem fornecer madeira, lenha, forragem, frutos, adubo verde, entre outros produtos. Podem formar cercas vivas como quebra-ventos e sombra para os animais. Basicamente, são feitas de duas maneiras: a) plantando-se mudas

adequadas para este fim, em local que se pretenda formar uma futura cerca viva, ou acompanhando uma já existente, para substituir os palanques; b) plantando-se estacas de espécies que enraízam facilmente, com pelo menos 2 metros de comprimento e 8 centímetros de diâmetro. Como exemplos de espécies que enraízam em estacas grandes, podemos citar a gliricídia, aroeira vermelha, cedro, eritrinas, entre outras.¹⁹

¹⁹ BAGGIO, A. J. ; MONTOYA, V. L. J. & SOARES, A. de O. *Manual prático sobre moirões vivos*. Op. cit.

c) *Quebra-ventos* – são estreitas faixas de árvores, arbustos e/ou gramíneas plantadas perpendicularmente à direção dos ventos predominantes para proteger campos de produção, casas, canais e outras áreas. Um quebra-vento bem desenvolvido e diversificado pode prover produtos de utilidade, como madeira, grãos, frutos, forragem, fibra, sombra e mel.²⁰

²⁰ MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens*. Op. cit.
BAGGIO, A. J. ; MONTOYA, V. L. J. & SOARES, A. de O. *Manual prático sobre moirões vivos*. Op. cit.

d) *Barreiras vivas* – na pequena propriedade as barreiras vivas podem ser combinadas com outras práticas de conservação, como terraços e cordões vegetados. Também podem ser usadas para recuperação ou estabilização de solos em terrenos muito inclinados ou para proteção de fontes de água. Normalmente são associadas a plantios de gramíneas como capim elefante, capim napier e citronela. Outro tipo de barreira consiste no plantio alternado de linhas de árvores seguindo as curvas de nível e linhas de capim para contenção de erosão. A espécie mais utilizada em barreiras vivas é *Casuarina equisetifolia*.²¹

²¹ MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens*. Op. cit.
BAGGIO, A. J. ; MONTOYA, V. L. J. & SOARES, A. de O. *Manual prático sobre moirões vivos*. Op. cit.

e) *Árvores em contorno* – o uso de árvores em contorno tem diferentes objetivos: a) proteção contra ventos; b) delimitação de terras para diferentes usos; c) delimitação de propriedades, além da função produtiva das árvores. As espécies variam com o local, podendo-se combinar essências produtoras de madeira comercial como *Cupressus* spp., *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., com outras destinadas à produção de lenha e postes, como leucena e espécies de eucaliptos. Pode-se, ainda, plantar espécies para proteção contra ventos, como as casuarinas. A distância de plantio varia desde 2m x 2m até 3m x 3m. Pode-se indicar uma rua simples de *Pinus*, em espaçamento de 3m a 4m entre plantas, com uma linha complementar de *Cryptomeria japonica*, plantada a 3m da linha de *Pinus*, com o mesmo espaçamento entre plantas, porém, plantadas de forma desencontrada com a linha de *Pinus*. Os *Pinus* são podados até 6m a 8m e a espécie complementar é usada para bloquear falhas que porventura venham a ocorrer.²²

²² MONTOYA, L. J. V.; BAGGIO, A. J. & SOARES, A. de O. *Guia prático sobre arborização de pastagens*. Op. cit.
BAGGIO, A. J. ; MONTOYA, V. L. J. & SOARES, A. de O. *Manual prático sobre moirões vivos*. Op. cit.

Considerações finais

A agricultura familiar tem-se caracterizado pela produção intensiva e diversificada em pequenas áreas, com caráter notadamente multifuncional cujos processos produtivos podem trazer vantagens ecológicas, econômicas e sociais distribuídas entre todos. O cultivo de culturas anuais nas entrelinhas de espécies arbóreas contribui com a cobertura do solo, melhoria da conservação do solo, da água e do microclima para as plantas e animais, aumento da biodiversidade, redução dos impactos ambientais negativos locais e regionais e redução das pressões sobre as vegetações naturais remanescentes. Os Sistemas Agroflorestais constituem excelente opção para obter produtos agrícolas e florestais na mesma área; a receita produzida pelo cultivo agrícola intercalar propicia renda para o custeio parcial da implantação e manutenção inicial de povoamentos florestais.²³ A diversificação da produção melhora a distribuição da mão-de-obra ao longo dos ciclos produtivos dos componentes agrícolas, florestais e pecuários. A utilização de formas de produção fomentadoras de iniciativas participativas, além de possibilitarem maior inclusão social às populações locais, alivia os centros urbanos, atacando importantes dilemas da sociedade como a violência, o desemprego e o êxodo rural.

As informações apresentadas neste trabalho indicam tecnologias e práticas agroflorestais que podem ser seguidas para implantação de SAFs. Contudo, apesar da geração, teste e validação desta alternativa tecnológica, nas diferentes regiões do país, é evidente a necessidade de programas e políticas públicas destinadas a favorecer a adoção em maior escala das tecnologias e/ou práticas agroflorestais apresentadas.

²³ RODIGHERI, H. R. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas de feijão, milho, soja e trigo. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. (Circular Técnica, 26).

Luciano Montoya e Honorino Rodigheri são engenheiros agrônomos, doutores em Economia e pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Florestas, Colombo, Paraná.

lucmont@cnpf.embrapa.br
honorino@cnpf.embrapa.br

Vanderley Porfirio da Silva é engenheiro agrônomo, mestre em Agroecossistemas e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Florestas, Colombo, Paraná.

porfirio@cnpf.embrapa.br

SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS UMA PRÁTICA AGROECOLÓGICA

*Ana Paula Fraga Bolfe
Edmar Ramos de Siqueira
Édson Luis Bolfe*

Os Sistemas Agroflorestais Sucessionais constituem prática ecológica que valoriza a interface agricultura/floresta e reconhece o princípio de que se deve enriquecer o lugar ao invés de explorá-lo, otimizando e não maximizando o uso dos recursos gerados durante a sucessão natural. Portanto, são os sistemas agroflorestais uma forma de produção que se inspira na estrutura e na dinâmica da floresta, considerando as variações de diversidade e densidade de espécies que caracterizam todo o processo sucessional, bem como a sincronia de crescimento entre as espécies dos consórcios, a manutenção da cobertura do solo e a garantia de circulação de nutrientes. No entanto, inexistem receitas para a estruturação destes sistemas, diferentemente do pacote tecnológico fruto da Revolução Verde, e sim princípios, práticas e procedimentos que deverão ser desenvolvidos e apropriados coletivamente e aplicados em cada local.

“Há diferentes formas de se fazer agricultura no mundo todo. Todas elas têm por trás um paradigma, um conjunto de valores, e uma série de condicionantes – ecológicos, sociais, econômicos e culturais – que levam a se praticar um determinado tipo de agricultura em um determinado lugar”.¹ Essas formas de fazer agricultura, umas consideradas arcaicas, outras modernas, podem passar por um julgamento que possibilita elencá-las de acordo com um gradiente de sustentabilidade.

O conceito de agricultura sustentável abrange um conjunto de visões que refletem o conflito de interesses existentes na sociedade; congrega desde uma maioria que vê a possibilidade de uma simples adequação ao atual sistema de produção, até aqueles que vêem a possibilidade de promover mudanças estruturais. Muitas vezes as interpretações convencionais do termo se confundem com a perdurabilidade da produção e do máximo de rendimento, entretanto, “qualquer que seja sua definição deve levar em conta necessariamente as dimensões cultural e estrutural”².

Multiplificaram-se então as definições e explicações sobre a agricultura sustentável; todas, no entanto, incorporaram a “manutenção a longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola; o mínimo de impactos adversos ao ambiente; retornos adequados aos produtores; otimização da produção das culturas com o mínimo de insumos químicos; satisfação das necessidades humanas de alimentos e de renda; e o atendimento das necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais”³.

O desenvolvimento da agricultura significou transformar ecossistemas naturais como as florestas em ecossistemas agrícolas ou agroecossistemas; ao privilegiar uma ou apenas algumas espécies no processo de obtenção de biomassa útil, estava o homem iniciando um processo de biosimplificação, ou seja, a redução da diversidade biológica, que se acelerou com o desenvolvimento do processo civilizatório; a intervenção na sucessão ecológica, reduzindo o número de espécies numa dada área cultivada quer através da enxada ou dos agroquímicos, é um dos primeiros impactos ambientais da agricultura.⁴

“Deve-se partir do princípio de que é mais gratificante enriquecer o lugar do que explorá-lo”⁵, pois quando o local fica rico em vida, há excedentes, o que significa geração de recursos para os agricultores; uma agricultura sustentável pressupõe também nova relação entre seres humanos e a natureza, baseada na otimização e não na maximização do uso dos recursos.

¹ PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In: SIMPÓSIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, II, 2003. Aracaju, Sergipe. *Anais...* Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. p. 90-98.

² FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: *Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas*. Jaguariúna, São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 17-38.

³ EHLERS, E. *Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma*. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

⁴ LAGES, V. N. Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável. In: *Agricultura familiar e o desafio da sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Oficina Social, Centro de Tecnologia, Trabalho e Cidadania, 2001. p. 47-66.

⁵ GÖTSCH, E. *O renascer da agricultura*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

A idéia de otimizar se estende do solo para todo o ecossistema: “alimentar o solo passa a ser condição para que as formas de vida já existentes ou introduzidas se sucedam e se complementem num processo que resulte em aumento de vida como um todo”⁶.

É necessário que se leve em consideração a complexidade ambiental, econômica e social de cada sistema agrícola; as tecnologias da agricultura sustentável deverão ser específicas para cada sistema; é preciso ter claro que não existe possibilidade de produzir algo como um pacote de tecnologias sustentáveis, visto que a agricultura sustentável não pode ser um modelo imposto ou um pacote. A agricultura sustentável combina princípios e práticas da agricultura alternativa e convencional, bem como novos conhecimentos que surgirão tanto da experiência proveniente dos agricultores como da pesquisa científica, especialmente no campo da agroecologia.⁷

Agroecologia

A agroecologia “nos faz lembrar de uma agricultura que não seja agressiva ao meio ambiente e seja promotora de inclusão social proporcionando melhores condições econômicas”⁸, idéia esta vinculada à oferta de produtos limpos, ecológicos, pois isentos de resíduos químicos e opostos aos produtos característicos da Revolução Verde.

“O coração da agroecologia está na idéia de que um campo de cultivo é um ecossistema dentro do qual ocorrem outras formações vegetais, ciclagem de nutrientes, interações e sucessões; e, por meio do conhecimento deste processo de relações nos sistemas, os mesmos podem ser melhor administrados, com menos impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade, e com menor uso de insumos externos”.⁹

A agroecologia é um campo de conhecimento promissor, com capacidade de orientar processos de transição para novos estilos de agricultura. Embora não possa ser assumida como modelo agrícola, tecnologia ou política pública, a agroecologia permite estabelecer as bases para a construção de modelos de agricultura sustentável.

A partir dessa percepção, há alguns anos vêm sendo resgatadas, ou criadas e desenvolvidas, técnicas, métodos e experiências, originando correntes que, entre outras premissas comuns, vetam a utilização de técnicas degradantes aos meios físico, atmosférico e biológico. Entre elas, destacamos os sistemas agroflorestais sucessionais.

⁶ VIVAN, J. L. *Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital*. Guaíba: Agropecuária, 1998.

⁷ EHLERS, E. *Op. cit.*

⁸ CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, n. 3, p. 70-85, jul./set. 2002.

⁹ ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 1999.

Os sistemas agroflorestais sucessionais podem ser classificados como uma prática agroecológica inserida na corrente conhecida como agrossilvicultura, que como ciência desenvolveu-se a partir da década de 70, quando foram elaboradas as principais hipóteses do papel das árvores sobre os solos tropicais. Esta corrente promove uma interface entre agricultura e floresta, o que aproxima o ser humano de um ambiente que há séculos é visto como um empecilho, hostil e perigoso.

Sistemas agroflorestais sucessionais: uma alternativa da vida no mundo e com o mundo

Os sistemas de produção sustentáveis dependerão de conhecimentos científicos, ecológicos e locais para sua sustentação, assumindo, ainda, perspectivas interdisciplinares.

Os princípios do desenvolvimento dos ecossistemas interferem nas relações entre o homem e a natureza, dado que a estratégia de máxima proteção, que caracteriza o desenvolvimento ecológico, entra freqüentemente em conflito com o objetivo humano de máxima produção. Ernest Gotsch, suíço radicado no Brasil há mais de vinte anos, aplica uma teoria singular para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais, visto que reconhece a base ecológica do conflito entre os objetivos da agricultura convencional e a lógica que rege o desenvolvimento dos diferentes ecossistemas.

Para tanto, sob a lógica da agroecologia, a condução de sistemas agroflorestais sucessionais transcende qualquer modelo pronto e sugerido de sustentabilidade. Tais sistemas representam uma tentativa de harmonizar as atividades agrícolas com os processos naturais dos seres vivos para produzir um nível ideal de diversidade e quantidade de frutos, sementes e outros materiais orgânicos de alta qualidade sem o uso de insumos como fertilizantes, pesticidas ou maquinários pesados.¹⁰ O objetivo é que cada planta se desenvolva o melhor possível para aproximar os sistemas agrícolas do ecossistema natural do local. Trata-se, portanto, do oposto da agricultura moderna, na qual o homem tenta adaptar plantas e ecossistemas às necessidades da tecnologia.

“Numa perspectiva agroecológica, os sistemas agroflorestais sucessionais são entendidos como arranjos seqüenciais de espécies ou de consórcios de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, através dos quais se busca, ao longo do tempo, reproduzir uma dinâmica sucessional natural, visando atender demandas humanas de modo sustentável”.¹¹

¹⁰ GÖTSCH, E. *Break-through in agriculture*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996.

¹¹ VIVAN, J. L. Diversificação e manejo em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, III, 2000. Manaus, Amazonas. *Anais...* Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 32-41.

Sistemas agroflorestais sucessionais recebem essa denominação em função da sucessão natural de espécies: a essência analógica do sistema é a semelhança e imitação da natureza, visto que plantas e animais vivem em consórcios com outras espécies que delas precisam para otimizar sua existência e reprodução, criando novos consórcios com diferentes composições, que serão determinados por uma procedência e determinam uma continuidade¹². As espécies sucessionais são aquelas que no processo apresentam-se qualitativa e quantitativamente acumulando fertilidade para o solo, diversidade, complexidade e energia vital para a transição gradual de um estágio para o outro.

Fundamentos teóricos dos Sistemas Agroflorestais Sucessionais

Quando se tenta entender o ambiente é preciso considerar a organização e a interação de suas formas biológicas, inserindo a atividade humana no fluxo vital do planeta de modo a formar um aumento de qualidade e quantidade de vida, aliando necessidades humanas com sustentabilidade de recursos.

Sistemas agroflorestais são talvez aqueles que exigem a maior mudança de paradigma para serem devidamente compreendidos, pois “ao criar uma agrofloresta o agricultor está agindo positivamente sobre o manejo da paisagem, dos grandes processos naturais, realizando o que pode-se chamar de vontade do planeta, ou do universo, ao invés de orientar-se por objetivos imediatos como o lucro e a máxima rentabilidade”¹³.

A teoria de Gaia fornece os lastros que servem de fundamento para os sistemas agroflorestais sucessionais.

Tudo no cosmos envolve inspiração e expiração; no caso, o Sol estaria expirando e a Terra inspirando, ou seja, captando a energia cósmica (lumínica, cinética de partículas, radioativa), transformando-a em reserva de matéria, sob a forma de sub-produtos da vida e do metabolismo, armazenados através de cadeias orgânicas complexas, como o petróleo e o carvão. Os sistemas como um todo, inspiram, absorvendo energia e nutrientes, crescendo; e expiram, transformando toda a biomassa e energia acumulada para o ciclo que se segue, o que explica a sucessão das espécies¹⁴.

A organização de sistemas agroflorestais reflete a organização de ecossistemas em conformidade com a estratégia do planeta Terra, qual seja, a complexificação e os mecanismos geradores da ordem, que são as condições

¹² VAZ, P. Regenerative analog agroforestry in Brazil. *Ileia News Letter*, Set. 2000, 14-16 p. Disponível em: <http://ileia.test.kolibrie.net/2/16-3/14-16.pdf>. Acesso em 03 nov. 2003.

¹³ OSTERROHT, M. Princípios filosóficos dos sistemas agroflorestais. *Agroecologia Hoje*, 15 jul/ago, 2002.

¹⁴ VAZ DA SILVA, P. P. *Sistemas Agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, São Paulo*, 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 2002.

ambientais como um todo. Todas as intervenções acontecem no sentido de intensificar a vida e as condições para a vida, agindo no sentido de sintropia, de otimizar processos de fotossíntese, catalisando a reciclagem e o fluxo de carbono.

O planeta Terra é um macroorganismo cuja estratégia de ser é a transformação de energia radiante oriunda do universo em matéria, radiação esta que vem principalmente do Sol, com o qual a Terra vive numa relação polar/complementar de inspiração – Sintropia (Terra) – e de expiração – Entropia (Sol).¹⁵

A sintropia, termo cunhado por Ernest Götsch para conceito inverso ao de entropia e que representa a medida do grau em que a energia de um sistema é inaproveitável, é uma função do estado termodinâmico dos sistemas.

Coloca-se “como imperativo categórico a idéia de que todos os seres que participam de um sistema orientam suas contribuições no sentido de enriquecer e fortalecer o sistema, desde que estejam ao menos numa posição ecofisiologicamente adequada, pois os seres integrados à natureza querem que os princípios que fundamentam suas ações sejam subordinados a uma lei universal”¹⁶. Nota-se que a maioria dos seres vivos não procura tirar vantagem em benefício próprio, mas sim otimizar o conjunto; é apenas o ser humano que não age assim, visto que, através de um pensamento racionalista e analítico, empobrece o sistema do qual faz parte. Portanto, um novo paradigma prevê uma mudança da visão cartesiana e antropocêntrica para uma visão que pressupõe uma ação participativa do homem.

Para compreender o funcionamento do planeta Terra é preciso entender a hierarquia que existe entre os diferentes planos da existência. Este funcionamento é uma espiral contínua que deve partir do integral; nesta hierarquia, a idéia provém do espírito, a função da idéia, a forma da função, a matéria da forma e os elementos da matéria.¹⁷

Atualmente os sistemas agrícolas inverteram a ordem, fruto da Revolução Verde. A agricultura é tecnicista, quimicista e mecanicista, e busca solucionar os problemas na matéria e nos elementos, caindo num beco sem saída.

Nos sistemas agroflorestais sucessionais, “em vez da tentativa de imposição da lógica humana convencional à natureza, o caminho é inverso, pois parte-se da lógica da natureza tomando como base para experimentos agroflorestais, o ecossistema floresta”¹⁸. Harmonizam-se os procedimentos agrícolas com a dinâmica da vegetação local para atingir o mais alto nível de equilíbrio possível em quantidade e qualidade.

¹⁵ PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso*, 1999. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 1999.

¹⁶ OSTERROHT, M. *Op. cit.*

¹⁷ GÖTSCH, E. *Comunicação Oral*. Aracaju, Sergipe, Junho de 2003.

¹⁸ NOWOTNY, K. *Agrossilvicultura baseada na dinâmica e na biodiversidade da mata atlântica: a experiência agroflorestal de Ernest Götsch*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 55-66.

Os sistemas agroflorestais não contemplam apenas a substituição do insumo externo por um menos danoso ao ecossistema e à saúde humana. Trata-se, neste caso, de assumir como fundamental para a geração de tecnologias agrícolas alguns pontos, entre eles: a compreensão dos componentes de sucessão natural de espécies em ecossistemas e a otimização de recursos no tempo e no espaço; os mecanismos de evolução interativa entre comunidades vivas e o meio físico; os ciclos e padrões que refletem essas interações e com eles integram ações e interesses humanos; e, por último, trata-se de fazer deste processo a matriz de um desenvolvimento tecnológico adaptado à escala humana, o que implica reconhecer a importância de particularidades, culturas e etnias e sua bagagem de interação com o ecossistema.¹⁹

¹⁹ VIVAN, J. L. *Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital*. *Op. cit.*

Ecossistema e/ou Agroecossistema

É pertinente afirmar que para uma agricultura ser sustentável deve estar fundamentada em bases ecológicas, ou seja, um agroecossistema será tão mais sustentável quanto maior a semelhança em estrutura e função do ecossistema original.

Um agroecossistema “é um ecossistema cuja estrutura e funcionamento são modificados pelo homem para produzir alimentos, fibras e outros produtos”²⁰. Os agroecossistemas podem ser definidos ainda como entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo as plantas e animais domesticados, elementos bióticos e abióticos do solo que suportam vegetação natural e vida silvestre.²¹

²⁰ DOVER, M. J. & TALBOT, L. M. *Paradigmas e princípios ecológicos para a agricultura*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992.

²¹ FERRAZ, J. M. G. *Op. cit.*

Os sistemas agroflorestais sucessionais podem ser classificados como agroecossistemas e o primeiro passo para organizá-los consiste em buscar no ecossistema do lugar seus fundamentos de construção.

Os ecossistemas naturais estão em constante mudança numa dinâmica de sucessão das espécies, sempre no sentido do aumento da qualidade e quantidade de vida consolidada, mudanças que se dão em mão dupla: os seres vivos alteram o ambiente e o ambiente atua sobre os seres vivos; cada indivíduo é determinado pelo antecessor e determina o seu sucessor.²²

²² GÖTSCH, E. *O renascer da agricultura*. *Op. cit.*

Ao se estar ciente de que lidar com paisagens rurais, com agricultura é lidar com vida, e ao se compreender os mecanismos ecológicos que ocorrem nos ecossistemas, “observa-se que a dinâmica da sucessão natural de espécies é sempre usada, mesmo em estágios mais avançados, como

uma força que direciona o sistema e assegura a saúde e o vigor das plantas”²³.

²³ PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural*. Op. cit.

Diversidade: sucessão natural de espécies

A sucessão ecológica pode ocorrer a partir de comunidades temporárias que preparam o caminho para a comunidade que originalmente ocupava a região. Este processo pode ser definido considerando três parâmetros: a) a sucessão é um processo ordenado de mudanças de comunidade, mudanças estas que são direcionadas e, portanto, previsíveis; b) a sucessão resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade; c) a sucessão culmina no estabelecimento de um ecossistema tão estável quanto seja possível biologicamente, no lugar em questão.²⁴

²⁴ ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.

A teoria de sistemas agroflorestais sucessionais elaborada por Ernest Götsch enfatiza dois aspectos: o organismo formado pelo conjunto (a vida) e a função a ser cumprida por este organismo.

Os sistemas naturais têm ciclos de crescimento, estabilização, senescência e morte. No entanto, nesse caso, a morte do indivíduo como ponto final não existe, nem o desaparecimento de energia; o fim de um ciclo apenas representa a transferência de energia potencial de biomassa para outras formas.

A sucessão na vegetação natural pode ser compreendida como uma seqüência de modificações na composição das associações de comunidades vegetais e animais, num determinado ecossistema ao longo do tempo. A sucessão é um processo de auto-organização, de especialização, de maturação, que se caracteriza pela ocupação progressiva de espaços, onde espécies ou agrupamento de espécies de rápido crescimento, com altas taxas de multiplicação e vida curta (espécies pioneiras e oportunistas) são substituídas por espécies de vida mais longa e crescimento mais lento (as espécies especializadas ou persistentes), que são típicas de estágios mais avançados da sucessão.

A sucessão é a instrumentalidade da vida em um contexto sintrópico. Esse contexto e suas inter-relações permitem agrupar espécies, “classificando-as por sua função ecofisiológica em sistemas que, por sua vez, são constituídos por um ou mais ciclos de Pioneiras (normalmente herbáceas), Secundárias I (com ciclo de vida mais curto), Secundárias II (com ciclo de vida médio), Secundárias III (com ciclo de vida longo) e Transicionais (consórcio de espécies que domina o ciclo em sua fase adulta, pertencendo a ele, entre outros, os animais)”²⁵.

²⁵ VAZ DA SILVA, P. P. Op. cit.

Considerando as diferentes características dos sistemas de sucessão e o significado dos ciclos de inspiração e expiração na sucessão natural, pode-se reconhecer três grupos: Sistema de Colonizadores, Sistema de Ótima Ocupação e Sistemas de Abundância, os quais se diferenciam em “quantidade e qualidade de vida consolidada, biodiversidade, caminho e destino do excedente de energia materializada, relação entre C e N do conjunto de massa viva das espécies participantes, número e tamanho (relativos) de animais necessários para otimizar os processos de vida entre espécies integradas nos consórcios que formam o sistema”²⁶.

²⁶ PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural*. Op. cit.

Nestes sistemas, são identificados grupos de espécies com características biológicas semelhantes, de acordo com suas funções nos consórcios, que podem ser englobados em quatro grupos: 1) Colonizadores – são representados por algumas bactérias e fungos, certos líquens, algas, musgos, samambaias, ciperáceas e ervas. São responsáveis pelo início do processo de sucessão natural (no caso de sucessão primária), a partir de condições muito precárias, transformando o ambiente a fim de que seja possível sustentar formas de vida mais exigentes; 2) Pioneiras – são as plantas com hábito decumbente ou prostrado, não apenas árvores, que recobrem o solo, se desenvolvem bem a pleno sol, produzem grandes quantidades de semente dispersadas pelo vento, formam populações densas (muitos indivíduos) e comunidades de baixa diversidade e grande abundância; 3) Secundárias, Intermediárias e Transicionais – são espécies que apresentam ciclos de vida mais longos, seus frutos são geralmente carnosos e dispersos por animais, são mais exigentes em recursos e demandam sombra no início do seu desenvolvimento, formando banco de plântulas, quanto mais avançadas na sucessão dentro do consórcio; 4) Primárias ou Climácicas – são as espécies de ciclo de vida mais longo, sendo emergentes no dossel da mata primária.²⁷

²⁷ TRINDADE NETO, I. Q. *Reintegrando a floresta à natureza humana: um estudo sobre a conservação florestal em consórcio com agricultura e produção de petróleo*, 2003. 157 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, 2003.

Entretanto, durante o processo sucessional, as espécies desses quatro grupos coexistem; em cada fase haverá um consórcio dominante que dirigirá a sucessão, pois os indivíduos das espécies mais avançadas não se desenvolvem enquanto não são criadas as condições ecológicas pelas espécies antecessoras.

Com o Sistema de Colonizadores são criadas as condições de vida, pois iniciam as redes tróficas com bactérias e fungos. No Sistema de Ótima Ocupação o carbono se acumula nos seres vivos, existindo uma alta relação de C/N e baixa disponibilidade de N e P, este último fixado no solo por meio de Fe e Al. As redes tróficas se tornam

²⁸ VAZ DA SILVA, P. P. *Op. cit.*

complexas e os animais, embora ainda pequenos, já são de maior porte.²⁸ Seguem-se diversos ciclos sucessionais: pioneiras, secundárias e transicionais, até que esteja consolidada a quantidade e a qualidade de vida suficientes para a instalação dos Sistemas de Abundância; há, então, maior disponibilidade de N e P, nutrientes necessários aos processos de exportação, característico desse sistema; as redes tróficas são bem mais complexas, há alta biodiversidade e menor relação C/N, sendo esse sistema o que sustenta, em seus consórcios, grandes e pequenos animais, entre eles, o ser humano e a grande maioria de suas plantas cultivadas que são exigentes quanto a fertilidade e matéria orgânica, bem como a grande inter-relação entre espécies.

Nesse sentido, os sistemas agroflorestais constituem um modelo de desenho ecológico sustentável voltado para a agricultura e o reflorestamento. É inclusivo, pois combina as instâncias sociais e naturais. “O sentido da ação humana de compartilhar torna-se mais amplo – com semelhantes da espécie e com todos os demais seres vivos, uma vez que proporciona um espaço para a coexistência de todas as formas de vida”.²⁹

²⁹ TRINDADE NETO, I. Q. *Op. cit.*

A otimização dos processos pertinentes aos Sistemas Agroflorestais Sucessionais depende de: primeiro, identificar as espécies adequadas, os consórcios, e a sucessão entre eles, os que ocorrem na região, em solos ou climas similares; segundo, introduzir maior biodiversidade possível para preencher todos os nichos gerados; terceiro, identificar o momento mais apropriado para iniciar um ciclo, ou seja, o momento do plantio ou manejo de um consórcio mais avançado para que as espécies encontrem as melhores condições para se estabelecer e crescer; e, por fim, empregar-se o instrumento da remoção de plantas e da poda para acelerar a taxa de crescimento e evolução sucessional do sistema.³⁰

³⁰ PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. Op. cit.*

Os Sistemas Agroflorestais Sucessionais representam uma forma de produção que se baseia na estrutura e na dinâmica das florestas naturais, pois são combinadas uma diversidade de espécies nativas com outras espécies aptas às condições do local e também com espécies cultivadas pelos seres humanos.

Ao basear-se na estrutura das florestas, alguns princípios são fundamentais, entre eles, a existência de: árvores de diferentes tamanhos ou estratos (muito grandes, grandes, médios, pequenos e muito pequenos); diferentes variedades (muita diversidade); muita vegetação (vegetação muito densa), formando um colchão grosso de matéria orgânica e de terra preta; diferentes profundidades de raízes das

árvores; chuva assegurada pela vegetação para que não sequem as nascentes de água; e, por fim, plantas e animais que funcionam em estreita relação, num conjunto que se assemelha ao corpo humano.³¹ Assim como no corpo humano, também não se pode tirar um órgão ou uma parte da floresta esperando que o restante funcione tão bem como antes.

Portanto, os princípios dos Sistemas Agroflorestais Sucessionais dizem respeito à diversidade e densidade das espécies no sistema, durante todo o processo sucessional, bem como à sincronia de crescimento entre as espécies dos consórcios, além da manutenção do solo sempre protegido, coberto.

Numa experiência simples: “identificando capoeiras de diferentes idades, próximas umas das outras, sobre mesmo tipo de solo, posição do relevo e histórico de uso, e delimitando pequenas parcelas de 25 m² para quantificar cada uma delas, o número de espécies e o número de indivíduos por espécie, é possível observar que, conforme aumenta a idade da vegetação da parcela, o número de espécies se eleva e a densidade de indivíduos por espécie diminui e este é um ensinamento da própria natureza”³².

As árvores, ao serem introduzidas com alta densidade juntamente com as espécies de ciclos de vida curto e médio, podem reduzir a necessidade de mão-de-obra e, o mais importante, viabilizam o bom desenvolvimento dos indivíduos; se ficarem espaços desocupados, espécies indesejáveis, convencionalmente chamadas de “ervas daninhas”, surgirão. Em caso de dúvida para combinar as plantas é aconselhável plantar, e depois, se for o caso, realizar a poda do que tentar preencher depois os espaços vazios. Ao fazer a poda, tem-se mais biomassa para cobertura do solo, o que contribui para disponibilizar nutrientes e intensificar a vida do solo.

A proteção do solo com plantas vivas e com a cobertura morta (matéria orgânica) é fundamental para manter a sua fertilidade de forma sustentável, sendo fonte de energia para a vida do solo, pois os inúmeros organismos que vivem nele, ao se alimentarem da matéria orgânica, liberam nutrientes para as plantas. Por exemplo, as minhocas, ao trabalharem a terra, aumentam sua porosidade, favorecendo a respiração e o crescimento das raízes. É necessário aproveitar o que a natureza nos oferece, ou seja, o que aparece com a regeneração natural, que interage e não compete com as espécies de interesse econômico³³, o que é imprescindível à manutenção do sistema e à garantia do bom desenvolvimento das espécies economicamente importantes.

³¹ YANA, W & WEINERT, H. *Técnicas de sistemas agroflorestais: multiestrato, manual práctico*. Sapecho: Interinstitucional Alto Beni, 2001.

³² PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. *Op. cit.*

³³ PENEIREIRO, F. M. *Sistemas Agroflorestais dirigidos pela sucessão natural*. *Op. cit.*

No desenvolvimento dos sistemas agroflorestais sucessionais “não existe competição entre as espécies e entre os consórcios. O que há é uma relação de criador e criados entre os consórcios de vida mais curta com aqueles mais longos, e entre as espécies de mesmo consórcio a relação é de complementariedade, enquanto o estrato a ser ocupado é função a ser cumprida”³⁴. Na história da agricultura, o fenômeno da competição entre as espécies é motivo de grande preocupação por ser responsável pelas complicações e prejuízos desta atividade. No entanto, as dificuldades são do próprio ser humano em diferenciar os meios empregados pela vida e suas causas, sendo que as “pragas”, doenças e “ervas daninhas” constituem o meio que a vida pacientemente emprega para realizar em determinadas situações sua tarefa complexificadora. Num sistema agroflorestal sucessional completo, bem elaborado, com manejo adequado, não há danos econômicos por pragas e doenças, e a demanda por mão-de-obra é bastante reduzida.

³⁴ VAZ DA SILVA, P. P. *Op. cit.*

Experiências práticas: um caminho agroecológico a ser disseminado

Os sistemas agroflorestais sucessionais, embora sejam uma prática agroecológica secular, são ainda pouco difundidos no Brasil e encontram relativa resistência por se basearem em conceitos inversos aos da “Revolução Verde” e aos de seus pacotes tecnológicos; porém, grupos de pesquisa emergentes convergem para o estabelecimento de experiências resultando em estudos mais profundos e detalhados dos fundamentos e da dinâmica de uma agrofloresta sucessional.

No município de Pirai do Norte, sul da Bahia, situa-se a primeira área no Brasil onde foi implantado um sistema agroflorestal sucessional. Trata-se da fazenda “Fugidos”, com aproximadamente 500 hectares, incrustada no bioma de Mata Atlântica, e que se apresentava altamente degradada e com vastas áreas abandonadas. Essa fazenda, de propriedade de Ernest Götsch³⁵, serviu e serve de palco para as discussões técnico-científicas sobre os sistemas agroflorestais sucessionais (áreas entre 1 e 22 anos de implantação), sendo utilizada para inúmeros trabalhos acadêmicos, como monografias, dissertações e teses, além de vários programas televisivos de repercussão nacional. A exemplo dessa área, outras mais recentes e em outros biomas – em Irecê, Bahia, no bioma Caatinga³⁶; no estado do Acre, abrangendo o bioma Floresta Amazônica³⁷, e também em

³⁵ Engenheiro agrônomo suíço, radicado no Brasil desde 1981, proprietário da fazenda “Fugidos”, no município de Pirai do Norte, Bahia.

³⁶ Área implantada pelo Instituto de Permacultura da Bahia, conduzida pelo engenheiro agrônomo Henrique Sousa.

³⁷ Áreas implantadas pela Gerência de Educação Profissional do Governo Estadual do Acre, conduzidas pela engenheira agrônoma Fabiana Mongeli Peneireiro.

³⁸ Áreas implantadas e conduzidas pelo engenheiro agrônomo Jorge Luiz Vivan.

³⁹ Área implantada e conduzida desde 2003 por um projeto em parceria entre Embrapa, Petrobrás, Universidade Federal de Sergipe e Escola Federal Agrotécnica.

⁴⁰ VIVAN, J. L. *Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital*. *Op. cit.*

Ana Paula Fraga Bolfe é pedagoga, especialista em Educação e mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

apfbolfe@bol.com.br

Edmar Ramos de Siqueira é engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Tabuleiros Costeiros e professor da Universidade Federal de Sergipe.

edmar@cpatc.embrapa.br

Édson Luis Bolfe é engenheiro florestal, mestre em Engenharia Agrícola e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Tabuleiros Costeiros.

bolfe@cpatc.embrapa.br

região de Mata Atlântica do litoral norte do Rio Grande do Sul³⁸ – apresentam experiências e práticas com esse enfoque. A pesquisa que serve de base para este artigo está sendo desenvolvida na comunidade rural de Japarutuba, em Sergipe, na região de transição de Mata Atlântica para o Semi-Árido³⁹. Lá, trabalha-se em duas perspectivas: a necessidade de construir a apropriação coletiva dos princípios que regem os sistemas ou agroecossistemas; e o fato de que os sistemas precisam funcionar localmente, o que significa valorizar as particularidades de cada agricultor que participa do processo, fazendo para isso experiências concretas⁴⁰. Nessa área, implantada há 13 meses, já se efetuou a primeira colheita e atualmente trabalha-se no segundo ciclo. A produção obtida pelas culturas tradicionais (milho, feijão e mandioca) foi superior ao historicamente observado pelos agricultores em suas áreas originais. Além dessa observação, os agricultores envolvidos já estão conscientes e aplicando práticas agroecológicas visando a manutenção e a sustentabilidade daquele local; cita-se, como exemplo, a não queimada de vegetação existente para a posterior cobertura do solo, o plantio e condução de culturas alternativas para a comunidade (abacaxi, banana, mamão, maxixe, quiabo, abóbora, tomate e pepino), a implantação e condução de toda essa gama de culturas em acordo com os fundamentos da agrofloresta sucessional, ou seja, a presença de mais de 40 espécies florestais nativas de diferentes grupos ecológicos. Ainda mais, verifica-se a preocupação dos agricultores envolvidos quanto à manutenção da fauna local e ao controle das pragas e doenças por meio de práticas alternativas em detrimento dos insumos agroquímicos.

Dessa forma, percebe-se que os sistemas agroflorestais sucessionais estão direcionados na perspectiva de otimizar o sistema produtivo e não de maximizá-lo. Neste modelo agroecológico, os insumos a serem utilizados são sementes e o conhecimento da ecologia; para tanto, faz-se necessário o resgate cultural do conhecimento adquirido pelas pessoas através da vivência das gerações, fruto de séculos de convívio com o ecossistema do lugar. Tais conhecimentos são de extremo valor e importância na elaboração de sistemas de produção sustentável; como não existem receitas, é fundamental compreender os conceitos ecológicos presentes na relação entre as plantas de determinada região e fazer com que a intervenção humana se dê no sentido de gerar mais vida no local.

PLANTIO DIRETO NA CAPOEIRA

*Oswaldo Kato
Maria do Socorro Kato
Tatiana de Abreu Sá
Ricardo Figueiredo*

A agricultura familiar na Amazônia Oriental, particularmente na região nordeste do Pará, caracteriza-se pela prática da agricultura rotacional. Tal prática baseia-se na intercalação de períodos de cultivo com períodos de pousio e no acúmulo, na vegetação secundária (capoeira), dos bioelementos a serem disponibilizados aos cultivos subseqüentes. Visando evitar a continuidade do uso do fogo para o preparo de área para plantio, em face do que representa de negativo quanto à perda de nutrientes, risco de incêndio, emissões à atmosfera, e tentando viabilizar maior acúmulo de bioelementos no período de pousio, vem sendo desenvolvido o que se convencionou denominar de plantio direto na capoeira. O preparo por corte e queima é substituído pelo preparo por corte e trituração da vegetação da capoeira. A técnica, adotada em ações de pesquisa participativa, em áreas ocupadas por cultivos alimentares anuais, cultivos semi-permanentes e em áreas de pastagem, está sendo testada em cultivos perenes. Estudos realizados na última década indicam que a presença de vegetações secundárias em pousio em propriedades agrícolas é capaz de oferecer oportunidades relevantes em termos de serviços ambientais, além das possibilidades de agregar valor monetário, face à utilização de espécies vegetais encontradas na capoeira.

¹ KANASHIRO, M. & DENICH, M. *Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira*. Brasília: MCT/CNPq, 1998. p. 157.

² HÖLSCHER, D.; MÖLLER, M. R. F.; DENICH, M. & FÖLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 47:49-57, 1997.

HÖLSCHER, D.; SÁ, T. D. de A.; BASTOS, T. X.; DENICH, M. & FÖLSTER, H. Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 193:293-305, 1997.

SÖMMER, R.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. A.; COELHO, R. F. R. & FÖLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon – evidence for sub-soil nutrient accumulation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 68:257-271, 2004.

³ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira*. Eschborn: EMBRAPA/CPATU-GTZ, 1991. 284p.

DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow systems of the Eastern Amazon region, Brazil. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M. & STEWART, B. A. (Eds.) *Global climate change and tropical ecosystems*. Boca Raton: CRC, 1999. p. 213-229.

TIPPMANN, R. *Assessment of Carbon Sequestration in Landscape under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol*. Diploma Thesis. ZEF Bonn / Department of Geography, University of Bonn, Germany, 2000.

⁴ DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A., LÜCKE, W.

A realidade da Amazônia como um todo, a despeito das alarmantes cifras anuais de desmatamento, indica que ainda há muito o que conservar em termos de recursos naturais, fato que remete os que buscam alternativas agrícolas às práticas atuais, ao grande desafio de conciliar a conservação ambiental com a melhoria na condição social da sua população.

Para reduzir a taxa de eliminação e de exploração predatória da floresta nativa, e considerando a demanda crescente na oferta de produtos agrícolas (oriundos de cultivos anuais, intermediários e perenes, pecuários e florestais), é preciso buscar alternativas sustentáveis às áreas já desmatadas, oferecendo opções que aliem ao aumento na produção e na produtividade agrícola, a oferta de serviços ambientais que, a médio/longo prazo, garantirão a manutenção desta produtividade, e também a melhoria de condições sociais e econômicas dos agricultores.

A região nordeste do estado do Pará, na Amazônia Oriental, é largamente conhecida como uma fronteira agrícola antiga, onde a ocupação induzida pelo governo teve início no final do século dezenove, com a distribuição de lotes de 25 hectares aos colonos assentados ao longo da ferrovia Belém-Bragança. A partir de então, pratica-se predominantemente a agricultura rotacional (itinerante ou migratória – *shifting cultivation*), alternando períodos de cultivo (principalmente de milho, feijão caupi e mandioca) com períodos de pousio, em que a vegetação secundária (capoeira) acumula carbono e nutrientes, prestando-se como oferta de produtos para usos diversos (madeireiros e não madeireiros) e, em especial, como suprimento de nutrientes para os cultivos subseqüentes, por meio do que é disponibilizado principalmente na forma de cinza, através do preparo de área conhecido como derruba-e-queima¹.

A produtividade dos cultivos se mantém relativamente estável enquanto este sistema de uso da terra, largamente utilizado pela agricultura familiar da região, mantém taxas de rotação em que o período de pousio é longo o suficiente para permitir que a vegetação secundária expresse sua capacidade quanto à manutenção da diversidade florística, ao bombeamento de água e nutrientes² e ao acúmulo de carbono e nutrientes em sua biomassa³. Isso se deve ao papel que este sistema rotacional desempenha no controle de invasoras, na proteção do solo pela rede de raízes da capoeira e na disponibilização aos cultivos, dos nutrientes acumulados na biomassa⁴; contudo, quando o período de pousio decresce, esses atributos vão diminuindo a sua efetividade, comprometendo a sustentabilidade da produção agrícola⁵.

- & VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 61: 91-1006, 2004.
- ⁵ METZGER, J. P. M. Dinâmica e equilíbrio da paisagem em áreas de agricultura de corte-e-queima em pousio curto e longo na região da Bragantina. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PARÁ, BRAZIL, 1999. *Anais...* Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 47-50. (Documentos 69).
- ⁶ DIAZ, M. del C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTA, R. S.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C. & ORTIZ, R. A. O preço oculto do fogo na Amazônia: custos econômicos associados ao uso de fogo. Report of IPAM/IPEA/WHRC, Belém, Pará, Brazil, 43 p. <http://www.ipam.org.br/publica/publica-papers.php> (November 2003).
- ⁷ KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; JESUS, C. C. de & RENDEIRO, A. C. Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 2002, 3 p. (Comunicado Técnico, 64).
- ⁸ HÖLSCHER, D. *et al.* Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Op. cit.*
- ⁹ BRIENZA JUNIOR, S.; DENICH, M.; FOELSTER, H. & VLEK, P. L. G. Enriquecimiento de barbechos con leguminosas arbóreas como alternativa para la tumba y quema em la Amazonia Oriental Brasileña. *Agroforesteria en las Américas*, 8:16-19, 2001. DENICH, M. *et al.* *Op. cit.*
- ¹⁰ Palavra que significa capoeira ou ex-roça no idioma da tribo dos Tiryios, do norte do Pará.

Adicionalmente, a prática tradicional do uso do fogo no preparo de área para plantio tem implicações negativas, em especial quanto ao risco de incêndio, com a perda de benfeitorias, e quanto aos problemas de saúde, em especial os problemas respiratórios que acarreta, pela poluição do ar.⁶ Além disso, o uso do fogo limita a flexibilidade do calendário agrícola, ao exigir a ocorrência de um período de baixa incidência de chuva para viabilizar a secagem da vegetação derrubada, para que a queima se processe adequadamente⁷, o que é particularmente restritivo em uma região como o nordeste do Pará, na qual o regime de chuvas exibe apenas tênue diferenciação na sua distribuição ao longo do ano⁸.

Uma análise das limitações do sistema vigente visando adotar intervenções agrícolas voltadas a reduzir ou eliminar essas limitações, apontou a necessidade de, na época de preparo de área, substituir a derruba-e-queima da capoeira pela prática do corte e trituração. Na época de pousio observou-se ser oportuna a adoção da prática da capoeira melhorada, preferencialmente por meio do plantio de árvores de rápido crescimento, capazes de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico, como forma de viabilizar o acúmulo mais rápido de biomassa, nas condições vigentes de pousio curto.⁹

Esse sistema vem sendo denominado de plantio direto na capoeira, uma vez que as práticas alternativas introduzidas conferem a característica de uma modalidade de plantio direto, na qual a cobertura do solo onde ocorrerá o plantio das culturas é oriunda da biomassa da capoeira. Desenvolvido, aperfeiçoado e validado pela Embrapa Amazônia Oriental, através do atual projeto Tipitamba¹⁰, este sistema foi realizado em grande parte no âmbito do projeto SHIFT-Capoeira.

Em termos sociais, a substituição do corte e queima pelo corte e trituração minimiza a penosidade do trabalho do agricultor, além de reduzir os riscos de incêndio – que anualmente levam a prejuízos consideráveis no meio rural – e por consequência os efeitos danosos da fumaça das queimadas à saúde humana e animal, e a serviços como o da aviação.

A capoeira como rede de segurança da propriedade e da paisagem

Estudos realizados principalmente nas duas últimas décadas vêm comprovando os papéis ambientais e socioeconômicos que a vegetação secundária em pousio, conhecida como capoeira, desempenha enquanto componente do

- ¹¹ HEDDEN-DUNKHORST B.; DENICH M.; VIELHAUER, K.; MENDOZA-ESCALANTE, A.; BÖRNER, J.; HURTIENNE, T.; SOUSA FILHO, F. R. de; SÁ, T. D. de A. & COSTA, F. de A. Forest-based fallow systems: a safety net for smallholders in the Eastern Amazon? Trabalho apresentado na Conferência Internacional Rural livelihoods, Forests and Biodiversity”, Bonn, Alemanha, maio 2003, CIFOR, Bogor, Indonésia. http://www.zef.de/research_activities/shift/publications.htm.
- SÁ, T. D. de A. Aspectos biofísicos e biogeoquímicos de vegetações secundárias na Amazônia oriental e serviços ambientais associados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 54., 2003, Belém, Pará. Desafios da botânica no novo milênio. SBB, 2003. p. 150-152.
- ¹² DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.
- ¹³ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.
- ¹⁴ OLIVEIRA, P. C.; CARVALHO, C. J. R. de; SÁ, T. D. de A. & BRIENZA JUNIOR, S. Prospecção de espécies vegetais potencialmente acumuladoras de fósforo: uma estratégia para a melhoria da sustentabilidade de sistemas agroflorestais sequeñenciais no nordeste paraense In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, Ilhéus, 2002. *Anais...* Ilhéus, 2002. CD-ROM.
- ¹⁵ CATANNIO, J. H. *Soil N mineralization dynamics as affected by pure and mixed application of leavy material from leguminous trees used in planted fallow in Brazil.* Georg-August-Universitat, Gottingen. Fakultat fur Agrarwissenschaften. Dissertation. <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2002/cattanio/index.html>.
- DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.

sistema rotacional de uso da terra adotado por grande parte dos agricultores da Amazônia Oriental, como é o caso do nordeste do Pará.¹¹

Uma das funções das *capoeiras*, que vem sendo utilizada como suporte à maioria das experiências de produção agrícola familiar na Amazônia, é a associada ao suprimento de nutrientes e de matéria orgânica. A diversidade florística ainda encontrada nas vegetações secundárias abriga uma considerável gama de espécies que têm a habilidade de acumular, por diversos mecanismos, nutrientes essenciais aos cultivos a serem implantados após o corte dessas vegetações secundárias. Nesse sentido, Denich¹² produziu trabalho pioneiro na caracterização da diversidade funcional da capoeira com relação a nutrientes, avaliando a concentração de onze bioelementos (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Na e Al) na folha e em material lenhoso de 81 espécies de capoeira. O autor observou que as espécies de Myrtaceae tendem a ter alto conteúdo de manganês (Mn), e que a espécie *Lacistema pubescens*, muito comum no nordeste do Pará, exibe conteúdos de sódio (Na) mais elevados que a média das espécies. A aplicação da análise de agrupamento (*cluster*) em 80 das espécies encontradas permitiu evidenciar dezesseis grupos de espécies com concentrações semelhantes de nutrientes nas folhas¹³. Dentre os grupos encontra-se, por exemplo, um que abrange espécies com concentrações relativamente elevadas de fósforo (P), por exemplo, em *Cecropia palmata*, e um que abrange espécies com tendência a acumular nitrogênio (N), incluindo, dentre outras, espécies dos gêneros *Cassia* e *Inga*. Com relação à habilidade em acumular nutrientes, a espécie *Neea macrophylla* também parece exibir teores consideravelmente elevados de P foliar.¹⁴

A serapilheira (*litter*) formada por espécies da capoeira, considerada em termos de padrão de decomposição e de nutrientes¹⁵, influencia a disponibilidade de matéria orgânica, já que a composição deste material influi na diversidade e na concentração de mesofauna do solo¹⁶ e igualmente em processos por ela mediados.

As espécies da capoeira apresentam comportamento diferenciado quanto à resposta aos nutrientes no solo, o que tem sido evidenciado estudando-se a resposta de capoeiras a aplicações de fertilizantes.¹⁷

A avaliação do balanço de nutrientes em vegetações secundárias em pousio na Amazônia Oriental¹⁸ revela que a presença das raízes da vegetação secundária, no sistema rotacional com base no manejo da capoeira, garante o

- ¹⁶ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova... Op. cit.*
- ¹⁷ GEHRING, C.; DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. Response of secondary vegetation in Eastern Amazonia to relaxed nutrient availability constraints. *Biogeochemistry*, 45: 223-241, 1999.
- ¹⁸ HÖLSCHER, D. *et. al.* Nutrient input-output budget of shifting agriculture in eastern Amazonia. *Op. cit.*
- ¹⁹ SOMMER, R.; SÁ, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; VLEK, P. L. G. & FÖLSTER, H. Water and nutrient balance under slash-and-burn agriculture in the Eastern Amazon, Brazil – The role of a deep rooting fallow vegetation. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM “FOOD SECURITY AND SUSTAINABILITY OF AGRO-ECOSYSTEMS”, 14., 2001. *Proceedings...*, 2001. p. 1014-1015.
- ²⁰ WICKEL, B. *Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia.* Center of Development Research, University of Bonn, Thesis of Doctor. Ecology and Development Series, n. 21, 135 p., 2004.
- ²¹ DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*
- ²² DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*
- BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.* *Op. cit.*
- SÁ, T. D. de A. & ALEGRE, J. Práticas agroflorestais visando o manejo de vegetações secundárias: uma abordagem com ênfase em experiências amazônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS, 3., 2000, Manaus, AM. *Palestras...* Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 102-115. (Documentos, 17).

bombeamento de nutrientes de camadas mais profundas que as alcançadas pelas raízes da maioria dos cultivos e, ainda mais, que estas raízes ao permanecerem no solo mesmo durante o período de cultivo, reduzem as perdas de nutrientes por lixiviação, constituindo-se em verdadeira rede protetora (*safety net*) no solo.¹⁹

Estudos em nível de bacia hidrográfica no nordeste do Pará²⁰ vêm evidenciando o papel das raízes de capoeiras no balanço de água e nutrientes, em sistema rotacional tradicional e submetido a corte e trituração. Tais estudos indicam que a presença deste tipo de vegetação em nível de paisagem contribui para atenuar a transferência de nutrientes e poluentes aos cursos de água, pela ação protetora da rede representada por suas raízes.

O papel das vegetações secundárias quanto ao acúmulo de carbono acima e abaixo do solo vem sendo documentado em vários locais na Amazônia,²¹ incluindo experiências envolvendo a técnica de capoeira melhorada²². Os resultados evidenciam a expressiva contribuição que esse tipo de cobertura vegetal pode representar em termos de seqüestro de carbono, atingindo até valores superiores a 10 Mg. ha⁻¹ ano⁻¹.²³ Este é um aspecto promissor ligado a estratégias de certificação ambiental e de financiamento associadas à adoção de tecnologias adequadas do ponto de vista ambiental.

Outro aspecto biofísico das capoeiras revelado por trabalhos recentes, refere-se a atributos micrometeorológicos²⁴, em especial, a capacidade que têm as mesmas de transferir vapor de água para a atmosfera através da evapotranspiração, que se aproxima à observada em florestas primárias, mesmo em capoeiras jovens²⁵. Este fato está associado às características de seu sistema radicular que, não sendo prejudicado por mecanização pesada, já está estabelecido desde ciclos anteriores de cultivo, bem como às características de trocas gasosas de componentes destas vegetações, que alcançam taxas relativamente elevadas de condutância estomática e de transpiração.²⁶ Esta característica pode ser também encontrada e manejada em capoeiras melhoradas pelo plantio de árvores de rápido crescimento.²⁷

Alternativas promissoras de intervenção no sistema tradicional

A avaliação das limitações atuais do sistema tradicional de cultivo adotado na agricultura familiar do nordeste do Pará apontou a necessidade de intervenção em dois momentos do ciclo²⁸: na fase de preparo de área, substituindo

- ²³ SÁ, T. D. de A. & ALEGRE, J. *Op. cit.*
- ²⁴ GIAMBELLUCA, T. W.; HÜLSCHER, D.; BASTOS, T. X.; FRAZÃO, R. R.; NULLET, M. A. & ZIEGLER, A. D. Observations of albedo and radiation balance over post-forest land surfaces in eastern Amazon Basin. *Journal of Climate*, 10: 919-928, 1997.
- ²⁵ HÖLSCHER, D. *et. al.* Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Op. cit.*
- ²⁶ SÁ, T. D. de A.; OLIVEIRA, V. C. de; WEBER NETO, O. & CARVALHO, C. J. R. de. Condutância estomática em espécies-chave de vegetação secundárias em pousio, em sistema de “derruba-e-queima”, na Amazônia Oriental. *Ecologia Latino-americana*, p. 163-171, 2000.
- ²⁷ SÁ, T. D. de A.; OLIVEIRA, V. C. de; ARAÚJO, A. C. DE. & BRIENZA JUNIOR, S. Spectral irradiance and stomatal conductance of enriched fallows with fast-growing trees in eastern Amazonia, Brazil. *Agroforestry Systems*, 47: 289-303, 1999.
- ²⁸ DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*
- ²⁹ KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M. & VLEK, P. L. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: The role of fertilizers. *Field Crops Research*, v. 62, p. 225-237, 1999.
- ³⁰ BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.*, *Op. cit.*
- ³¹ DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A., LÜCKE, W. & VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 61: 91-1006, 2004.

a queima da vegetação da capoeira pelo seu corte e trituração²⁹ e, na fase de pousio, introduzindo-se a prática da capoeira melhorada, plantando-se árvores de rápido crescimento, em especial fixadoras de nitrogênio atmosférico, ao final da última cultura, encurtando assim o período de descanso e mantendo a produção de biomassa correspondente a um pousio mais longo.³⁰

O corte e trituração da capoeira, procedimento proposto para evitar os efeitos negativos do fogo utilizado no preparo de área, pode ser feito manualmente, o que demanda uma grande quantidade de mão-de-obra, sugerindo que seja mais viável quando trabalhado em forma de mutirão. O Projeto Tipitamba, na tentativa de reduzir o trabalho manual, introduziu inicialmente uma ensiladeira de forragem para realizar a operação semimecanizada, a qual, apesar de apresentar boa eficiência na trituração, demandou muita mão-de-obra.

A inexistência de implemento agrícola que realizasse a trituração da capoeira levou ao desenvolvimento de um triturador de capoeira, denominado Tritucap, com o apoio das Universidades de Göttingen e de Bonn (Alemanha). O equipamento está sendo desenvolvido para derrubar, triturar e distribuir sobre o solo a capoeira triturada na forma de cobertura morta em uma única operação. Mais recentemente foram lançados três equipamentos para trituração de capoeira por indústrias de máquinas agrícolas, exibindo boa eficiência.

Atualmente, o preparo de área via corte e trituração vem sendo realizado principalmente por trituradeiras motomecanizadas.³¹ A técnica vem sendo aplicada em diversas culturas tradicionais na região, como milho, arroz, mandioca, feijão caupi, melancia, maracujá e pimenta-do-reino, e também testada em pastagens.³²

A trituração é realizada cortando a vegetação a uma altura de 5-10cm do solo, de forma a manter os tocos e raízes da vegetação secundária, pois são elas as responsáveis por aproximadamente 70% da regeneração da capoeira, garantindo com isso a presença da capoeira na paisagem agrícola e assim os benefícios dos serviços ambientais por ela promovidos.

A outra técnica associada ao plantio direto da capoeira, que corresponde a uma intervenção na fase de pousio, é a melhoria de capoeira pela introdução de árvores leguminosas de rápido crescimento, para minimizar o problema de redução do período de pousio no sistema tradicional de derruba-e-queima. As árvores são introduzidas no final da

³² CAMARÃO, A. P.; RODRIGUES FILHO, J. A.; RISHKOWSKY, B.; MENDONÇA, C. L. G. & HOHNWALD, S. Disponibilidade de forragem, composição botânica e qualidade da pastagem de capim quicuo-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) sob três condições. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife. CD-ROM.

³³ BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.* *Op. cit.*

fase agrícola, dentro do cultivo da mandioca, última cultura do sistema tradicional. As árvores leguminosas são plantadas 5 a 6 meses após o plantio da mandioca, mais especificamente na última capina realizada para a cultura da mandioca. O espaçamento das leguminosas não deve ser menor que 2m x 2m, para garantir a regeneração da vegetação natural. Após o plantio, as árvores leguminosas não recebem nenhum tratamento especial e crescem juntamente com a capoeira natural.³³ O período de pousio associado ao sistema de corte e trituração é de 3 a 4 anos e quando se utiliza a tecnologia de melhoria de capoeira com árvores leguminosas de rápido crescimento, esse período é de 2 anos.

Oferta potencial de serviços ambientais

As vegetações secundárias em pousio (capoeiras) em propriedades agrícolas e em nível de paisagem são capazes de oferecer oportunidades relevantes quanto a serviços ambientais. Após o período de cultivo agrícola, as capoeiras se restabelecem por meio dos tocos, raízes e sementes que sobreviveram. Uma vez restabelecida, esta vegetação acumula carbono e nutrientes em sua biomassa e compete com as plantas herbáceas, em geral impedindo o crescimento destas.

É fato bem conhecido que, após o período de pousio no manejo agrícola destas áreas, a utilização do fogo para limpeza e preparo de área para novos cultivos provoca grandes perdas de nutrientes por volatilização e pelo transporte de partículas de cinzas através dos ventos. Desta maneira, o preparo de área para cultivo por meio da técnica de corte e trituração da capoeira evita a perda de nutrientes provocada pelas queimadas.

³⁴ SOMMER, R. *et. al.* *Op. cit.*

Sommer *et al.*³⁴ compararam o balanço de nutrientes (entradas e perdas nos agroecossistemas) entre áreas onde se adotou a prática tradicional de corte e queima e áreas onde se utilizou a técnica de corte e trituração, enfocando nesta última principalmente as perdas de nutrientes por lixiviação, fato que poderia anular os benefícios obtidos quando são evitadas as perdas provocadas pelo fogo devido à volatilização e transporte de cinzas. O monitoramento realizado na região Bragantina, na Amazônia Oriental, contemplou um período de cultivo de 1 ano e meio – milho, feijão caupi e mandioca, seqüencialmente – em situações de preparo de área (com e sem fogo), e com manejo de capoeiras de duas diferentes idades – 3 anos e meio e 7 anos.

O estudo de Sommer e colaboradores demonstrou a grande importância da capoeira, e em especial do sistema de

corte e trituração para o balanço positivo de nutrientes. Enquanto a prática do corte e queima ocasionou elevadas perdas de carbono (97% na capoeira mais nova e 94% na mais velha) e de nutrientes (98% do nitrogênio na capoeira mais nova e 96% do nitrogênio na mais velha, por exemplo), tais perdas não ocorrem com o plantio direto na capoeira. Além disso, apesar da grande quantidade de nutrientes contida no material triturado, que forma a cobertura morta e que se decompõe sobre os solos cultivados, não foi observado aumento na perda de nutrientes por lixiviação.

O balanço de nutrientes foi altamente negativo no tratamento com corte e queima, atingindo taxas de perda de cerca de 400 kg de nitrogênio, 20 kg de fósforo e 130 kg de potássio por hectare, enquanto no tratamento com corte e trituração o balanço de nutrientes foi bem equilibrado, ocorrendo apenas pequenas perdas de nitrogênio e potássio – menores que 5 kg e 2 kg, respectivamente – e um balanço positivo para fósforo (ganho de 5kg de fósforo por hectare), fato este extremamente significativo considerando o baixo teor deste elemento nos solos da região. Ressalta-se que este equilíbrio no balanço de nutrientes ocorreu mesmo quando o período de pousio foi reduzido para 3 anos e meio.

Assim, enquanto a agricultura de corte e queima ocasiona grande perda de fertilidade dos solos, o plantio direto na capoeira proporciona a recuperação gradativa destes solos com adições contínuas de nutrientes e carbono. Além da cobertura morta promovida pela trituração da vegetação secundária, são as raízes das espécies da capoeira as grandes responsáveis por isto, já que estas atuam recapturando para seu recrescimento os nutrientes que lixiviam no perfil do solo, conferindo sustentabilidade a estes agroecossistemas.

Para verificar os serviços ambientais deste sistema de plantio direto na capoeira, Wickel³⁵ desenvolveu estudos em área de agricultura familiar para determinar os principais processos hidrológicos e as vias hídricas preferenciais, assim como para quantificar os fluxos de nutrientes e água em nível de microbacia. O balanço de água e o comportamento hidrológico da área triturada assemelharam-se à área de capoeira com 4 anos e meio.

Apesar de não encontrar diferenças na lixiviação de nutrientes entre os sistemas de corte e queima e de corte e trituração, o estudo aponta para uma lixiviação elevada em cultivos de espécies semiperenes, como a pimenta-do-reino e o maracujá, cultivos estes que ao longo do tempo afetam substancialmente o sistema radicular das espécies da capoeira.

³⁵ WICKEL, B. *Op. cit.*

Este fato reafirma o importante papel das raízes da vegetação de *pousio* na atenuação da entrada de nitratos e contaminantes nos aquíferos da região estudada. No entanto, o aumento das concentrações de nutrientes nestes aquíferos pode estar sendo ocasionado pelas pesadas taxas de adubação química nos cultivos semiperenes. De qualquer maneira, evidencia-se o papel do manejo de capoeiras na agricultura familiar regional como atenuante da contaminação das águas subterrâneas quando comparadas com as áreas de uso mais intenso e prolongado, como os cultivos de pimenta-do-reino.

³⁶ WICKEL, B. *Op. cit.*

Outro resultado importante da pesquisa de Wickel³⁶ relaciona-se ao papel fundamental exercido pela mata ciliar na área estudada, protegendo um pequeno igarapé das entradas de nutrientes, oriundos das áreas de cultivo agrícola, via escoamento superficial e sub-superficial. A mata ciliar é determinante tanto da vazão do igarapé quanto da sua composição química. Na composição química das águas fluviais, Wickel³⁷ observou que as áreas queimadas promoveram entradas significativas de cálcio e magnésio no pequeno igarapé, fato que muda as características físico-químicas deste ecossistema e pode assim interferir em seu funcionamento.

³⁷ WICKEL, B. *Op. cit.*

Além disso, são disponíveis evidências sobre o papel positivo do sistema rotacional com base na capoeira (notadamente, com a adoção da técnica de *capoeira melhorada*, preconizada pelo projeto) quanto ao balanço de carbono (acima e abaixo de solo) e à oferta de vapor de água à atmosfera.

Produção agrícola sustentável

³⁸ KATO, M. S. A. *et. al.*. *Op. cit.*

Resultados obtidos por Kato *et al.*³⁸ mostram que a produção de culturas mais exigentes, no primeiro ano de cultivo, é baixa em sistemas de corte e trituração devido ao efeito da imobilização de nutrientes pelos microorganismos do solo; no segundo ano de cultivo consecutivo, porém, este efeito não é mais evidenciado devido à decomposição do material triturado que estava sobre o solo. Para a cultura da mandioca o efeito não existe, em razão de seu ciclo ser de pelo menos 12 meses, e assim ser beneficiada pelos nutrientes liberados durante a decomposição do material orgânico. O efeito negativo no sistema sem queima (cobertura) é neutralizado quando se realiza adubação química complementar com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK).

O sistema de corte e trituração permite um segundo ciclo consecutivo de cultivo agrícola. No segundo ciclo de

cultivo, a produção de arroz cultivado sem queima apresenta aumento de produção de 0,9 para 1,5 t ha⁻¹, equivalendo à produção das áreas queimadas no primeiro ano (1,5 t ha⁻¹), enquanto que nas áreas queimadas há uma tendência para redução da produção de arroz. A produção de raízes frescas de mandioca no segundo ciclo mantém a produtividade do primeiro ciclo de cultivo. A observação em longo prazo sugere que não haverá efeitos negativos em áreas preparadas por meio de corte e trituração com qualquer cultura. Um substancial aumento de produtividade será obtido quando a aplicação complementar de fertilizantes for realizada.

O uso do plantio direto na capoeira poderá proporcionar, em prazo longo, a recuperação do solo devido ao aumento substancial da quantidade de matéria orgânica. Daí resultam ampliadas a capacidade de retenção de nutrientes no solo e a eficiência no uso de fertilizantes minerais, permitindo reduzir as quantidades de fertilizantes requeridas e os custos de produção com adubação. Uma vez que os solos tenham se recuperado o suficiente, a adubação mineral só será requerida para suprir a quantidade de nutrientes removida pelos produtos colhidos.

O nutriente que mais tem limitado a produção agrícola é o fósforo.³⁹ Apesar da baixa exigência pelas plantas, é um elemento de baixa disponibilidade na maioria dos solos da Amazônia. Por outro lado, a biomassa aérea da capoeira, independente da idade, apresenta pequena quantidade de fósforo armazenada⁴⁰, o que mostra a necessidade de identificar alguma fonte deste elemento para suprir as necessidades dos cultivos. A busca de alternativa para suprir esta demanda é foco de estudo no projeto Tipitamba⁴¹, através de espécies acumuladoras de fósforo que poderão ser introduzidas na capoeira na fase de pousio.

Com o sistema de corte e trituração da vegetação e o plantio direto, o preparo de área pode ser realizado em qualquer época do ano, tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender as necessidades da planta a ser cultivada.⁴² Isso permite ao agricultor flexibilizar o período de plantio e obter produções fora da época tradicional (dezembro/janeiro), além de conseguir melhores preços para seus produtos no mercado.⁴³

Estudos realizados em cultivos de milho, mandioca e maracujá evidenciam o efeito positivo do plantio direto em capoeira na manutenção de água armazenada no solo, quando comparado ao sistema de corte e queima, particularmente quando é adotada a prática de capoeira melhorada.⁴⁴

³⁹ BÜNEMANN, E.; DENICH, M.; VIELHAUER, K. & VLEK, P. L. G. Mineral nutrition of maize and cowpea on mulched areas in NE, Pará. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PARÁ, BRAZIL. *Anais...* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 120-121. (Documentos 69)

⁴⁰ KATO, O. R. *Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn agriculture in the Bragantina region, Eastern Amazon: Crop performance and nitrogen dynamics*. Göttingen: Cuvillier, 1998. p. 132.

⁴¹ OLIVEIRA, P. C. *et. al.*. *Op. cit.*

⁴² V I E L H A U E R , K . Qualitative and quantitative patterns of variation in throughfall in spontaneous and enriched secondary vegetation under fallow in Northeastern Pará State, Brazil. In: SHIFT-Workshop, 3., 1998, Manaus. *Abstracts...* Manaus, 1998.

⁴³ KATO, O. R. *et. al.*, 2002 *Op. cit.*

⁴⁴ SOUSA, N. C.; FREIRE, G. S.; COIMBRA, H. M.; VIELHAUER, K. & SÁ, T. D. de A. Monitoramento de água no solo em capoeira sucedendo as fases de cultivo/enriquecimento de capoeira/cultivo, na Amazônia Oriental. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ABROMETEOLOGIA, 12., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOLOGIA, 3., Fortaleza, Ceará, Brasil, 2001, *Resumos...* Fortaleza, 2001. p. 501-502.

O sistema de corte e trituração tem sido investigado também para a cultura do maracujá (*Passiflora edulis*). As melhores produções de frutos de maracujá são alcançadas nos sistemas de corte e trituração (20,7 t ha⁻¹) e aração e gradagem (21,9 t ha⁻¹). Os resultados mostram que a produção de frutos de maracujá é menor quando o cultivo é feito no sistema tradicional de derruba-e-queima (14,8 t ha⁻¹).

Apesar da produção do maracujá no sistema de corte e trituração apresentar a mesma produção do sistema de aração e gradagem, é importante ressaltar que os cultivos no sistema de corte e trituração apresentaram melhor desenvolvimento, sem stress hídrico na época seca (observação visual), e com menor incidência de plantas invasoras, além de evitar a erosão do solo e de manter a capacidade regenerativa da capoeira.

O sistema de corte e trituração está sendo testado em pastagens na região de Igarapé-Açu, Pará.⁴⁵ Em pastagem de capim braquiário (*Brachiaria brizanta*) associado com quicúio da Amazônia (*Brachiaria humidicola*), no sistema de corte e trituração, a oferta de forragem é maior que em pastagem formada a partir da derrubada e queima. Em consequência, o ganho de peso animal é maior na pastagem com corte e trituração. Além disso, as pastagens em áreas preparadas com corte e trituração apresentam menor índice de plantas espontâneas, reduzindo os custos para o seu controle.

Outra técnica associada à agricultura sem queima é a melhoria de capoeira. Esta técnica proporciona a redução do período de pousio de 4 a 10 anos para 2 anos. As espécies selecionadas com esse objetivo – *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformes*, *Inga edulis*, *Clitoria racemosa*, *Acacia angustissima* e *Schelolobium paniculatum* – são introduzidas na capoeira ainda na fase de cultivo da mandioca, antes do abandono da área para o pousio. Essa técnica possibilita, em dois anos, o acúmulo de biomassa de 29,4 t ha⁻¹ a 60,6 t ha⁻¹ no espaçamento de 2m x 2m⁴⁶, enquanto em capoeira natural a biomassa neste mesmo período foi de 27,1 t ha⁻¹.

Vale ressaltar que a técnica de melhoria de capoeira é fortemente associada à técnica de preparo de área sem o uso do fogo. Melhorar a capoeira com introdução de árvores de rápido crescimento e utilizar o fogo no preparo de área, aceleram o processo de degradação, tendo em vista que as árvores de rápido crescimento apresentam grande capacidade de absorver nutrientes do solo, inclusive de camadas mais profundas do solo, e de acumular na biomassa. O uso do fogo no preparo de área provoca perdas de nutrientes que irão acelerar a degradação pelas perdas de nutrientes do sistema.

⁴⁵ CAMARÃO, A. P. et. al..
Op. cit.

⁴⁶ BRIENZA Jr., S. Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil. *Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen*, Göttingen, 134:133, 1999.

Estratégias para viabilizar o plantio direto na capoeira

O plantio direto na capoeira pode ser realizado de forma manual, semimecanizada, utilizando-se trituradores alimentados manualmente, ou de forma motomecanizada, utilizando-se equipamentos atrelados a tratores que derrubam, trituram e distribuem o material sobre o solo na forma de cobertura morta, com uma ou duas operações.

Como a adoção dos equipamentos para trituração implica compra de trator e do implemento de trituração, o seu uso em nível de agricultura familiar necessita que os agricultores estejam organizados de forma associativa, pois é impossível a viabilidade do uso de máquinas individualmente. Levando em consideração o quadro vigente, a adoção desta tecnologia pode ser viabilizada por: a) patrulha mecanizada gerenciada pela prefeitura – as prefeituras municipais deveriam formar patrulhas mecanizadas com equipamentos de trituração de capoeira para atender comunidades rurais organizadas. As comunidades rurais anualmente apresentariam suas necessidades e a prefeitura executaria os trabalhos, devendo os agricultores pagar os gastos básicos (combustível, por exemplo); b) programa social de grandes empreendimentos – deveria ser garantido dentro do programa social dos grandes empreendimentos, o apoio à mecanização da agricultura familiar na Amazônia. Essa experiência está sendo realizada pela Albras (Alumínio Brasileiro S/A) no estado do Pará, em parceria com a prefeitura municipal de Barcarena; c) programas de governo – utilização da tecnologia em programas de governo que incentivam a utilização de boas práticas nas atividades desenvolvidas na propriedade. Um exemplo é o PROAMBIENTE, programa de desenvolvimento socioambiental, nascido de discussões dos agricultores familiares em suas bases, hoje transformado em programa do governo federal no Ministério do Meio Ambiente. Neste programa, está prevista a eliminação da queima no preparo de área num prazo de 3 anos; d) prestadoras de serviço – incentivar as prestadoras de serviço a equipar suas patrulhas com equipamentos de trituração de capoeira e vender os serviços.

A introdução de uma inovação tecnológica na agricultura familiar deve ser feita de forma participativa para que esta técnica seja apropriada pelos agricultores familiares. Assim, foi iniciado pelo Projeto Tipitamba um trabalho participativo com cinco comunidades dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, no estado do Pará. O trabalho

visa principalmente ajustar a técnica de corte e trituração à realidade dos principais beneficiários, os agricultores. O trabalho participativo permitiu ampliar as opções de cultivos, tendo em vista o interesse dos agricultores em testar outras espécies de cultivo agrícola, além dos já testados pelo Projeto Tipitamba.

Estão sendo experimentados pelos agricultores de cinco comunidades, além dos cultivos testados pela pesquisa (milho, caupi, mandioca e maracujá), os cultivos de pimenta-do-reino, melancia e as hortaliças berinjela, pimenta amarela, pimenta malagueta, pepino e maxixe.

As vantagens atribuídas à técnica pelos agricultores são: redução de mão-de-obra, melhor conservação da umidade do solo, redução da erosão do solo e da poluição dos igarapés, melhoria da qualidade da produção e do solo, possibilidade de cultivar mais de uma vez sem degradar o solo, economia de energia; a vegetação triturada serve como adubo para o plantio do segundo ciclo, e não polui o meio ambiente. Apesar das inúmeras vantagens, existem desvantagens relatadas pelos agricultores: dificuldade de plantio logo após a trituração, pois há necessidade de adaptação de ferramentas (utiliza-se plantadeira manual de grãos do plantio direto); custo do equipamento para trituração e perda da lenha porque toda biomassa é triturada.

Em seu conjunto, os resultados obtidos até o momento apontam para uma promissora possibilidade de mudança substancial no sistema de produção da agricultura familiar, em especial da região alvo do estudo, permitindo uma agricultura sem o uso do fogo e com base no manejo da capoeira. Dessa forma, é possível garantir maior produção de biomassa e de bioelementos, além de um período de tempo compatível com a pressão pelo uso da terra atual; ao mesmo tempo, verifica-se agregação complementar de valor, no caso de espécies arbóreas que podem ser também utilizadas parcialmente para outros fins, como por exemplo, fonte de energia, em particular no momento em que este aspecto começa a se tornar um ponto de demanda, caracterizada pelo desaparecimento das fontes de lenha e carvão e pelo aumento nos preços de derivados do petróleo.

Oswaldo Kato é engenheiro agrônomo, doutor em Agroecologia e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil.

okato@cpatu.embrapa.br

Maria do Socorro Kato é engenheira agrônoma, doutora em Agroecologia e pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

skato@cpatu.embrapa.br

Tatiana de Abreu Sá é engenheira agrônoma, doutora em Ecofisiologia Vegetal e pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

tatiana@cpatu.embrapa.br

Ricardo Figueiredo é engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Ambientais e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

ricardo@cpatu.embrapa.br

INDICADORES DA QUALIDADE DO SOLO A PERCEPÇÃO DO AGRICULTOR

Helvio Debli Casalinho
Sérgio Roberto Martins

O estudo da qualidade do solo é um importante subsídio para o monitoramento da sustentabilidade de ecossistemas agrícolas. A avaliação pode ser feita tanto com métodos desenvolvidos exclusivamente pelo saber acadêmico, quanto por métodos que levam em conta o conhecimento acumulado pelo agricultor. Em sistemas de produção de base ecológica, os agricultores desenvolvem um amplo conhecimento sobre o solo disponível em seu agroecossistema, levando em consideração propriedades e atributos descritivos, analisados qualitativamente e fundados em seu juízo de valor. Nesse sentido, estabelecem relações entre solo, planta, água e ambiente, numa avaliação integral e integrada destes elementos entre si, reproduzindo a própria visão que têm da atividade agrícola. A consolidação de indicadores da qualidade do solo é de fundamental importância no desenvolvimento de ferramentas que permitam ao agricultor avaliar e monitorar a sustentabilidade de seu agroecossistema.

Saber acadêmico e saber não acadêmico: uma parceria possível e desejável

Tem-se constatado, na ciência do solo, um aumento gradativo no número de trabalhos desenvolvidos com abordagens que transcendem o campo da disciplinaridade e do saber exclusivamente acadêmico. Novas metodologias passam a valorizar o saber local e a possibilitar o envolvimento do agricultor na construção transdisciplinar do conhecimento.

Nesse sentido, merece destaque a experiência de pesquisa compartilhada entre os autores do texto com um grupo de agricultores da Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul, entidade composta por cerca de cinquenta agricultores e agricultoras que trabalham atualmente com sistemas de produção de base ecológica.

Pesquisar com essa concepção implica uma outra compreensão do papel que o recurso solo desempenha no agroecossistema. A avaliação holística da qualidade do solo representa um subsídio fundamental na avaliação da sustentabilidade de sistemas de manejo.

A presença do agricultor, como sujeito da construção de um novo conhecimento, possibilitou o desenvolvimento de um trabalho que se constituiu num processo de investigação-ação e numa proposta pedagógica comprometida com um processo de transformação social, a partir de uma outra leitura de realidade.

A preservação, tanto quanto possível, da concepção de trabalho do agricultor, a partir da visão integral e integrada que este tenha de sua atividade agrícola – visão holística –, foi condição básica para compreender não só a sua percepção sobre o que é um solo de boa qualidade, mas, também, para entender como atua e como toma suas decisões durante o processo de produção.

A Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul (ARPA-SUL) é uma entidade civil sem fins lucrativos, com sede no município de Pelotas e atuação na região sul do Rio Grande do Sul.

Segundo a localização geográfica de suas propriedades, os associados estão organizados em grupos, os quais são constituídos no mínimo por três e no máximo por quinze agricultores, podendo haver mais de um grupo na mesma localidade ou distritos municipais.

Dez agricultores, representando diferentes grupos da associação e diferentes níveis de conversão para a agricultura de base ecológica, foram selecionados para o desenvolvimento do trabalho, que teve como um dos objetivos conhecer

a percepção destes agricultores – conhecimento não acadêmico – sobre um solo de boa qualidade, identificando que indicadores utilizam em sua avaliação. Para isso foram utilizadas entrevistas semi-estruturadas e estruturadas¹. Na primeira trabalhou-se duas perguntas básicas: O que você considera um solo sadio ou de boa qualidade? Que indicadores você associa com essa qualidade? Na segunda entrevista procurou-se identificar, com detalhes, de que forma os agricultores avaliavam esses indicadores.

O significado da qualidade do solo na percepção do agricultor

Do ponto de vista acadêmico, qualidade do solo tem sido conceituada como a capacidade que um determinado tipo de solo apresenta, em ecossistemas naturais ou em agroecossistemas, para desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentação da atividade, da produtividade e da diversidade biológica, à manutenção da qualidade do ambiente, à promoção da saúde das plantas e dos animais e à sustentação de estruturas socioeconômicas e de habitação humana.²

Esse conceito é bem mais adequado do que aquele convencionalmente vinculado a um “solo fértil”, principalmente quando se trabalha a qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas.

Por outro lado, os agricultores que utilizam sistemas de produção de base ecológica, desenvolvem um vasto conhecimento sobre o recurso solo disponível em suas propriedades, levando em consideração atributos descritivos, analisados com ênfase em aspectos qualitativos, fundados em juízos de valor e, sobretudo, estabelecendo relações com as condições das plantas, da água e do ambiente, numa avaliação integral e integrada de um conjunto de atributos relacionados entre si, reproduzindo a própria visão que têm do agroecossistema.

Nesse sentido, no desenvolvimento de pesquisas com uma estreita relação entre pesquisador-agricultor, o conhecimento oriundo do saber localmente desenvolvido é tão importante quanto o conhecimento acadêmico. Numa perspectiva ecológica, esse é o momento em que a investigação científica se aproxima da realidade, fazendo com que o agricultor, ao emitir seu juízo de valor, participe ativamente na construção transdisciplinar do conhecimento.

Isso inclui não só a percepção daquilo que ele considera um solo de boa qualidade, como também o conhecimento daqueles indicadores que utiliza para essa avaliação.

¹ HAGUETTE, T. M. F. *Metodologias qualitativas na sociologia*. Petrópolis: Vozes, 1999.

² KARLEN, D. L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J. W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F. & SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 61, p. 4-10, 1997.

³ CASALINHO, H. D. *Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas*. Pelotas, 2003. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pelotas, 187 p.

Abordagens integrativas e descritivas aplicadas na construção de estruturas de avaliação da qualidade do solo para os agricultores, constituem-se em mecanismos capazes de monitorar as condições do solo a campo e são de grande relevância na avaliação da sustentabilidade dos agroecossistemas.³

Há muita convergência de opiniões entre os agricultores que participaram da pesquisa, sobre o significado da qualidade do solo. Isso pode ser percebido nas manifestações apresentadas nas entrevistas, as quais estão a seguir sintetizadas:

“Um solo de boa qualidade está relacionado com terra solta, pois aí se desenvolve todo organismo da terra e é quando a planta se desenvolve melhor, onde se vê mais gordura e o solo é mais profundo”.

“Solo de boa qualidade se vê através da profundidade, das ervas que aparecem, como o caruru e nabo, pela diferença de manejo da terra, se é muito apertada ou mais solta, se é melhor de arar ou não e também pelo aparecimento de minhocas e outros bichinhos”.

“Solo fofo, escuro, com matéria orgânica, com palha, pois nessas condições é bem mais fácil de trabalhar. O solo que não tiver boa matéria orgânica, com uma chuva forte já fica compactado e vai ser mais difícil da enxada entrar. Também o caruru e o picão-preto aparecem mais onde tem mais matéria orgânica, onde o solo está mais solto. Onde não está tão fofo e tem pouca matéria orgânica, já aparecem as plantas mais agressivas tipo milhã, papuã e guanxuma e nessa terra compactada a gente irriga e seca mais rápido”.

“Um solo bom deve ter matéria orgânica, ter fundura e estar soltinho. Além disso não se pode queimar nada, tudo deve-se amontoar na lavoura, deixando apodrecer, pois é matéria orgânica fabulosa, que depois se espalha e fica uma terra fértil. Também não pode ter erosão pois quando se vê o saibro amarelo aparecendo, nem a marcela vem mais. Outra coisa é a cor da planta. Onde o solo é bom a planta vem mais viçosa, bem verde e onde o solo não é bom, a planta é amarelinha, raquítica”.

“Solo de boa qualidade é fofo, solto, tem caruru, beldroega, lanceta. Também quando tem palha seca, matéria orgânica, aí ele fica fofo, se não, fica que nem um pão sem fermento, abatulado. Para ver se a terra é fértil ou não, se tem microorganismos, se pega um pouco de terra de estrada que está socada e se coloca água oxigenada. Ela não vai ferver, já uma terra que tem organismos, vai dar uma fermentação (bolhas); o mesmo que acontece se a gente botar numa ferida.

Essa referência é uma demonstração prática utilizada para mostrar a presença de microorganismos no solo. O teste da água oxigenada, muito usado na bacteriologia, é conhecido como o teste da catalase⁴. A fermentação referida pelo entrevistado é o oxigênio liberado devido à ação da enzima catalase sobre o peróxido de hidrogênio.

“Numa terra mais fraca, tem o mata-pasto e o carrapicho rasteiro. Na produção ecológica o solo fica mais úmido, pois passando dois ou três dias depois de uma chuva, a gente nota que na parte de cima do solo seca, mas embaixo não, ele consegue segurar a água. Antes, a gente não via nada de coró e nem minhocas na terra, mas hoje já se acha bastante”.

“Um solo é de boa qualidade quando está solto, fofo e não socado, como acontece quando tem aquele saibro rente à superfície. A vegetação tem bastante viço, e até no capinar se vê que a enxada e o arado entram facilmente, não é aquele entorramento, é uma terra solta. A serralha, caruru, língua-de-vaca, picão branco e picão preto indicam um solo bom, já o carrapicho rasteiro e o papuã, dão em terra fraca. A guanxuma, quando aparece, é porque está socado”.

“É um solo solto, com uma boa vegetação e muita vida. As minhocas e microorganismos que estão trabalhando é que vão dar uma boa infra-estrutura ao solo e com isso ter uma boa planta. Você fazendo um bom manejo, evitando lavração, exposição ao sol, à chuva, ao vento, tendo uma cobertura de vegetação, protege esses microorganismos que vão trabalhando junto com a matéria orgânica que a gente põe no solo e dando uma boa estrutura e conservando melhor a umidade. Com o solo bem estruturado as raízes se estruturam melhor, ficam mais profundas e com isso as plantas conseguem se manter mais no período de seca, porque as raízes estão mais profundas e mais espalhadas, buscam a água em mais profundidade que um solo não cultivado no orgânico”.

As plantas espontâneas, cuja presença está relacionada a determinadas condições do solo, são muito valorizadas no saber desenvolvido pelos agricultores, o que pode ser constatado pela frequência com que foram citadas pelos entrevistados, como indicador de um solo sadio ou de boa qualidade. O papel das plantas espontâneas na cobertura do solo e na reciclagem de nutrientes tem sido objeto de estudo em diversas pesquisas agronômicas⁵.

“Terra boa é aquela que tem matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e os micronutrientes, equilibrados. A guanxuma indica solo compactado, a língua-de-vaca ocorre onde a terra está ficando boa. Nas partes mais baixas, com

⁴ DE LA MAZA, L. M.; PEZZLO, M. T. & BARON, E. J. *Atlas de diagnóstico em microbiologia*. Porto Alegre: Artmed, 1999. p. 33.

⁵ FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C. & NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *R. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v. 24, p. 171-177, 2000.
MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, H. P. M. & OLIVEIRA, T. S. de. Potencial de plantas espontâneas na cobertura de superfície e reciclagem de nutrientes em solos cultivados com plantas perenes. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 28, 2001, Londrina. *Resumos...* Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p. 273.

terra mais preta, o solo tem mais força, dá uma boa espiga de milho e a cor da planta é mais escura. Se a terra está mais compactada, ela não responde bem. Agora se a gente consegue lavrar bem, com boa umidade, a gente pode livrar aos poucos o pé-de-arado. Também tem terras que, quando chove, passam dois dias e a gente pode lavrar, gradear e não tem grandes problemas. Outras ainda estão encharcadas. A terra fina tem essa dificuldade, fica mais tempo encharcada. Na terra mais grossa, choveu e logo em seguida a água desce”.

“Um solo de boa qualidade é fofo, bem drenado e tem uma boa quantidade de matéria orgânica e cobertura para que não aconteça erosão. Também quando algumas ervas começam a aparecer e a se desenvolver bem é porque o solo ali é bom. Mas quando nem as ervas conseguem se desenvolver é porque faltam nutrientes, o solo já é velho, desgastado. Num solo bom, tu vais caminhando e sente que o pé afunda, ele é bem fofo. Já no solo desgastado tu sente, uma terra dura, saibrenta, socada, ali não se desenvolve nada, precisa ser recuperado. Também a presença de minhocas mostra que o solo é bom, porque tem matéria orgânica e quando tu fazes a aração se nota a presença de passarinhos que vêm se alimentar. Também num solo de boa qualidade, a água escoar melhor, tem uma drenagem melhor. Tem terras saibrentas que quando chove não infiltra água, e corre na superfície”.

As relações entre solo-planta-água, estabelecidas pelos agricultores ao fazerem suas observações sobre um solo de boa qualidade, foram também observadas em diversas experiências conduzidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte, no desenvolvimento de ferramentas para avaliação da qualidade do solo, evidenciando a visão global que o agricultor tem sobre seu sistema de produção.⁶

“O tipo de erva espontânea mostra se a terra é boa ou se está degradada. No início, quando se começou a trabalhar, tinha basicamente o capim gafanhoto. Daí, no outro ano, já começou a aparecer algum caruru, a língua-de-vaca, o picão preto, o picão branco e o carrapicho. A quantidade de minhocas, a cor da terra, que ficou mais escura, mais fofa, mais soltinha, isso é uma indicação. A minhoca vai furando o solo melhorando a aeração e a planta se desenvolve melhor, porque é através das galerias que as minhocas fazem, consegue interpor suas raízes. Também a quantidade de insetos presentes na flor do solo, bem na parte de cima do solo. Quando se retira a palha, se vê que a quantidade de insetos é enorme e esses insetos é que fazem a decomposição da matéria orgânica.

⁶ DITZLER, C. A. & TUGEL, A. J. Soil quality field tools: experiences of USDA-NRCS Soil Quality Institute. *Agron. J.*, v. 94, p. 33-38, 2002.

Quando se começou a trabalhar aqui, há oito anos atrás, essa terra era uma estrada, era socada, muito rasa. Hoje se pode cavar vinte ou trinta centímetros com a mão. As plantas nas áreas já trabalhadas há mais tempo, vêm com mais vigor desde que nascem. Nas outras é necessário ainda botar um esterco, um adubo orgânico para dar início, se nota diferença já na cor”.

“Um solo para ser considerado de boa qualidade, tem que ser fofo e ter a presença do caruru, da serralha. Quando vem uma samambaia ou a lanceta ele tá com uma falta de calcário. Sempre tem uma indicação no solo que dá para a gente ver. Num solo bom têm minhocas e certos bichinhos, pelo tipo de planta também, ela é viçosa, não é atacada por pragas. O solo vermelho aqui não é bom, sendo preto é melhor, porque tem mais matéria orgânica e se tiver muito clarinho, é porque está desgastado, lavado. Um solo que depois de uma chuva, escorre água por cima, tá socado, tá desgastado. Então quando vem uma chuva todo aquele lodo, aquela terra boa não pode ir para a sanga, tem que estar ali junto com a curva de nível. A cor da água é um bom sinal. Se a água vai para baixo, é sinal que o solo está melhor, pois é bom que a água se infiltre. O solo bem estruturado é aquele que aceita a água infiltrar. O que não é estruturado é desgastado, não vem nada nele, é socado. O solo também é bom, quando não recebe agrotóxicos e tem a presença das minhocas, que são importantes”.

Os depoimentos apresentam a visão abrangente de qualidade do solo que os agricultores têm. Isso pode ser observado pela frequência de citações, por exemplo, de plantas espontâneas, como um indicador de diferentes condições do solo, ressaltando-se, principalmente, aquelas que são indicativas ou que sugerem o melhoramento da sua qualidade, pelas vinculações feitas com a aparência da planta e as condições hídricas, entre outras.

A partir dessas manifestações, constatou-se que trinta e oito termos e expressões foram utilizados para expressar a percepção dos agricultores sobre a questão. Resguardando-se a espontaneidade e a terminologia utilizada, foram formados, considerando a frequência da citação e a ordem com que foram citados, os seguintes grupos:

- a) terra fofo, rasa, matéria orgânica, tipo de ervas espontâneas;
- b) terra solta, socada, erosão, cor do solo, presença de minhocas, cor, viço e desenvolvimento da planta, porosidade do solo;

- c) presença de organismos, insetos, de barro amarelo, de saibro, terra boa para trabalhar e arar;
- d) aproveitamento melhor da água, conservação de umidade, boa drenagem, secamento rápido;
- e) terra compactada, cor da água escorrida, cobertura do solo, presença de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes;
- f) terra apertada, abatimada, infra-estrutura do solo, fermentação, cheiro, distribuição de raízes, gordura da terra e aeração do solo.

Verificou-se que os agricultores conseguiam perceber mais claramente as condições de um solo de boa qualidade por aspectos relacionados aos seus atributos físicos, seguidos de atributos relacionados à biologia, à aparência da planta, à química e a características visuais do solo e, por fim, a características morfológicas e sensitivas. Essa conclusão é semelhante a de outros trabalhos desenvolvidos dentro dessa mesma temática⁷.

Considerando a similaridade presente nas citações e buscando uma uniformização de termos e expressões utilizados, as manifestações puderam ser sistematizadas pelos seguintes indicadores:

1. compactação
2. matéria orgânica
3. profundidade
4. erosão
5. população de minhocas
6. aparência da planta
7. presença de organismos
8. porosidade
9. cor
10. plantas indicadoras

A forma de avaliação de cada um desses indicadores, relatada nas entrevistas, é um conhecimento essencial para o desenvolvimento de estruturas de avaliação e monitoramento da qualidade do solo, desenvolvidas com e para os agricultores. Depois de sistematizados, esses procedimentos ficam assim descritos:

1. *Compactação do solo*: avaliada pela maior ou menor facilidade de trabalhar a terra, pela profundidade de penetração do arado e da enxada, pela presença de matéria orgânica e de resíduos, pela facilidade com que a água infiltra-se no solo e pela sensação dos pés penetrando na terra quando caminhando pela lavoura.

⁷ ROMIG, D. E.; GARLYND, M. J.; HARRIS, R. F. & Mc SWEENEY, K. How farmers assess soil health and quality. *Journal of soil and water conservation*, 229-236, 1995. WANDER, M. M.; WALTER, G. L.; NISSEN, T. M.; BOLLERO, G. A.; ANDREWS, S. S. & CAVANAUGH-GRANT, D. A. Soil quality: Science and process. *Agron. J.*, v 94, p. 23-32, 2002.

2. *Matéria orgânica do solo*: avaliada pela coloração do solo, pelo cheiro de mato da terra, pela maior ou menor facilidade de desmanchar um pequeno torrão de terra, ao comprimi-lo entre os dedos, pela presença de resíduos, pela capacidade de manter a umidade e pela maior ou menor facilidade de cultivar a terra, não formando torrões.

3. *Profundidade do solo*: avaliada pela espessura da camada do solo que é arável, pela espessura de camadas escuras, pela presença de plantas indicadoras, de camadas compactadas e pela cor do solo, notadamente pela localização de camadas argilosas (saibro) em relação a sua proximidade com a superfície e pela profundidade que as raízes alcançam.

4. *Erosão*: avaliada visualmente pela coloração da água que escorre na superfície, durante uma chuva, pela presença de sulcos ou valetas, pela presença de cascalho e de pedras lavadas na superfície, pela proximidade do saibro na superfície.

5. *População de minhocas*: a população de minhocas é avaliada numericamente em buracos abertos normalmente na profundidade da lavração e pela presença ou ausência de resíduos orgânicos no solo.

6. *Presença de organismos*: corresponde à vida do solo. É avaliada pela presença de pequenos insetos, aranhas e outros organismos maiores, constatada visualmente no solo revolvendo-se a cobertura de material orgânico existente na superfície. Também pode ser observada pela efervescência ou formação de bolhas que ocorrem no solo, quando aí se adiciona água oxigenada.

7. *Aparência da planta*: essa avaliação é importante, pois resume o efeito dos outros indicadores da saúde do solo. A avaliação é visual, perceptiva, do estado geral de crescimento e desenvolvimento da planta. Também a coloração, o viço e a resistência ao ataque de pragas e doenças são manifestações indicativas da qualidade ou saúde do solo.

8. *Porosidade do solo*: é avaliada pela presença de maior ou menor quantidade de matéria orgânica e resíduos de cultivo no solo e pela maior ou menor facilidade com que a água se infiltra. Também pelo tipo de solo, se é mais pesado, solto ou pulverizado. A compactação, a formação ou não de poças d'água e a facilidade de se esboroar ou desmanchar entre os dedos, um pequeno torrão, são aspectos importantes a considerar na avaliação desse indicador.

9. *Cor do solo*: a observação é visual e está relacionada fundamentalmente com a presença de matéria orgânica, com a proximidade do subsolo (saibro) – que na maioria da região objeto do estudo é de cor amarelada, avermelhada ou acinzentada – e com o processo de escoamento superficial da água.

10. *Plantas indicadoras*: a observação é visual a partir da longa experiência dos agricultores na atividade agrícola, além de conhecimentos adquiridos em cursos de formação. A ocorrência de determinadas espécies indica uma ou mais condições do solo, relacionadas a fertilidade, acidez, compactação etc.

A avaliação e o monitoramento dos indicadores apresentam, como objetivo básico, a obtenção de informações sobre a atual capacidade do solo para exercer suas funções no agroecossistema e/ou para verificar se existe tendência quanto a essa capacidade estar se mantendo, piorando ou melhorando, sob ação do sistema de manejo que está sendo utilizado pelo agricultor.

A avaliação individual do desempenho de cada indicador pode sugerir pontos críticos do sistema de manejo, apontando medidas que permitirão restaurar, manter ou melhorar a qualidade do solo, ao longo do tempo.

A título de conclusão

O conhecimento transdisciplinar construído através da interação entre o saber acadêmico e o não acadêmico é fundamental para a construção de instrumentos de monitoramento da qualidade do solo para uso dos agricultores. Nesse sentido, a contribuição do conhecimento científico para um manejo sustentável das terras se dá justamente quando este, ao se associar ao conhecimento não acadêmico, é capaz de se transformar num instrumento prático, objetivo e utilizável pelos agricultores. Em estudos sobre monitoramento da qualidade ou saúde do solo, isso se materializa quando se utilizam indicadores que sejam compreensíveis para os produtores. É assim que se concretiza a ligação da ciência com o conhecimento localmente desenvolvido, fundamental para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de manejo⁸.

⁸ DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 88, issue 2, p. 119-127, 2002. <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002

Helvio Debli Casalinho é engenheiro agrônomo, doutor em Ciências e professor adjunto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.

helviodec@uol.com.br

Sérgio Roberto Martins é engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia e professor colaborador do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.

martinss@brturbo.com

GESTÃO DO NITROGÊNIO EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO ATRAVÉS DA ADUBAÇÃO VERDE

*José Antonio Espindola
Dejair Lopes de Almeida
José Guilherme Guerra
Raul Duarte Ribeiro*

A degradação ambiental e seus desdobramentos sociais transformaram a busca pela sustentabilidade em preocupação crescente dos profissionais do setor agrícola, no decorrer das últimas décadas. A agricultura orgânica tem-se revelado uma alternativa para a resolução de problemas originados pela modernização da agricultura, propondo práticas menos agressivas ao meio ambiente. A gestão do nitrogênio pode representar um ponto de estrangulamento para sistemas orgânicos de produção, tornando-se essencial a otimização de processos como o da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Advém dessa importante demanda, a oportunidade de discutir algumas das modalidades de manejo de leguminosas, para fins de adubação verde, adotadas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica, visando a sustentabilidade dos agroecossistemas.

A busca da sustentabilidade na agricultura

Dramáticas alterações ambientais têm sido acarretadas pelas atividades econômicas desenvolvidas nas últimas décadas, em diferentes regiões do globo terrestre. O processo de modernização da sociedade encontra-se fortemente atrelado à difusão da industrialização, associado a um aumento exacerbado do consumo. Muitas vezes, as relações entre produção e consumo distribuem-se de forma desigual entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Como consequência desse modelo de desenvolvimento, impactos sobre o meio ambiente vêm sendo observados através de problemas como poluição atmosférica e das águas, degradação do solo, redução da biodiversidade e da sociodiversidade.¹

A partir dos problemas de degradação ambiental e de seus desdobramentos sociais, criou-se maior conscientização quanto à busca de uma sociedade capaz de reconhecer os limites dos recursos naturais e a importância da participação das comunidades na preservação ambiental. Nesse contexto, surge o conceito de sustentabilidade, que propõe a utilização racional dos recursos disponíveis na natureza, de forma a manter os processos ecológicos essenciais e garantir maior justiça social.

Dentre as atividades humanas, a agricultura apresenta forte interação com a natureza. Durante séculos, os agricultores provocaram modificações intensas na cobertura vegetal de vastas áreas, afetando, direta ou indiretamente, distintos ecossistemas. Embora a maioria das comunidades agrícolas tenha mantido uma relação amigável com o meio ambiente ao longo do tempo, esse quadro foi alterado com o processo de modernização da agricultura, a partir do século XX, que trouxe problemas como o aumento da erosão do solo, intensificação de pragas e doenças das plantas cultivadas e redução das populações de animais silvestres. Associam-se a esses impactos ambientais, muitos problemas sociais devidos à intensificação da concentração fundiária no campo, bem como aqueles que afetam a saúde de agricultores e consumidores.²

Reduções do processo de degradação do solo e da perda do potencial agrícola, com vistas à preservação do ambiente rural para gerações futuras, podem ser concretizadas pela adoção de estratégias que levem em conta as necessidades humanas básicas, a manutenção do equilíbrio ecológico e a garantia de equidade social para os moradores do campo e da cidade.³

Agricultura orgânica e agroecologia

Como alternativa para resolução dos problemas originados pela modernização da agricultura, foram propostas práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente,

¹ GIANANTI, R. *O desafio do desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Atual Editora, 1998. p. 29-50.

² ROSA, A. V. *Agricultura e meio ambiente*. São Paulo: Atual Editora, 1998. p. 10-32.

³ DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 88, 2002, p. 121.

⁴ EHLERS, E. *Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma*. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 47-86.

⁵ A crescente demanda por produtos orgânicos levou à elaboração da Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, em que consta o seguinte conceito: "*Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.*"

baseadas em concepções filosóficas próprias. Tais concepções surgiram em diversos países, originando correntes conhecidas como agricultura biodinâmica, orgânica, biológica, natural, ecológica e permacultura.⁴ Todas essas correntes são abarcadas pela ciência da Agroecologia, que postula princípios e metodologias para o estudo dos sistemas de produção, numa perspectiva ecológica e social, visando a sustentabilidade do setor agrícola.

No Brasil, a agricultura orgânica é uma das vertentes mais importantes. Os agricultores orgânicos procuram desenvolver culturas de interesse econômico sem a utilização de determinados insumos industrializados, como agrotóxicos e adubos minerais de alta solubilidade, otimizando o uso de recursos naturais disponíveis em cada região.⁵ Dessa forma, busca-se maior proteção do meio ambiente, além da produção de alimentos mais nutritivos e livres de resíduos tóxicos.

A opção por sistemas orgânicos de produção compreende mudanças no manejo fitossanitário e da fertilidade do solo. Compreende-se que os monocultivos, em extensas áreas, criam condições mais favoráveis à ocorrência de insetos herbívoros e fitopatógenos, causando prejuízos às lavouras. Sistemas mais diversificados, com base em consórcios e rotações de culturas, associados a áreas de vegetação nativa preservada, criam nichos para inimigos naturais, especialmente quando não são aplicados os agrotóxicos.

Por sua vez, nesse novo enfoque, a fertilidade do solo passa a considerar não apenas os nutrientes presentes na solução do solo, mas também os da biomassa microbiana, da fauna do solo e da biomassa vegetal. A presença do componente animal nos sistemas orgânicos de produção permite otimizar a ciclagem de nutrientes através do aproveitamento dos resíduos vegetais na alimentação do rebanho, enquanto os resíduos animais passam a ser empregados como fertilizantes. Além da aplicação direta do esterco nas áreas cultivadas, é ainda possível processá-lo, através da compostagem, transformando-o em material quimicamente estável e de alta qualidade.

Considerando-se que o nitrogênio é um dos elementos químicos pelos quais as plantas cultivadas apresentam maior demanda, a gestão desse nutriente pode ser problemática para a agricultura orgânica. Essa situação torna-se mais evidente em regiões onde não existe disponibilidade de esterco, exigindo a adoção de práticas alternativas capazes de preservar e estimular a atividade biológica no solo.

Sistema Integrado de Produção Agroecológica

Implantado em 1993, o Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA – “Fazendinha Agroecológica Km 47”) foi criado para funcionar como um espaço destinado ao exercício da Agroecologia. Localizado em Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro, ocupa uma área de cerca de 70 ha, sendo conduzido por meio de parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Agrobiologia/Solos), a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRuralRJ) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO/Estação Experimental de Seropédica).

A região caracteriza-se pela elevação da temperatura média do ar e início do período chuvoso em setembro/outubro, estendendo-se até março. Frequentemente, ocorre uma estiagem prolongada nos meses de janeiro e/ou fevereiro. No período de maio a agosto, prevalecem temperaturas amenas, associadas a baixos valores de precipitação pluviométrica. Os solos mais comuns são Argissolos Vermelho-Amarelos e Planossolos de baixa fertilidade natural.

O SIPA está estruturado para a exploração racional das potencialidades locais, procurando contribuir para a sustentabilidade e estabilização da atividade produtiva no meio rural.⁶ Pretende-se apresentar algumas das estratégias de manejo da fertilidade do solo adotadas no SIPA, com ênfase no uso de espécies vegetais capazes de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico.

Fixação biológica de nitrogênio em sistemas orgânicos de produção

Uma das inovações trazidas pela modernização da agricultura diz respeito ao uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos. A produção desses insumos representa elevado custo energético, estimado em até um terço de toda a energia usada na agricultura moderna.⁷

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) apresenta-se como uma alternativa eficiente para fornecimento desse nutriente, sendo definida como um processo que envolve a redução do N₂ atmosférico através da enzima nitrogenase, encontrada em alguns microrganismos de vida livre ou capazes de se associar a certas plantas. A associação entre espécies da família Leguminosae e bactérias fixadoras de nitrogênio, conhecidas genericamente como rizóbios, apresenta-se como uma das formas mais eficientes de acrescentar esse nutriente ao solo. Em sistemas agrícolas, as leguminosas podem ser incorporadas ao solo ou roçadas e mantidas na superfície, numa prática cultural conhecida como adubação verde.

⁶ Maiores informações sobre o manejo adotado no Sistema Integrado de Produção Agroecológica podem ser encontradas em: ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. & GUERRA, J. G. M. Sistema Integrado de Produção Agroecológica (“Fazendinha” Agroecológica Km 47). In: AMBROSANO, E. (Coord.). *Agricultura ecológica*. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 151-159.

⁷ O custo mostra-se elevado porque esses fertilizantes são empregados intensamente, além do fato de que uma grande quantidade de energia é requerida para produzi-los (GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. p. 527).

Torna-se importante a inoculação das sementes de leguminosas com rizóbio, principalmente quando seu plantio é realizado pela primeira vez numa determinada área, processo que estimula a fixação biológica de nitrogênio. O inoculante geralmente empregado consiste numa mistura de pó de turfa e bactérias específicas para cada espécie de leguminosa.

Algumas características edafoclimáticas influenciam diretamente a FBN. A aplicação de fertilizantes nitrogenados tende a inibir a nodulação e a atividade dos nódulos em leguminosas.⁸ Nas regiões tropicais, altas temperaturas associadas a chuvas frequentes, durante boa parte do ano, possibilitam elevados valores para a fixação de nitrogênio atmosférico.

As leguminosas podem ser usadas em diferentes modalidades de manejo, visando a obtenção dos benefícios decorrentes da FBN. As principais modalidades empregadas no SIPA são descritas abaixo:

a) *Cultivo de leguminosas produtoras de grãos*

Uma das formas pelas quais a FBN pode ser aproveitada nos sistemas orgânicos de produção consiste no cultivo de leguminosas produtoras de grãos, como o feijão (*Phaseolus vulgaris*), o guandu (*Cajanus cajan*) e a soja (*Glycine max*). Tais culturas podem ser também empregadas para a produção de biomassa a ser adicionada ao solo, objetivando o plantio direto.

Estudos recentes sobre o potencial de cultivares de soja, conduzidos sob manejo orgânico, para a dupla atividade de adubação verde e produção de grãos, revelaram excelente capacidade de nodulação, o que confirmou o bom desempenho dos genótipos testados, em relação à FBN.⁹ Também foi possível constatar que a soja apresenta alta produção de biomassa e acumulação de nitrogênio na parte aérea, em curto espaço de tempo, características desejáveis para um adubo verde.

b) *Pré-cultivo com leguminosas anuais*

A leguminosa ocupa o terreno durante um período de pousio, sendo seguida pela cultura de interesse econômico. O cultivo do adubo verde, durante período de chuvas abundantes e altas temperaturas, favorece a produção de grande quantidade de biomassa vegetal. Nesse caso, o cultivo de leguminosa traz, após o corte, considerável acréscimo de nitrogênio ao solo. Uma desvantagem associada a essa modalidade, em tais condições climáticas, consiste no fato de que essa época é mais favorável ao plantio de culturas econômicas. Uma solução seria realizar a semeadura da leguminosa em apenas uma parte da área cultivável,

⁸ MOREIRA, F. S. & SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, 2002. p. 456.

⁹ PADOVAN, M. P.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. & NDIAYE, A. Avaliação de cultivares de soja, sob manejo orgânico, para fins de adubação verde e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, 2002, p. 1705-1710.

deixando-se o restante do terreno para outras culturas. No ano seguinte, procede-se então a uma rotação.

Outra possibilidade de uso consiste em cultivar o adubo verde em período menos favorável, marcado pela ocorrência de baixas temperaturas e/ou chuvas esparsas. Áreas que normalmente não são cultivadas nessa época do ano, podem ser ocupadas pelas leguminosas, promovendo uma proteção contra a erosão e reduzindo a infestação do solo por plantas espontâneas. A desvantagem dessa modalidade está na reduzida produção de biomassa vegetal pelos adubos verdes, devido às condições climáticas adversas.

Existe possibilidade de se associar essa forma de adubação verde com o plantio direto, em sistemas de produção orgânica. Benefícios foram constatados através de cultivo prévio com *Crotalaria juncea* e sorgo (*Sorghum bicolor*), proporcionando volumosa quantidade de palhada e dificultando o estabelecimento de plantas espontâneas em cultura subsequente de brócolos.¹⁰

¹⁰ SILVA, V. V. *Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (Brassica oleracea var. italica) em sistema de plantio direto*. Seropédica: UFRuralRJ, 2002. (Dissertação de Mestrado). p. 47-55.

c) *Consórcio de leguminosas anuais ou perenes com culturas econômicas anuais*

A leguminosa é semeada nas entrelinhas da cultura de interesse econômico, modalidade esta que se mostra particularmente interessante em pequenas unidades produtivas, pois propicia melhor utilização dos recursos naturais disponíveis. Esse tipo de consórcio não é recomendado em condições de reduzida disponibilidade de água, pois pode ocorrer intensa competição entre a leguminosa e a cultura econômica por água e nutrientes.

Em regiões de clima tropical, pode ocorrer rápida mineralização dos resíduos vegetais, o que implica perdas de nitrogênio. Foi avaliado o fornecimento desse nutriente para a cultura do milho, através de consórcio com caupi (*Vigna unguiculata*). Constatou-se a eficiência dessa prática, especialmente com duas fileiras de caupi, pelo aumento da produtividade de grãos e do teor de nitrogênio na folha índice do milho, oito dias após a roçada da leguminosa.¹¹

Outra possibilidade de consórcio entre adubos verdes e culturas anuais consiste no uso de coberturas vivas do solo com leguminosas herbáceas perenes em áreas com hortaliças. Avaliando-se o plantio direto de alface e feijão vagem, em coberturas vivas de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) ou grama batatais (*Paspalum notatum*), observou-se que tal prática pode substituir o cultivo dessas hortaliças em canteiros, conferindo maior proteção ao solo sem causar prejuízos na produtividade.¹²

¹¹ HODTKE, M.; ALMEIDA, D. L. de; KOPKE, U.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. & UNKOVICH, M. Balanço de nitrogênio em diferentes sistemas de produção orgânica para milho e caupi. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1997, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, 1997. Seção temática 4.1 CD-ROM.

¹² OLIVEIRA, N. G. de. *Plantio direto de alface e feijão vagem, sob manejo orgânico, em coberturas vivas perenes de gramínea e leguminosa*. Seropédica: UFRuralRJ, 2004. (Dissertação de Mestrado). p. 41-83.

d) *Consórcio de leguminosas anuais ou perenes com culturas econômicas perenes*

Nessa modalidade, a leguminosa é cultivada entre as fileiras de frutíferas e outras espécies perenes. Experimentos com cafeeiro, em cultivo orgânico, demonstraram ganhos no desenvolvimento inicial da cultura, mediante o consórcio com as leguminosas anuais *Crotalaria juncea* ou guandu.¹³

Quanto às leguminosas perenes, sua principal vantagem está relacionada à formação de uma cobertura viva permanente, sem que haja necessidade de novos plantios a cada ano. As leguminosas de hábito de crescimento volúvel devem ser recomendadas com cautela, procedendo-se o co-roamento das culturas perenes sempre que for necessário.

Estudos constataram vantagens trazidas pelo consórcio entre bananeira, cultivar Nanicão e leguminosas herbáceas perenes. Amendoim forrageiro, cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) e siratro (*Macroptilium atropurpureum*) possibilitaram aumentos na produtividade da bananeira, durante o primeiro ciclo, em comparação com a cobertura da vegetação espontânea.¹⁴ Durante o segundo ciclo, houve queda na produtividade da bananeira consorciada com o amendoim forrageiro, enquanto que com as demais leguminosas os valores mantiveram-se próximos aos observados no primeiro ciclo.¹⁵ Isso foi atribuído a um efeito depressivo acarretado pelo amendoim forrageiro, relacionado à competição por água.

e) *Cultivo em faixas intercalares de leguminosas semi-perenes ou arbóreas*

As leguminosas são estabelecidas em fileiras simples ou duplas, com espaçamentos variando entre 4 e 10 m, realizando-se podas e manejando-se os resíduos, anteriormente ou durante o ciclo da cultura econômica. Cuidados são necessários, a fim de se evitar problemas decorrentes do sombreamento excessivo e da competição por água e nutrientes. A biomassa, proveniente da poda da folhagem e ramos jovens das leguminosas, é mantida em cobertura ou incorporada ao solo. A folhagem de algumas dessas espécies pode ser ainda utilizada na alimentação animal.

As espécies empregadas como adubos verdes nessa modalidade devem apresentar as seguintes características: fácil estabelecimento no campo, crescimento rápido, tolerância ao corte, alta capacidade de rebrota e de produção de biomassa, potencial de fixação biológica do N₂ atmosférico, sendo os resíduos de fácil decomposição. Em condições de clima tropical, são utilizadas, com maior frequência, as seguintes espécies: leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia

¹³ RICCI, M. dos S. F.; ALVES, B. J. R.; AGUIAR, L. A.; MANOEL, R. M.; SEGES, J. H.; OLIVEIRA, F. F. de & MIRANDA, S. C. de. *Influência da adubação verde sobre o crescimento, estado nutricional e produtividade do café (Coffea arabica) cultivado no sistema orgânico*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. (Documentos, 153). p. 15-26.

¹⁴ ESPINDOLA, J. A. A. *Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção da bananeira (Musa spp.)*. Seropédica: UFRuralRJ, 2001. (Tese de Doutorado). p. 87-118.

¹⁵ PERIN, A.; LIMA, E. A. de; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G. & BUSQUET, R. N. B. *Contribuição da cobertura viva de solo com leguminosas herbáceas perenes no 2º ciclo de produção de bananeiras cultivar Nanicão*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. (Comunicado Técnico, 53). p. 1-6.

(*Gliricidia sepium*), caliandra (*Calliandra* spp.), eritrina (*Erythrina* spp.) e guandu, dentre outras.

Um estudo sobre o desempenho de brócolos, entre faixas intercalares de guandu, revelou que, quando a leguminosa não sofreu poda, houve queda no desenvolvimento de inflorescências, em comparação ao cultivo entre faixas podadas da leguminosa ou na ausência de faixas.¹⁶ Esses resultados foram atribuídos ao sombreamento provocado pelo guandu não podado, que limitou o desenvolvimento vegetativo do brócolos. A presença das faixas de guandu pode não proporcionar ganhos de rendimento, no curto prazo, principalmente se no manejo da cultura econômica não é reduzida ou eliminada a entrada de nitrogênio com adubação orgânica. Contudo, o sistema de cultivo entre faixas de leguminosas pode se tornar particularmente importante em áreas intensamente cultivadas e declivosas, onde o controle da erosão é fundamental.

¹⁶ MOREIRA, V. F. *Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades de plantio e cultivo de brócolos em faixas intercalares sob manejo orgânico*. Seropédica: UFRuralRJ, 2003. (Dissertação de Mestrado). p. 31-52.

f) *Cultivo consorciado de leguminosas perenes em capineiras*

O estabelecimento de leguminosa, em associação com gramíneas, na formação de capineiras, permite que a forragem obtida no momento do corte seja enriquecida em proteína. Quando a capineira é formada por gramíneas de porte alto, recomenda-se o uso de leguminosas de hábito volúvel, como centrosema (*Centrosema pubescens*) e siratro.

g) *Enriquecimento de composto orgânico com leguminosas*

Resíduos vegetais de leguminosas podem ser utilizados no preparo do composto orgânico. Trata-se de uma prática eficaz, especialmente em regiões onde exista reduzida disponibilidade de esterco animal. Nesse caso, as leguminosas servem como material alternativo, para o fornecimento de nitrogênio, durante o processo de compostagem.

Considerações finais

A fixação biológica realizada pela simbiose entre leguminosas e bactérias fixadoras contribui de maneira significativa no fornecimento de nitrogênio para outras culturas, permitindo auto-suficiência em relação a esse nutriente nos agroecossistemas. Para alcançar esse objetivo, podem ser adotadas diferentes estratégias, tais como produção de leguminosas de grãos, cultivo de leguminosas para produção de forragem e utilização de leguminosas como adubos verdes. Nos sistemas orgânicos de produção, a fixação de nitrogênio mostra-se particularmente interessante, contribuindo para maior sustentabilidade da agricultura.

José Antonio Espindola, Dejair Lopes de Almeida e José Guilherme Guerra são engenheiros agrônomos, doutores em Agronomia (Ciência do Solo) e pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Agrobiologia, Rio de Janeiro.

jose@cnpab.embrapa.br

dejair@cnpab.embrapa.br

gmguerra@cnpab.embrapa.br

Raul Duarte Ribeiro é engenheiro agrônomo, doutor em Fitopatologia e professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

lucena@ufrj.br

INSUMOS PARA AGROECOLOGIA PESQUISA EM VERMICOMPOSTAGEM E PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS

Paulo José Timm
João Carlos Costa Gomes
Tânia Beatriz Morselli

O uso de processos adequados na produção de insumos para agroecologia é fundamental quando se trabalha no sentido da constituição de sistemas de produção sustentáveis. A vermicompostagem e a produção de biofertilizantes, por exemplo, têm contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, é necessário que estes processos sejam utilizados com eficiência, de maneira que a qualidade dos insumos obtidos possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas. Baseando-se nisso, ações de pesquisa vêm sendo desenvolvidas na Região Sul do Rio Grande do Sul, objetivando a melhoria da qualidade dos insumos, principalmente com o aperfeiçoamento dos processos e o enriquecimento mineral.

Agricultura e desenvolvimento sustentável

Percebe-se hoje, em diferentes manifestações, que os termos *agricultura sustentável* e *desenvolvimento sustentável* indicam o anseio por um novo paradigma tecnológico que não agrida o meio ambiente, servindo para explicitar a insatisfação com a agricultura convencional ou “moderna”.¹

Na agricultura gaúcha, o modelo tecnológico moderno adotado nas últimas quatro décadas, indubitavelmente concorreu para aumentar a produção e a produtividade das principais culturas, além de alterar relações sociais e de produção. Entretanto, a incorporação dessas tecnologias freqüentemente ocorreu de forma inadequada à realidade do meio rural, seja pela maneira como se deu esta implantação, seja pela natureza das tecnologias introduzidas.² Alguns fatores podem ser observados quanto à insustentabilidade da agricultura moderna, entre eles: o esgotamento de recursos naturais, a diminuição da biodiversidade e da base genética, o desflorestamento, a dilapidação de recursos não renováveis resultando em ineficiência energética, e principalmente os impactos sociais, ocasionando miséria e êxodo rural. Altieri³ cita a origem da crise observada no uso de práticas agrícolas intensivas baseadas no elevado uso de insumos, que levam à degradação dos recursos naturais por processos de erosão dos solos, salinização, contaminação com pesticidas, desertificação, perda da matéria orgânica e, por conseqüência, reduções progressivas da produtividade. Ehlers⁴, por sua vez, comenta que, por mais que a agricultura moderna tenha avançado em técnicas que transcendam os limites naturais (os resultados da engenharia genética são exemplos claros deste avanço), a agricultura continua a depender de processos e de recursos naturais.

A modernização da agricultura foi cercada de um otimismo excessivo por parte de grandes economistas, ao avaliarem a capacidade do capitalismo de superar os “limites naturais”. Por outro lado, a preocupação com os impactos socioeconômicos desse modelo agrícola tem estimulado, desde o início da “industrialização” do setor, o surgimento de propostas diferentes de agricultura, conhecidas como agricultura ecológica, biodinâmica, orgânica, biológica, natural, alternativa ou regenerativa, conforme os diferentes matizes que lhe conferem seus defensores. Tais propostas pretendem estabelecer uma nova relação, mais harmônica, entre o homem e os demais componentes do ecossistema (ar, água, solo, plantas e animais), e tem por objetivo principal dar conseqüência a uma agricultura viável economicamente, mas, ao mesmo tempo, sustentável ecológica, social e culturalmente.⁵

¹ ALMEIDA, J. & NAVARRO, Z. *Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1997.

² PAULUS, Gervásio. *Bases para uma agricultura ecológica*. (Apostila do curso sobre agricultura orgânica). Sobradinho, Rio Grande do Sul: EMATER, 2000.

³ ALTIERI, M. A. *Bases Agroecológicas para una producción agrícola sustentable*. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999. 14 p. (Textos Seleccionados, 21). Artigo publicado na revista *Agricultura Técnica*, Santiago do Chile, v. 54, n. 4, p. 371-386. dic. 1994.

⁴ EHLERS, E. *Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma*. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

⁵ PAULUS, Gervásio. *Op. cit.*

A agricultura orgânica baseia-se na rotação de culturas, no uso de esterco animal e plantas leguminosas para adubação verde, uso de minerais naturais e aspectos de controle biológico de pragas e doenças para manter a estrutura e produtividade do solo e para fornecer nutrientes para as plantas.⁶

Um sistema agrícola pode ser considerado sustentável quando proporciona rendimentos estáveis a longo prazo, utilizando técnicas de manejo que integrem componentes do sistema de maneira a melhorar a eficiência biológica do mesmo. Isto requer que o sistema agrícola seja considerado como um ecossistema, no qual, além do aumento de rendimentos e produção econômica imediata, considere-se a questão da estabilidade ecológica e da equidade social.⁷ A produção sustentável em um agroecossistema deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes.⁸ O agroecossistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento prevalecem ricas e equilibradas, e quando as plantas permanecem resistentes de modo a tolerar estresses e adversidades.

Os enfoques atualmente dominantes determinam a busca de um novo padrão para o desenvolvimento agrícola e rural que, em qualquer caso, e segundo todas as correntes de pensamento sobre sustentabilidade, estão a exigir a continuidade do processo de transição já em curso na direção da “ecologização da agricultura”.⁹

Gliessman¹⁰ observa que a Agroecologia proporciona o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável. Ela abre as portas para o desenvolvimento de novos paradigmas da agricultura, em parte porque corta pela raiz a distinção entre a produção de conhecimento e sua aplicação. Valoriza o conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum da sustentabilidade.

Adubação orgânica e vermicompostagem

O uso de compostos orgânicos surge como uma alternativa para reduzir as quantidades de fertilizantes minerais a serem aplicados, tornando-se de fundamental importância o questionamento sobre o tipo de adubação a ser utilizada em função das crescentes demandas da sociedade, do mundo globalizado e de novos paradigmas científicos e tecnológicos.¹¹ Segundo Bayer & Mielniczuk¹², a matéria orgânica é um componente fundamental da capacidade produtiva dos solos, em razão dos seus efeitos sobre a disponibilidade de

⁶ EHLERS, E. *Op. cit.*

⁷ DAROLT, M.R. Considerações gerais e perspectivas de expansão. In: DAROLT, Moacir Roberto. (org.) *Planta Direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina, Paraná: IAPAR (Instituto Agrônomico do Paraná), 1998. p. 1-14.

⁸ ALTIERI, M. A. *Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998.

⁹ BRACAGIOLI NETO, A. (org.) *Sustentabilidade e Cidadania: o papel da extensão rural*. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999.

¹⁰ GLIESSMAN, Stephen R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

¹¹ MORSELLI, T. B. G. A. *Vermicompostagem – uma opção viável*. Trabalho apresentado à disciplina de Tópicos Especiais em Olericultura. Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, 1998.

¹² BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, Gabriel de Araújo & CAMARGO, Flávio A. de O. (eds). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 9-23.

nutrientes, capacidade de troca de cátions, complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, agregação, infiltração e retenção de água, aeração, atividade e biomassa microbiana. O uso intensivo e inadequado do solo tem contribuído para o processo de esgotamento da matéria orgânica, causando prejuízos em algumas propriedades físicas, químicas e biológicas.¹³ Desse modo, a adoção de sistemas de uso e manejo do solo deve levar em consideração, entre outros aspectos, o seu efeito sobre o teor de matéria orgânica, a qual resulta, principalmente, da deposição de resíduos de origem animal e vegetal. De acordo com Costa¹⁴, adubo orgânico é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbana ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos (compostos de carbono degradável). A incorporação destes resíduos beneficia as plantas através do fornecimento de nutrientes e aumento do teor de matéria orgânica do solo.

Um ponto importante da ação do material orgânico é o que diz respeito à estabilização da estrutura dos solos.¹⁵ Isto ocorre, primeiro, graças ao trabalho dos microorganismos que se desenvolvem rapidamente, às expensas das substâncias carbonadas. Num segundo estágio, pelos produtos transitórios provenientes da humificação. Assim se chega à última etapa: os ácidos húmicos, cuja evolução é muito lenta. Segundo Costa¹⁶, a adubação orgânica aumenta a atividade biológica do solo devido à adição de substrato para os microorganismos. Isto pode trazer benefícios às culturas, pois a presença de matéria orgânica favorece o aumento da população de organismos saprofíticos (que se alimentam de matéria orgânica em decomposição) em detrimento dos parasitas (que se alimentam dos organismos vivos, podendo trazer prejuízos às próprias plantas de lavoura). Calegari¹⁷ cita, como de fundamental importância, o aproveitamento racional das diferentes fontes de resíduos orgânicos produzidos na propriedade: adubos verdes, resíduos vegetais (culturas e plantas invasoras), esterco, compostos etc.

Uma das principais alternativas em termos de adubação orgânica é o vermicomposto, adubo orgânico estável, rico em nutrientes, inodoro, de coloração escura, obtido a partir da atividade das minhocas, que potencializam a matéria-prima utilizada no processo (principalmente esterco de bovino), proporcionando diversos benefícios para as plantas. A origem do material utilizado para a produção de vermicomposto é um fator decisivo, pois só uma matéria-prima de boa qualidade resultará em um produto final também de boa qualidade. A vermicompostagem tem caráter

¹³ CALEGARI, Ademir. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, Moacir Roberto. (org.) *Plantio Direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina, Paraná: IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), 1998. p. 65-93.

¹⁴ COSTA, M. B. B. *Adubação orgânica – Nova síntese e novo caminho para a agricultura*. São Paulo: Ícone, 1994. (Coleção Brasil Agrícola).

¹⁵ CHABOUSSOU, Francis. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose*/ Francis Chaboussou (tradução de Maria José Guazzelli). Porto Alegre: LP&M, 1987.

¹⁶ COSTA, M. B. B. *Op. cit.*

¹⁷ CALEGARI, Ademir. *Op. cit.*

importante no aporte de um húmus mais rico e produzido em menor tempo quando comparado à compostagem comum, favorecendo a permanência e o aparecimento, no solo, de minhocas nativas, melhorando suas propriedades físicas com reflexos nas propriedades químicas e biológicas.¹⁸ Este menor tempo é devido ao fato de que as minhocas agilizam, apressam e antecipam o ciclo do carbono, reduzindo substancialmente o tempo entre a fotossíntese e a formação do húmus.¹⁹ Compagnoni & Putzolu²⁰ referem-se ao vermicomposto como um autêntico fertilizante biológico, que atua como um corretor do solo, melhorando o equilíbrio biológico do húmus estável. Consideram que a ação fertilizante do vermicomposto determina características importantes para a microflora, os ácidos húmicos e as fitoestimulinas. A técnica da vermicompostagem é uma alternativa para solucionar o problema relacionado aos custos de produção, adequando a utilização dos resíduos produzidos na própria propriedade rural (esterco, resíduos de hortas, pomares e lixo doméstico), transformando-os em fertilizantes e condicionadores do solo.²¹

Biofertilizantes líquidos

O biofertilizante atua na proteção das plantas contra o ataque de pragas e doenças através da nutrição complementar, do estímulo a processos naturais de resistência, da presença de substâncias antibióticas e hormônios de crescimento, da competição de microorganismos na superfície da folha, além da ação repelente contra insetos.

Os biofertilizantes têm sido empregados na agricultura ecológica como adubo foliar para aumentar a resistência contra pragas e doenças; apresentam processo de produção bastante simples, o que torna viável sua produção na propriedade, desde que se tenha esterco disponível.²²

A produção de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microorganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco bovino fresco. A partir deste que é o princípio da produção de todos os tipos de biofertilizantes, existem várias maneiras para se aumentar a concentração de nutrientes, originando os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode se dar com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, farinha de rochas naturais, leite, esterco de aves ou micronutrientes concentrados.

Conforme Pinheiro & Barreto²³, o agregado de macro e micronutrientes, periodicamente, ativa e enriquece a

¹⁸ FERRUZI, C. *Manual de Lombricultura*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1986.

¹⁹ KIEHL, Edmar José. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Editora Agronômica "Ceres" Ltda., 1985.

²⁰ COMPAGNONI, L. & PUTZOLU, G. *Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del húmus*. Barcelona: Editorial De Vecchi, 1985.

²¹ MORSELLI, T. B. G. A. *Minhocultura como apoio à Pesquisa na Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel"*. Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia na disciplina de "Tópicos Avançados em Produção Vegetal". Universidade Federal de Pelotas, 1999.

²² PENTEADO, S. R. *Defensivos Alternativos e Naturais para uma agricultura saudável*. Campinas: Cati, 1999.

²³ PINHEIRO, S. & BARRETO, S. B. *MB-4: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes*. Fundação Juquirá Candiru/Mibasa, 2000.

fermentação. O uso da farinha de rocha representa uma vantagem, por ter baixo custo comparado com os sais concentrados e purificados, além de trazerem alguns elementos traços de vital importância para os microorganismos do solo, como, por exemplo, o Gálio, o Iodo e o Vanádio. O agregado de farinha de rocha ou de sais purificados ao fermentado faz com que estes nutrientes passem a constituir os microorganismos ou os produtos liberados durante a fermentação. O ataque dos microorganismos por meio de suas enzimas consegue liberar os elementos não atacados pelos ácidos industriais.

Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microorganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos, entre eles, antibióticos e hormônios.

Bettiol *et al.*²⁴ verificaram a presença de diferentes espécies de fungos, filamentosos e leveduriformes, e de bactérias, entre elas *Bacillus* spp., na comunidade microbiana do biofertilizante produzido segundo método adotado pelo Centro de Agricultura Ecológica Ipê. Para o controle de doenças das plantas, é importante a presença dos metabólitos produzidos pelos organismos presentes no biofertilizante, além dos próprios organismos vivos.

Penteado²⁵ comenta que os microorganismos sintetizam substâncias antibióticas, as quais demonstram ter grande ação e eficiência como substâncias fungistáticas e bacteriostáticas de fitopatógenos causadores de danos em lavouras comerciais.

Os microorganismos transformam o material orgânico (esterco, soro de leite, caldo de frutos e palhas etc.) e as cinzas, produzindo vitaminas, ácidos e sais complexos importantes para regular e tonificar o metabolismo das plantas, impedindo o desenvolvimento de pragas e doenças.²⁶ No biofertilizante, o esterco, ao entrar em processo fermentativo, continua o catabolismo iniciado no estômago do animal, mas lentamente se inicia o anabolismo, sintetizando novos elementos, como proteínas, carboidratos, gorduras. Ao finalizar o processo fermentativo, pode-se encontrar 60% de proteínas, 30% de hidratos de carbono e 9% de cinzas relativos à matéria seca.

Bettiol *et al.*²⁷ citam a capacidade de leveduras e bactérias de induzirem a resistência do hospedeiro às doenças. Como tais microorganismos fazem parte da comunidade microbiana presente no biofertilizante, esse mecanismo de ação colabora com o controle dos fitopatógenos. Além da ação direta dos microorganismos, a indução de defesa do hospedeiro pode ocorrer pela presença de compostos orgânicos (aminoácidos, vitaminas e fitohormônios, entre outros) e macro e micronutrientes.

²⁴ BETTIOL, W.; TRACH, R. & GALVÃO, J. A. H. *Controle de doenças de plantas com biofertilizantes*. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1997. (Circular Técnica, 02).

²⁵ PENTEADO, S. R. *Op. cit.*

²⁶ PINHEIRO, S. & BARRETO, S. B. *Op. cit.*

²⁷ BETTIOL, W.; TRACH, R. & GALVÃO, J. A. H. *Op. cit.*

²⁸ CHABOUSSOU, Francis.
Op. cit.

Com base na Teoria da Trofobiose proposta em 1960 por Francis Chaboussou²⁸, segundo a qual *todo processo vital encontra-se sob a dependência da satisfação das necessidades do organismo vivo, seja ele animal ou vegetal*, pode-se dizer que a atuação dos biofertilizantes líquidos, complementando a estratégia de nutrição via solo, proporciona um desenvolvimento equilibrado das plantas a partir da oferta regular de nutrientes. Como consequência, teremos possibilidade menor de ataque por pragas e doenças.

Transição agroambiental

Nos últimos anos, as propostas de transição agroambiental mais expressivas, como a que se abriga na orientação agroecológica, aparecem com mais nitidez em nível mundial e ganham expressão nacional, traduzindo preferências dos consumidores e adesão dos agricultores. No entanto, um dos problemas identificados com relação ao desenvolvimento e efetivação da agroecologia na pequena propriedade é a falta de conhecimento e de domínio no preparo de insumos alternativos, tais como: bio-fertilizantes líquidos, (vermi) compostos orgânicos e caldas protetoras. Essa demanda foi observada em reuniões com Grupos da Agricultura Familiar da Região Sul do Rio Grande do Sul. A partir desta identificação, a Embrapa juntamente com a Fepagro Sul e a Universidade Federal de Pelotas/Faculdade de Agronomia vêm desenvolvendo ações de pesquisa participativa, objetivando o conhecimento e a difusão dos processos de produção e a melhoria da qualidade dos insumos para sistemas agroecológicos. Com recursos financeiros oriundos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (Fapergs) e do Programa RS Rural, foi desenvolvido projeto de pesquisa com ênfase na vermicompostagem e na produção de biofertilizantes líquidos. A proposta apresentada teve como estratégia realizar atividades de pesquisa participativa em agroecologia, promovendo a capacitação de agricultores para o preparo e uso destes insumos, gerando condições para a transição do atual modelo produtivo, fundamentado no manejo intensivo do solo e no uso demasiado de agrotóxicos, para sistemas diversificados de produção agroecológica.

Avanços na pesquisa

Com relação à vermicompostagem, a primeira etapa para a efetivação da pesquisa na Região Sul do Rio Grande do Sul foi a realização de cursos de formação e a instalação de minhocários em propriedades da região e na base física da Fepagro Sul. A partir daí foram utilizados os resíduos orgânicos

disponíveis em cada sistema, para o início do processo de vermicompostagem. Esta ação de pesquisa teve como objetivo geral proceder à caracterização química de vermicompostos produzidos a partir de diferentes resíduos orgânicos existentes nas propriedades de base familiar da região.²⁹ Além disso, buscou-se difundir a minhocultura através da realização de práticas com grupos de agricultores, a utilização correta do vermicomposto de acordo com a necessidade de cada cultura e a composição química do mesmo; procurou-se também diminuir os riscos de contaminação ambiental através da reciclagem do lixo doméstico, esterco e outros resíduos orgânicos.³⁰

Após o final do processo foi realizada a caracterização química dos vermicompostos obtidos. Alguns dados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1: Composição química de vermicompostos produzidos com resíduos orgânicos.

Local: FEPAGRO SUL - Rio Grande				Resíduo: Esterco verde de terneiras				
PH	Umidade %	C/N	C	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
7,6	60	13,31	16,25	1,22	0,31	0,53	0,96	0,92
Local: Ilha dos Marinheiros - Rio Grande				Resíduo: Esterco bovino + palha + frutas e verduras				
PH	Umidade %	C/N	C	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
8,1	73,59	17	25	1,48	0,58	1,52	1,4	0,5
Local: Quitéria - Rio Grande				Resíduo: Esterco suíno + palha				
PH	Umidade %	C/N	C	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
5,7	61,2	14,5	13,5	0,93	1,17	0,56	0,21	0,83
Local: Capela - São José do Norte				Resíduo: Esterco bovino				
PH	Umidade %	C/N	C	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
4,9	56,4	12,9	15,2	1,18	0,13	0,29	0,28	0,17
Local: Capela - São José do Norte				Resíduo: Borra de café + erva mate				
PH	Umidade %	C/N	C	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
8,66	76	11	33,8	3,0	0,33	1,4	0,92	0,6

Os resultados apresentados na tabela 1 indicam a qualidade de cada tipo de húmus obtido e permitem a análise com vistas à melhoria da parte química. Baseando-se nos dados experimentais, pode-se destacar como vermicompostos de melhor qualidade química aqueles obtidos com o uso de “borra de café + erva mate” e “esterco bovino + palha + frutas e verduras”. A partir deste processo inicial estão sendo realizados experimentos objetivando-se a elevação dos níveis de nutrientes no vermicomposto com a adição de outros componentes, entre os quais: cinza de madeira, fosfato natural, farinha de ossos, aguapé e feijão miúdo.

²⁹ TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; PERERA, A. F.; RIBEIRO, S. S. & MORSELLI, T. B. Caracterização de vermicompostos obtidos a partir de resíduos orgânicos gerados em pequenas propriedades da Região Sul do Rio Grande do Sul. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS*, XXV, Rio de Janeiro, 2002. *Anais...* Rio de Janeiro, 2002.

³⁰ TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; PERERA, A. F.; RIBEIRO, S. S.; MORSELLI, T. B.; VOSS, E. & GIBBON, G. F. Manejo de resíduos orgânicos através da vermicompostagem e produção de biofertilizantes em propriedades de base familiar da Região Sul do Rio Grande do Sul. *In: ENCONTRO NACIONAL DE AGROECOLOGIA*, Rio de Janeiro, 2002. *Anais...* Rio de Janeiro, 2002.

Um dos desafios da agricultura ecológica tem sido a otimização do uso dos recursos locais para a manutenção da produtividade dos sistemas. Levando-se em consideração os limites de disponibilidade de esterco para uso nos sistemas produtivos, a melhoria da qualidade química pode proporcionar a redução da quantidade necessária por área. Com o objetivo de melhorar a composição química do vermicomposto obtido, instalou-se experimento para avaliar o efeito da adição de cinza de madeira no processo.³¹ Os resultados apresentados na tabela 2 evidenciaram a melhoria da qualidade química com aumento significativo nos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Tabela 2: Resultado da análise química de vermicomposto com a adição de cinza da madeira.

TRATAMENTOS (1m X 2m X 0,25 m)		PH	C/N	N	P	K	Ca	Mg
		g Kg ⁻¹						
01	Testemunha	7,6	15/1	7,79	4,78	5,65	10,32	1,07
02	0,5 Kg	7,3	19,1/1	6,73	4,03	5,92	13,00	1,78
03	1,0 Kg	7,9	13,1/1	8,85	4,26	7,53	15,68	1,56
04	2,0 Kg	7,9	9,51/1	13,46	7,39	11,03	27,91	3,06

Outra ação de pesquisa desenvolvida com o mesmo propósito objetivou avaliar o efeito da adição de fosfato natural e farinha de ossos na composição química de vermicomposto.³² Os resultados obtidos (tabelas 3 e 4) demonstraram a melhoria da qualidade química com aumento nos níveis de fósforo e cálcio.

Tabela 3: Resultado da análise química de vermicomposto com a adição de farinha de ossos.

TRATAMENTOS (1m X 1m X 0,25 m)		PH	C/N	N	P	K	Ca	Mg
		g Kg ⁻¹						
01	Testemunha	7,2	17/1	11,25	5,11	5,32	7,58	1,83
02	0,5 Kg	7,5	15/1	11,74	5,41	5,06	17,68	3,03
03	1,0 Kg	7,1	15/1	13,37	10,29	5,32	34,86	2,17
04	2,0 Kg	7,5	24/1	8,97	9,67	4,26	32,84	1,70

Portanto, a cinza de madeira, o fosfato natural e a farinha de ossos têm potencial para aproveitamento no processo de vermicompostagem, proporcionando a obtenção de adubo orgânico de alta qualidade nutricional com baixo custo de produção, o que pode contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção ecológica. Com esta proposta, pretende-se otimizar o uso do esterco bovino no

³¹ TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; PERERA, A. F.; RIBEIRO, S. S. & MORSELLI, T. B. Efeito da cinza de madeira na composição química de vermicomposto para uso em sistemas de produção de cebola na Região Sul do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, Recife, Pernambuco, 2003. *Anais...* Recife, Pernambuco, 2003.

³² TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; PERERA, A. F.; RIBEIRO, S. S.; MORSELLI, T. B. & MAIA, F.. Efeito do fosfato natural e da farinha de ossos na composição química de vermicomposto para uso em sistemas de produção de cebola na Região Sul do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2004. *Anais...* Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2004.

sistema, reduzindo-se o volume necessário por área sem comprometer a nutrição adequada das plantas.

Tabela 4: Resultado da análise química de vermicomposto com a adição de fosfato natural.

TRATAMENTOS (1m X 2m X 0,25 m)		PH	C/N	N	P	K	Ca	Mg
		g Kg ⁻¹						
01	Testemunha	6,8	12,1/1	7,97	3,40	3,77	9,18	1,56
02	0,5 Kg	7,0	10,3/1	8,50	5,50	5,38	13,0	1,07
03	1,0 Kg	6,5	8,7/1	8,85	6,33	5,92	19,88	1,07
04	2,0 Kg	7,1	12,3/1	8,68	4,75	5,38	21,41	1,14

A pesquisa com biofertilizantes líquidos vem sendo conduzida com o propósito de obter-se um produto de qualidade a partir do uso dos recursos locais. Neste sentido, foram realizados experimentos objetivando-se a avaliação de biofertilizantes produzidos com resíduos provenientes de sistemas agroecológicos diversificados, com a integração das atividades animal e vegetal. Os melhores resultados apontam para a utilização de esterco bovino, cama de aviário, cinza de madeira, urina de vaca e plantas leguminosas. Propõe-se também o uso de farinhas de rochas, farinha de ossos e vermicomposto. A tabela 5 mostra a concentração de macronutrientes em diversos tipos de biofertilizantes obtidos:

Tabela 5: Resultado da análise química de biofertilizantes com diferentes componentes.

	DESCRIÇÃO	N	P	K	Ca	Mg
Nº	g/Litro					
01	Testemunha (esterco + água)	0,36	0,13	0,33	0,36	0,55
02	Urina de vaca	0,72	0,15	0,69	0,55	0,70
03	Urina de vaca + cama de aviário	0,87	0,56	1,97	1,2	0,65
04	Cama de aviário	0,58	0,50	1,86	0,99	0,62
05	Urina de vaca + cama de aviário + cinza	0,79	0,71	2,35	1,53	0,58
06	Feijão miúdo + urina de vaca + cinza	0,61	0,20	1,17	1,1	0,55
07	Super Magro	0,52	0,26	1,60	3,45	1,22
08	MB4 + cinza	0,69	0,22	0,72	2,12	1,54

As próximas ações de pesquisa pretendem dar continuidade ao processo de melhoria da qualidade dos vermicompostos e biofertilizantes, privilegiando-se o uso dos recursos locais. Além disso, já estão sendo obtidos novos resultados de pesquisa relacionados ao uso e eficiência destes insumos em sistemas de produção agroecológicos da Região Sul.

Paulo José Timm é engenheiro agrônomo, mestre em Produção Vegetal e fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Bagé, Rio Grande do Sul.

paulotimm@bol.com.br

João Carlos Costa Gomes é engenheiro agrônomo, doutor em Agroecologia e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Clima Temperado, Pelotas, Rio Grande do Sul.

costa@cpact.embrapa.br

Tânia Beatriz Morselli é engenheira agrônoma, doutora em Produção Vegetal e professora da Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.

tamor@uol.com.br

GERAÇÃO E DESCARTE DE DEJETOS DE ANIMAIS NO MEIO RURAL

*Carlos Alberto Ceretta
Jorge Luis Mattias*

A geração de resíduos orgânicos é reflexo da atividade humana, cujo potencial de poluição no ambiente tende a se agravar pela concentração da população e das unidades de produção animal. A suinocultura, particularmente, gera grandes quantidades de resíduos de difícil descarte, o que pode interferir na qualidade da água e do solo. A contaminação com coliformes, sobretudo fecais, já compromete a qualidade da água na maioria das regiões onde se concentra a atividade suinícola. O aumento na concentração de nitrato e a eutroficação, devido ao fósforo solúvel, são outras formas potenciais de intensificação do problema. No solo, o acúmulo de metais pesados em suas formas químicas, deve ser cuidadosamente monitorado, pois representa outra fonte potencial de poluição. É portanto imprescindível o envolvimento de produtores, da agroindústria e dos poderes públicos para o estabelecimento de estratégias capazes de amenizar o impacto ambiental da suinocultura, considerando a importância econômica e social dessa atividade, já que milhares de famílias dela dependem.

Solo, água e resíduos orgânicos

O homem, por natureza, relaciona-se com o ambiente causando perturbação na qualidade do solo e da água. Embora essa interação possa ser benéfica, o desafio está no uso dos recursos naturais com o menor grau de perturbação indesejável. Resíduos orgânicos têm origem numa série de produtos industriais, residenciais ou de uso agrícola, que existem para a sobrevivência ou o conforto do homem.

O solo é o ambiente utilizado para o descarte de resíduos orgânicos, na maioria dos casos. Contudo, o solo é um ambiente governado especialmente por fenômenos de tamponamento, o que significa que sua capacidade de tolerar a adição de resíduos é limitada. Ultrapassar este limite pode significar a contaminação de mananciais de água e alimentos, afetando a saúde humana e animal. Toda a comunidade deve estar ciente disso.

Aos profissionais das ciências agrárias, particularmente, em nenhum momento histórico se exigiu tanto que sua postura fosse mediada pelas conseqüências ambientais de todo procedimento para o manejo do solo ou uso de insumos na produção de grãos, carne e leite, fibras e madeira. É necessário haver consciência de que a atividade agrícola é uma fonte de poluição ambiental e de que não é possível separar solo e água afetados pelos sistemas de produção.

Um dos principais problemas de resíduos orgânicos é sua concentração no meio urbano ou rural. O Brasil ainda possui ciclos migratórios do meio rural para o meio urbano, onde os esgotos e lixos a cada ano apresentam a conta de sua convivência com o homem. No meio rural, a produção de carne, sobretudo de suínos e aves, gera grandes quantidades de dejetos em pequenas áreas. Não existe solução para o descarte de resíduos orgânicos, mas sim alternativas para minimizar seu efeito poluente e harmonizar os interesses do homem com a qualidade do ambiente.

À semelhança do esgoto urbano e de muitos resíduos industriais, o esterco de suínos, por apresentar-se em forma líquida muito diluída, dificulta sobremaneira seu tratamento e distribuição em locais de descarte. Existem muitas informações sobre o uso de dejetos como fertilizantes, mas pouco se sabe sobre seu potencial poluente. E não há dúvidas de que os dejetos líquidos de suínos representam a principal fonte de poluição para o solo e para a água no meio rural, cujos reflexos atingem a população urbana. O problema pode ser claramente demonstrado pelo fato de que na grande maioria dos municípios onde se concentra a atividade suinícola, a qualidade da água está abaixo de padrões aceitáveis.

A discussão sobre o descarte de resíduos orgânicos deve envolver não apenas profissionais das ciências agrárias, mas também aqueles envolvidos nas áreas sociais, porque a suinocultura é fundamental à manutenção de milhares de famílias no meio rural; além disso, a carne suína e seus derivados representam importante fonte de divisas para o Brasil. Interesses econômicos e políticos fatalmente terão que ceder espaço a uma discussão mais racional e responsável sobre a localização de pólos para a suinocultura.

Características dos sistemas de produção de suínos e sua relação com a poluição do ambiente

Nas últimas duas décadas, tem-se observado grande concentração na produção de suínos. Em Santa Catarina existiam cerca de 67.000 suinocultores em 1980, número que diminuiu para 10 a 20.000 em 2000.¹ No sul do Brasil concentram-se cerca de 35 % do rebanho suíno, o que equivale a aproximadamente 12 milhões de cabeças, gerando 38 milhões de m³ de dejetos por ano.² Por outro lado, existem locais com alta concentração na produção, citando-se, como exemplo, Serafina Corrêa no Rio Grande do Sul, com 13.000 habitantes e 50.000 suínos, ou Braço do Norte em Santa Catarina, com 23.000 habitantes e 130.000 suínos, o que significa que existem 1.300 suínos por km² nesta cidade catarinense.

A suinocultura é uma atividade com potencial poluente porque o dejetos líquido dos animais, também denominado de chorume ou líquame, é composto por uma mistura que inclui fezes e urina dos animais, água desperdiçada nos bebedouros e usada na higienização das instalações, além de resíduos de ração, pêlos e do próprio desgaste das instalações decorrentes do processo criatório.³

A quantidade de dejetos produzido nas unidades de produção varia em função do desenvolvimento dos animais, da quantidade de água desperdiçada nos bebedouros, bem como do volume utilizado na higienização das instalações. Contudo, em média, cada suíno gera 8,6 litros de dejetos por dia. A concentração dos dejetos é grande porque cerca de 61 % do rebanho de suínos estão em sistemas confinados, contra 21, 17 e 1,0 % em semiconfinamento, extensivo e ao ar livre, respectivamente.⁴

Da sua composição resulta primeiramente a contaminação das águas com coliformes, particularmente fecais, com nitrato ou o fenômeno da eutroficação, devido em especial ao aumento nos teores de fósforo disponível na água. No solo existe a possibilidade de acúmulo de elementos potencialmente tóxicos, como alguns metais pesados.

¹ TESTA, V. M.; NADAL, R. de.; MIOR, L. C.; BALDISERA, I. T. & CORTINA, N. O. *O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense (Proposta para discussão)*. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 247 p.

² ANUALPEC 97. *Anuário Estatístico da Pecuária de Corte*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio Ltda., 1997.

EMBRAPA. SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9, 2001, Gramado, Rio Grande do Sul. *Anais...* Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2001. 162 p.

³ KONZEN, E. A. *Manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32 p. (Circular Técnica, 6).

⁴ GOMES, M. F. M.; GIROTTO, A. F.; TALAMINI, D. J. D.; LIMA, G. J. M. M. de.; MORES, N. & TRAMONTINI, P. *Análise prospectiva do complexo agro-industrial de suínos no Brasil*. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1992. 108 p.

A topografia acidentada, predominante na maioria das regiões produtoras de suínos, somada à diluição dos dejetos, dificultam seu manejo e descarte no ambiente. Além disso, a concentração na produção agrava o problema porque são geradas grandes quantidades de dejetos e existem limitações de áreas para seu descarte. Assim, os suinocultores têm pouco interesse no uso do dejetos como fertilizante, devido a sua baixa concentração em nutrientes, às dificuldades de distribuir mecanicamente grandes volumes em áreas acidentadas e à inviabilidade econômica de sua distribuição, mesmo quando em áreas pouco distantes dos locais de armazenamento. Por isso a responsabilidade e a estratégia para descarte de dejetos líquidos de suínos deve ser compartilhada entre produtores, poderes públicos e agroindústrias.

Estratégias para o uso de dejetos e a qualidade do ambiente

O primeiro impacto no uso de dejetos reflete-se sobre a qualidade da água. Logo, se a maioria dos sistemas de produção está localizada em áreas declivosas, devem ser adotadas técnicas de manejo que visem diminuir o escoamento superficial e aumentar a infiltração de água no solo. Tais medidas são indispensáveis em áreas cujo preparo do solo é feito com revolvimento por práticas mecânicas, como o terraceamento. Em áreas sem revolvimento, ou seja, com plantio direto, a produção e a manutenção de palha sobre o solo são igualmente fundamentais.

O solo deve servir como ambiente de armazenamento de água para satisfazer às necessidades das plantas, e para que a água seja utilizada como veículo à incorporação do dejetos ao solo. Assim, contaminantes como coliformes podem ser biodegradados pela atividade biológica, evitando-se que em sua maioria possam atingir mananciais de água. Por isso, o solo também é considerado um grande filtro biológico.

As restrições para o armazenamento dos dejetos, devido ao inadequado dimensionamento das esterqueiras, fazem com que os produtores concentrem a distribuição dos dejetos na primavera/verão, quando são conduzidas as culturas anuais. Assim sendo, um bom manejo dos dejetos implica adotar sistemas com rotações de culturas, introduzindo plantas de cobertura visando a proteção do solo e diminuição das perdas por escoamento superficial, que é mais intenso com as primeiras chuvas após a aplicação dos

⁵ BASSO, C. J. *Perdas de nitrogênio e fósforo com aplicação no solo de dejetos líquidos de suínos*, Santa Maria, 2003. 125 p. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Maria – Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

⁶ HARTWING, L. H & BÖCKMAN, O. C. Ammonia exchange between crops and air. *Journal of Agricultural Sciences*, Noruegia, v. 14, n. 1, p. 5-41, 1994.

⁷ DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R. & PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. *R. Bras. Ci. Solo*, 26-983-992, 2002.

dejetos. De acordo com Basso⁵, quanto maior a produção de matéria seca de aveia preta, menor a perda de água por escoamento superficial no milho cultivado em sucessão. Como reflexo disso, menores foram as perdas de nutrientes através da água de escoamento, e mais eficiente o uso do dejetos como fonte de nutrientes às plantas de milho.

Resíduos orgânicos podem poluir o ambiente de diversas maneiras. Em países da Europa e da América do Norte, a volatilização de amônia do dejetos líquido de suínos, durante o armazenamento ou por ocasião da sua aplicação no campo – prática que afeta substancialmente a qualidade do ar em virtude do odor característico – tem sido apontada como a principal fonte de poluição do ar atmosférico. Além de significar uma perda de nitrogênio, pode contribuir para a formação de chuva ácida e provocar a acidificação dos solos.⁶ Ainda mais, a perda de nitrogênio pela redução biológica do NO_3^- ou NO_2^- no processo de desnitrificação em áreas mal drenadas e/ou que recebem altas aplicações de dejetos, também é um problema que preocupa a comunidade científica internacional, porque o óxido nitroso (N_2O), oriundo deste fenômeno, tem um potencial de destruição da camada de ozônio dez vezes maior que o clorofluorcarbono (CFC).

O solo funciona como um ambiente para descarte de resíduos orgânicos porque, com seu poder tampão, pode controlar o transporte de elementos e/ou substâncias para a atmosfera, hidrosfera e biota. Sendo o solo um ambiente reativo, é possível haver acúmulo de elementos químicos adicionados através de dejetos. Entretanto, alguns elementos ocorrem em formas tão móveis no solo que, ao serem lixiviados, podem contaminar a água em subsuperfície, sendo este o caso do nitrogênio por apresentar-se como nitrato, predominantemente, em solos de sequeiro. Daí a possibilidade de contaminação da água por nitrato, contra a qual a melhor estratégia é sua ciclagem no ambiente, o que implica a presença constante de plantas em crescimento, especialmente gramíneas, que são muito dependentes do nitrogênio mineral do solo. Como entre os suinocultores é comum a presença de parte da área com campo natural, usado para a criação de bovinos com vistas à produção de carne e leite, a ciclagem de elementos tão móveis no solo e adicionados em grandes quantidades através dos dejetos, poderá ser mais eficiente à medida que os produtores utilizem espécies vegetais com maior capacidade de produção de matéria seca.⁷

Elementos como o fósforo podem ser acumulados no solo em razão de sua capacidade de ficar fortemente adsorvido aos colóides. É por isso que, em áreas onde não há revolvimento do solo, o uso freqüente de dejetos de suínos promove alta concentração de fósforo nas camadas superficiais, diferenciando-se de outras características químicas (tabela 1). Muito do recente problema das perdas de fósforo na agricultura americana e européia se deve ao excesso deste elemento aplicado através dos dejetos; na maioria dos casos, a determinação da dose do dejetos é feita a partir de seu conteúdo de nitrogênio, enquanto que a relação N/P do dejetos varia de 2:1 a 6:1, e o consumo pelas culturas, de 7:1 a 11:1. Diante deste fato, para que seja possível maior eficiência dos dejetos como fonte de nutrientes às plantas, é preferível utilizar menores doses distribuídas em maiores áreas do que altas doses em menores áreas. Isso fica evidenciado na figura 1, onde se observa que o incremento na produção de matéria seca na pastagem natural não é proporcional ao incremento nas quantidades de dejetos aplicados.

Frações solúveis de fósforo podem ser perdidas por escoamento superficial e causar a eutroficação, enquanto que as frações adsorvidas, especialmente as partículas minerais do solo, podem acumular-se no leito dos rios, a partir de sua decantação. Portanto, o fósforo pode ser considerado atualmente mais poluente do que o nitrato, em muitos casos. Nestas circunstâncias, minimizar o potencial poluente do fósforo em águas superficiais, seria possível através da diminuição das doses de dejetos aplicadas ao solo, ou ampliar as áreas para descarte dos dejetos. Em último caso, tais áreas deveriam ser excluídas para o descarte dos dejetos ou então seria o caso de se optar pela controversa técnica do revolvimento do solo para redistribuir o fósforo em camadas mais profundas, mesmo que esta seja uma medida de efeito temporário.

A melhoria da genética animal visando alto ganho de peso em curtos intervalos de tempo, tem implicado a formulação de rações extremamente balanceadas sob o ponto de vista nutricional. Contudo, existem dificuldades para obter informações sobre a composição completa das rações, bem como sobre a capacidade de absorção do animal. Tais dificuldades induzem os técnicos a trabalharem com margens de segurança, o que aumenta o custo de produção e a quantidade de nutrientes não aproveitados pelos animais. Os nutrientes acabam sendo eliminados através dos dejetos e perdidos ou acumulados no solo, como no caso da maioria dos metais pesados presentes nas rações.

⁸ CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R. & VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesq. agropec. bras.*, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003. (Documentos, 26).

Tabela 1: Características químicas de solo com pastagem natural após quatro anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos.⁸

Profundidade (cm)	Doses de dejetos líquidos de suínos (m ³ ha ⁻¹)		
	0	20	40
C orgânico (g kg⁻¹)			
0-2,5	37,3 Ba ⁽¹⁾	41,1 Aa	42,2 Aa
2,5-5,0	23,8 Ab	23,5 Ab	22,3 Ab
5-10	18,0 Ac	16,4 Ac	19,3 Ac
10-20	17,2 Ac	16,2 Ac	15,9 Ad
20-40	10,4 Ad	12,1 Ad	10,3 Ae
N total (g kg⁻¹)			
0-2,5	5,59 Ba	6,21 Aa	6,23 Aa
2,5-5,0	3,43 Ab	3,41 Ab	3,22 Ab
5-10	2,42 Ac	2,36 Ac	2,40 Ac
10-20	2,28 Ac	2,18 Ac	2,18 Ad
20-40	1,42 Ad	1,50 Ad	1,52 Ae
P disponível (mg dm⁻³)			
0-2,5	25,3 Ca(1)	1.203 Ba	1.664 Aa
2,5-5,0	14,1 Cb	669 Bb	1.103 Ab
5-10	8,3 Cc	214 Bc	551 Ac
10-20	5,7 Ccd	55 Bd	103 Ad
20-40	1,8 Cd	12 Bd	29 Ae
K disponível (mg dm⁻³)			
0-2,5	177 Aa	93 Ba	119 Ba
2,5-5,0	119 Ab	52 Bb	71 Bb
5-10	85 Ac	43 Bb	48 Bb
10-20	72 Ac	40 Bb	40 Bb
20-40	68 Ac	51 Ab	49 Ab
Ca trocável (cmolc dm⁻³)			
0-2,5	4,70 Ba	7,04 Aa	6,99 Aa
2,5-5,0	2,99 Bb	4,07 Ab	4,18 Ab
5-10	2,70 Ab	3,09 Ac	3,23 Abc
10-20	2,38 Abc	2,81 Ac	2,60 Acd
20-40	1,59 Ac	1,79 Ad	2,08 Ad
Mg trocável (cmolc dm⁻³)			
0-2,5	1,93 Ba	4,49 Aa	4,58 Aa
2,5-5,0	0,96 Cb	2,55 Bb	3,54 Ab
5-10	0,59 Cbc	1,28 Bc	2,50 Ac
10-20	0,42 Bc	0,67 Bd	1,29 Ad
20-40	0,33 Ac	0,38 Ad	0,54 Ae
Al trocável (cmolc dm⁻³)			
0-2,5	1,41 Aa(1)	0,14 Bd	0,26 Be
2,5-5,0	3,60 Ac	1,51 Bc	0,88 Cd
5-10	4,05 Abc	3,29 Bb	2,01 Cc
10-20	4,49 Ab	3,72 Bb	3,36 Bb
20-40	7,14 Aa	6,94 Aa	6,28 Aa
pH-H₂O			
0-2,5	5,1 Ba	5,2 Aa	5,2 Aa
2,5-5,0	5,0 Ba	5,1 Ab	5,2 Aa
5-10	5,1 Ba	5,1 Ab	5,2 Aa
10-20	5,1 Aa	5,2 Aa	5,1 Aa
20-40	5,1 Aa	5,2 Aa	5,0 Bb

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro.

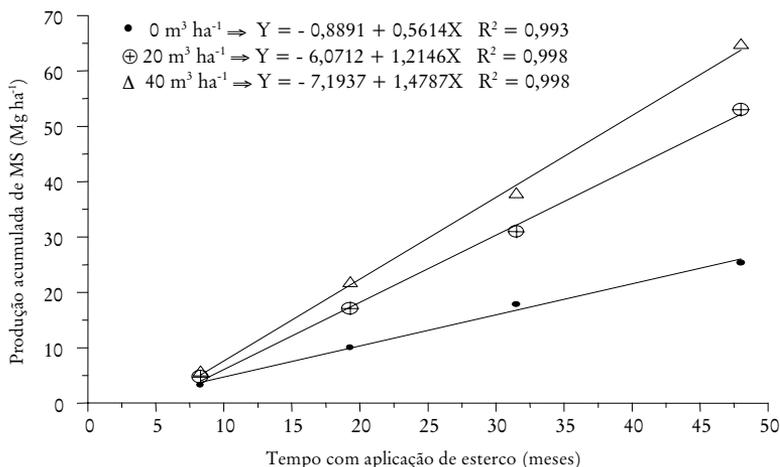


Figura 1: Produção acumulada de matéria seca em pastagem natural com aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos durante quatro anos.⁹

⁹ DURIGON, R. *et. al.*, *Op. cit.*

¹⁰ BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; MOREIRA, I. L.; FLORES, E. M. de M. & DRESSLER, V. L. Acúmulo de alguns metais pesados em solos com sucessivas aplicações de esterco líquido de suínos. FERTBIO 2002. *Anais...* CD ROM Resumos. Rio de Janeiro, 2002.

¹¹ LIMA, G. J. M.; MORAES, N. & GUIDONI, A. L. Níveis de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS. Goiânia, 1993. *Anais...* Goiânia, 1993. p. 156.

MENTEN, J. F. M.; MIYANDA, V. S. & CITRONI, A. R. Suplementação de alto nível de zinco na dieta de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 368.

¹² BASSO, C. J. *et. al.*, *Op. cit.*

Entre os principais metais pesados presentes no esterco líquido de suínos, o zinco e o cobre são os mais importantes quando comparados ao manganês, níquel, cádmio e cromo. Isso foi demonstrado em pesquisa destinada a determinar os teores de alguns metais pesados em treze propriedades do Oeste Catarinense e uma em Paraíso do Sul, no Rio Grande do Sul (tabela 2).¹⁰ Os resultados evidenciaram o grande acúmulo de Cobre e principalmente de Zinco (figura 2). A alta concentração total de Zinco no solo em Paraíso do Sul se justifica na medida em que esta unidade de produção se caracteriza pela criação de leitões e o Zinco é um importante elemento na composição mineral das rações, visando o controle de diarreias dos animais pós-desmame.¹¹ Em função dos resultados obtidos nas treze propriedades do Oeste Catarinense, Zinco, Cobre e Níquel parecem ser os elementos que mais devem merecer a atenção com relação a um possível acúmulo no solo, em áreas com aplicação de dejetos líquidos de suínos. Os mesmos autores, após compararem uma média de 15 anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos no Oeste de Santa Catarina, com as concentrações máximas permitidas nos Estados Unidos, afirmaram que a concentração de metais pesados no solo ainda não havia atingido um estágio crítico, mas que servia de alerta à realidade de que a contínua atividade suinícola significa que as concentrações de metais pesados irão aumentar no solo.¹²

O monitoramento dos teores de metais pesados, determinando-se suas formas químicas ocorrentes, pode ser um bom instrumento para inferir sobre a capacidade de contaminação do ambiente. A partir de modificações asso-

ciadas à solubilidade e disponibilidade de metais pesados, pode-se avaliar a possibilidade de sua transferência para a cadeia alimentar. O impacto desses elementos pode ser interpretado sob diferentes formas: do ponto de vista antropogênico, a principal preocupação refere-se aos efeitos diretos e indiretos sobre a saúde humana, sendo o primeiro via inalação, ingestão e absorção e o segundo através da contaminação do solo, da água, do ar e dos alimentos.¹³

Tabela 2: Algumas características das propriedades onde foram feitas as coletas de solo na região Oeste de Santa Catarina.¹⁴

Propriedades	pH: H ₂ O do solo		% de argila m/v	Tempo de uso do dejetos-anos ⁽¹⁾	Quantidade de dejetos aplicado m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹ (1)
	Com esterco	Sem esterco			
1	5,6	5,2	65	15	50
2	6,2	4,6	59	14	80
3	6,3	6,6	48	17	30
4	6,4	6,8	26	10	35
5	5,9	5,7	42	10	50
6	5,9	5,1	47	10	50
7	6,2	6,2	59	15	50
8	6,4	5,8	53	8	30
9	6,0	4,9	62	7	35
10	6,0	5,2	48	4	20
11	5,0	4,6	56	8	12
12	4,8	4,3	62	22	50
13	6,3	5,1	62	19	80
14 ⁽²⁾	5,6	5,0	16	5	40

⁽¹⁾ Dados fornecidos pelos produtores.

⁽²⁾ Experimento conduzido por quatro anos em parceria com a Emater no município de Paraíso do Sul, onde foram feitas 28 aplicações de esterco líquido de suínos.

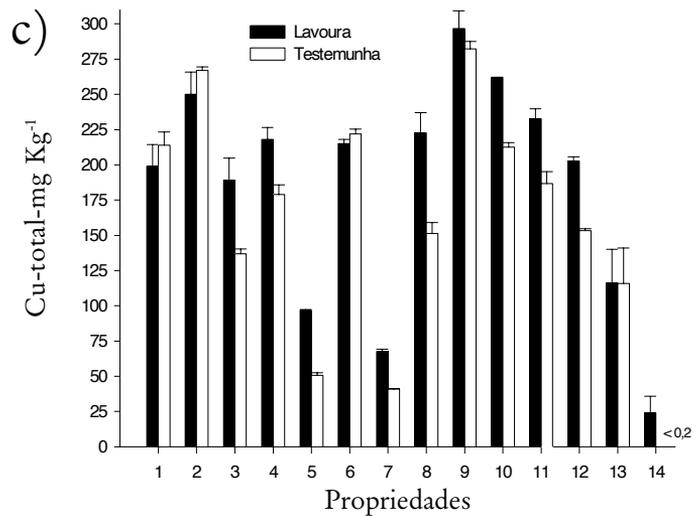
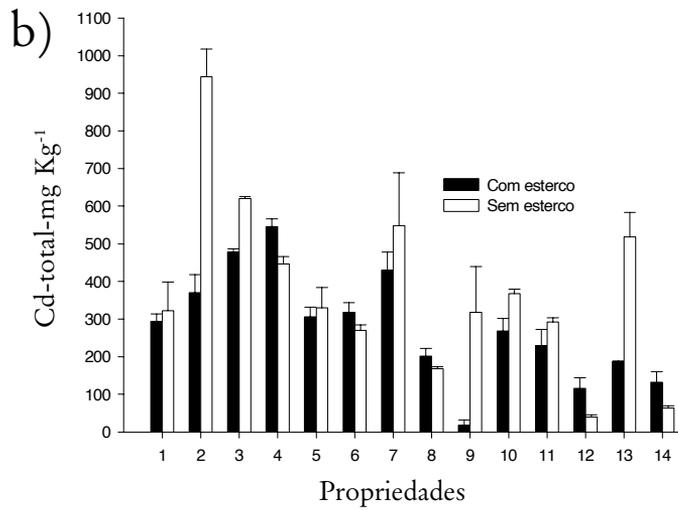
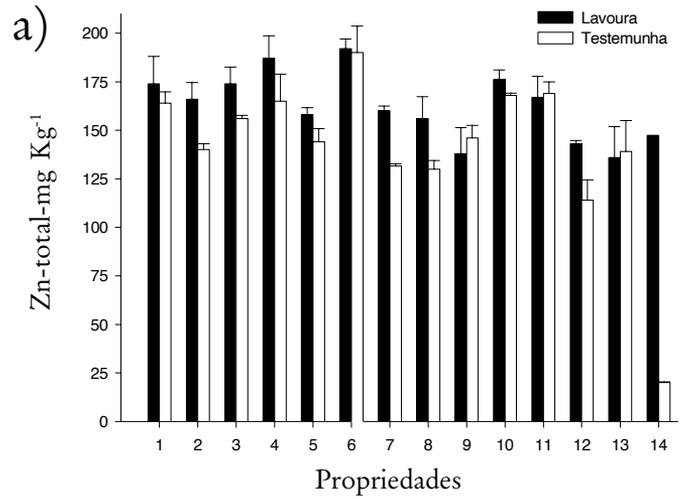
A acumulação de metais pesados no solo, com consequente possibilidade de atingir níveis tóxicos, depende da capacidade do mesmo em reter estes elementos, o que é determinado pela quantidade e característica da sua fração coloidal. Tais interações são complexas porque envolvem reações de sorção/desorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução com as fases inorgânicas e orgânicas do solo¹⁵, sendo a importância dessas interações dependente das condições físico-químicas do solo¹⁶. Daí as dificuldades de elaboração de metodologias para se determinar as formas químicas dos metais no solo, as quais, em sua maioria, utilizam extratores químicos simples ou sequenciais. Essas extrações permitem determinar a presença dos metais na forma solúvel, trocáveis ou associados a carbonatos, e aqueles mais estáveis ligados aos óxidos e à matéria orgânica do solo.

¹³ HAYES, F. F. & TRAINA, S. J. Soil chemistry and ecosystem health. In: HUANG, P. N. *Metal ion speciation and its significance in ecosystem health*. Madison: SSSA, 1998. p. 45-84.

¹⁴ BASSO, C. J. *et. al.*, *Op. cit.*

¹⁵ SPOSITO, G. *The surface chemistry of soil*. New York: Oxford University Press, 1984.

¹⁶ McBRIDE, M. B. *Environmental chemistry of soils*. New York: Oxford University, 1994.



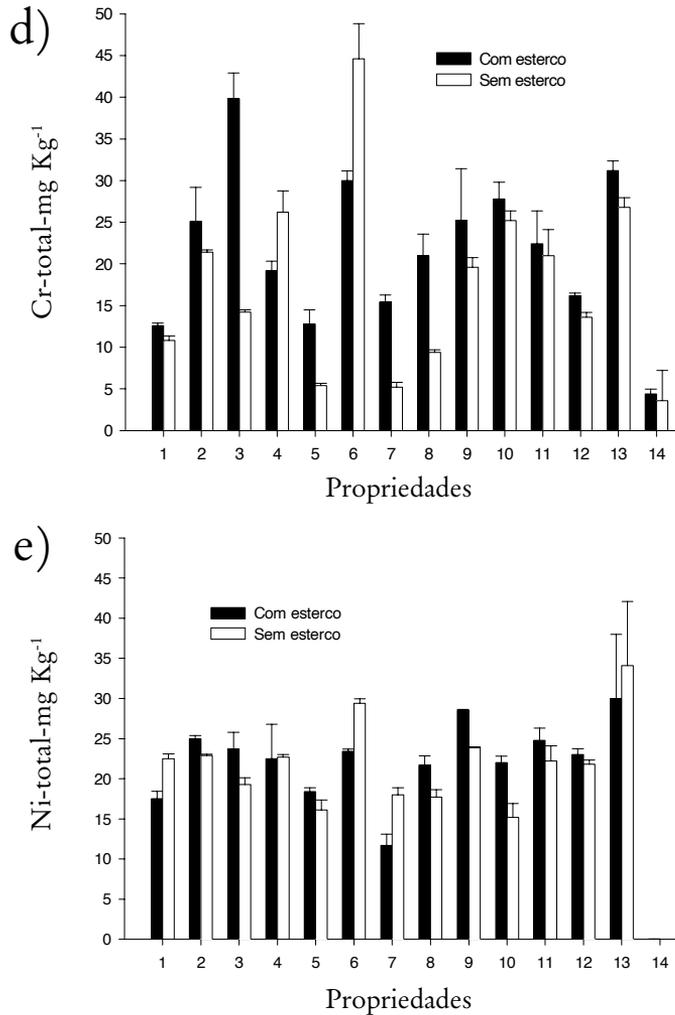


Figura 2: Teores totais de alguns metais pesados em solos de áreas usadas como local de descarte de estercio líquido de suínos no Oeste Catarinense (propriedades 1 a 13) e em Paraíso do Sul, Rio Grande do Sul (propriedade 14) – figuras a, b, c, d, e.¹⁷

¹⁷ BASSO, C. J. et. al., *Op. cit.*

Em solos arenosos, onde são menores os teores de matéria orgânica, a diferença entre teores totais e disponíveis é menor do que em solos mais argilosos. Assim, o manejo de dejetos em solos arenosos exige maiores cuidados a curto prazo, porque ao facilitar a contaminação de plantas, favorece o transporte de agentes patogênicos na cadeia alimentar e em mananciais de água, especialmente.

A elevação do pH do solo, através da calagem e do aumento da matéria orgânica ou da diminuição de sua decomposição, constitui prática tecnicamente fácil de ser

implementada e com significativo efeito na inativação de metais no solo. Isso porque ambas permitem um aumento na quantidade de cargas negativas no solo, possibilitando a adsorção de metais pesados em níveis energéticos capazes de indisponibilizar parte destes às plantas, pois aumentam as constantes de estabilidade metal-solo-matéria orgânica, através de ligações iônicas ou covalentes de ácidos carboxílicos, principalmente, fenólicos, cetona e quinonas com cátions metálicos. Esta prática apresenta grande eficácia, mas é preciso considerar que a matéria orgânica é passível de decomposição por microorganismos do solo, podendo assim liberar para o meio os elementos adsorvidos, caracterizando o “efeito bomba-relógio”, ou seja, acumulação ao longo do tempo e liberação de grande quantidade, caso as condições se alterem.

Por serem altamente reativos sob o ponto de vista químico, os metais pesados dificilmente estão em estado puro na natureza, o que não deixa de ser positivo sob a perspectiva de disponibilidade às plantas. Porém, isso implica dizer que uma vez aplicados ao solo esses metais, sua remoção completa num processo de biorremediação é praticamente impossível. Justifica-se, pois, a necessidade de estudos que avaliem a influência do descarte de dejetos de suínos sobre os componentes bióticos de ecossistemas e o comprometimento à funcionalidade destes. A partir daí, pode-se estabelecer para a suinocultura uma política que considere sua importância econômica e social, bem como a qualidade do ambiente.

Carlos Alberto Ceretta é engenheiro agrônomo, doutor em Solos e professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

ceretta@ccr.ufsm.br

Jorge Luis Mattias é engenheiro agrônomo, professor da Universidade Comunitária Regional de Chapecó e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

jmattias@unochapeco.edu.br

RESPONSABILIDADE SOCIAL TAMBÉM É FRUTO DO NOSSO TRABALHO.

Produção limpa
Projeto Pescar
OHSAS 18001
Reciclagem de resíduos sólidos
Escola AGCO
ISO 14001

Muito mais do que máquinas, a gente se preocupa em produzir um futuro melhor. A maior prova disso é o investimento nos diversos projetos de preservação ambiental e desenvolvimento humano. E assim como os melhores equipamentos agrícolas do mundo, essa filosofia também está presente em mais de 140 países. É a AGCO garantindo uma vida melhor para todo mundo.



Fabricante dos produtos
Massey Ferguson
0800 7044198 - www.agco.com.br