

A Agricultura e o Desafio do Desenvolvimento Sustentável



Derli Prudente Santana¹

A Agricultura em Perspectiva

Origem da Agricultura

Os seres humanos que começaram a emigrar da África há aproximadamente 50 mil anos viajavam em pequenos bandos nômades e se abrigavam em cavernas, cabanas ou tendas feitas com peles. Caçavam, pescavam e colhiam plantas comestíveis, mudando-se de um acampamento temporário para outro, a fim de explorar suprimentos sazonais de alimentos. Assim, o homem primitivo dependia, para sua sobrevivência, da caça, pesca e plantas comestíveis encontradas ao seu redor, sendo, assim, altamente dependente dos recursos naturais disponíveis. Sua adaptação ao meio era total, pois ele vivia como parte integrante deste e, provavelmente, não causando maiores impactos ao equilíbrio ambiental do que qualquer outra espécie viva.

Há cerca de 12 mil anos, os homens abandonaram o velho estilo de caçar e coletar do período paleolítico (a velha Idade da Pedra) e começaram a se envolver na agricultura, estabelecendo-se em aldeias que, no final das contas, cresceram e transformaram-se nas primeiras cidades do mundo.

Admite-se que a origem da agricultura, palavra de origem latina que significa "cultivo dos campos", ocorreu junto com a domesticação dos animais, no período neolítico, numa região conhecida como Crescente Fértil, que estende-se desde o Egito dos tempos modernos, subindo a costa mediterrânea, até o canto sudeste da Turquia e, então, descendo novamente até a fronteira entre o Iraque e o Irã. É assim chamada por causa de um feliz acidente geográfico. Quando a Era do Gelo acabou, as terras altas da região forneciam um ambiente ideal para carneiros selvagens, bodes, gado, porcos e para

¹ Eng.-Agr., Ph.D. Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151 CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG. E-mail: derli@cnpmmms.embrapa.br

plataformas densas de trigo e cevada selvagem. Isso significa que o Crescente Fértil oferecia certos locais específicos extraordinariamente ricos para bandos ambulantes de caçadores-coletores humanos. Eles não só caçavam animais e colhiam plantas comestíveis, mas também juntavam os cereais abundantes que cresciam de forma selvagem na região.

Logo foi descoberto que os cereais podiam ser armazenados para consumo durante meses ou mesmo anos, se fossem mantidos secos e em algum lugar seguro. Essa descoberta levou ao desenvolvimento de instrumentos e técnicas para colher, processar e armazenar grãos. Isso exigia muito esforço, mas constituía uma maneira de se proteger contra a possibilidade de escassez de alimentos no futuro. A habilidade em armazenar cereal começou a encorajar as pessoas a permanecer em um único lugar e cultivar trigo e cevada intencionalmente. Em consequência, surgiram os primeiros assentamentos permanentes e os primeiros recipientes de barro para cozinhar e armazenar alimentos.

A agricultura espalhou-se por todo o Crescente Fértil, entre 7000 e 5.000 a.C., à medida que um número crescente de plantas e animais era domesticado e novas técnicas de irrigação eram incorporadas, tornando possível sua expansão nas terras baixas quentes e secas da Mesopotâmia e do vale do Nilo, no Egito. Assim, com o advento revolucionário da agricultura, o homem passou a desenvolver trabalhos que modificavam o meio natural para produzir vegetais e animais úteis a si próprio. A agricultura, então, possibilitou ao homem transcender os limites naturais impostos pelo meio físico, porque ele passou a modificá-lo em seu próprio benefício.

Evolução da Agricultura

Desde essa remota origem, a agricultura tem sofrido uma evolução contínua, procurando sempre favorecer a espécie de seu interesse. A agricultura dita moderna surge nos séculos XVIII e XIX, a partir da intensificação dos sistemas rotacionais com plantas forrageiras e da fusão das atividades agrícola e pecuária. Nessa fase, conhecida como Primeira

Revolução Agrícola, a introdução de plantas forrageiras nos sistemas produtivos, além de servir como fonte alimentar para os animais, possibilitou melhorias na fertilidade dos solos, principalmente quando se empregaram plantas leguminosas, capazes de fixar o nitrogênio atmosférico.

Em meados do século XIX, o químico alemão Justus von Liebig (1803-1873), com base em experimentos laboratoriais, afirmava que todas as exigências nutricionais das plantas poderiam ser supridas por um conjunto balanceado de substâncias químicas. Suas descobertas introduziram a prática da adubação química na agricultura e abriram um amplo mercado para o setor industrial. Para os agricultores, esses produtos possibilitaram a substituição da fertilização promovida pela rotações de culturas e pelo esterco animal, trazendo as seguintes vantagens: simplificação do processo produtivo e aumento da produtividade das lavouras.

Toda a credibilidade atribuída às descobertas de Liebig deu-se ao fato de estarem apoiadas em comprovações científicas. Junto com Jean-Baptiste Boussingault, que estudou a fixação de nitrogênio atmosférico pelas plantas leguminosas, Liebig é considerado o maior precursor da "agroquímica" (EHLERS, 1996). As descobertas de todos esses cientistas marcam o fim de uma longa data, da antiguidade até o século XIX, na qual o conhecimento agrônomo era essencialmente empírico. A nova fase será caracterizada por um período de rápidos progressos científicos e tecnológicos.

Nas primeiras décadas do século XX, além da fertilização dos solos, outras etapas do processo produtivo passaram a ser assumidas ou apropriadas pelo setor industrial emergente. Nessa fase, os sistemas de cultivos rotacionais, integrados com produção animal, foram substituídos, em larga escala, por sistemas especializados, baseados no emprego crescente de energia fóssil e de insumos industriais, como: os adubos químicos, os agrotóxicos, os motores de combustão interna e as variedades vegetais de alto potencial produtivo. Do ponto de vista ambiental, a substituição dos sistemas de rotação com alta

diversidade cultural por sistemas simplificados, baseados no emprego de insumos industriais químicos, motomecânicos e de variedades vegetais geneticamente melhoradas e padronizadas, afetou drasticamente a estabilidade ecológica da produção agrícola. Esse conjunto de inovações, que mais tarde caracterizou o padrão produtivo da Segunda Revolução Agrícola, elevou de forma exponencial tanto os rendimentos físicos das lavouras quanto a produtividade do trabalho.

Após a Segunda Guerra Mundial intensificou-se o ritmo das inovações tecnológicas, especialmente no campo da genética aplicada à agricultura, culminando, na década de 70, com a chamada Revolução Verde. Esta espalhou para extensas áreas dos países subdesenvolvidos o sucesso do padrão que já era convencional na Europa, nos Estados Unidos e no Japão. Levava consigo, além do chamado “pacote tecnológico”, a esperança de resolver os problemas da fome. De fato, a produção total da agricultura cresceu vertiginosamente, mas, nos anos de 1980, a euforia das grandes safras cederia lugar a uma série de preocupações relacionadas aos problemas sócio-econômicos e ambientais provocados por esse padrão produtivo.

A chamada Revolução Verde, iniciada no final da década de 50, possibilitou que o plantio de variedades e híbridos agronomicamente superiores, obtidos através de programas clássicos de melhoramento vegetal, associado ao emprego de defensivos, fertilizantes e novas práticas agrícolas de manejo de solo e água, resultassem em um aumento na produção de alimentos que cresceu proporcionalmente com o aumento da população, que praticamente dobrou nos últimos 40 anos. Outro ponto positivo da Revolução Verde é o fato de que, a partir da década de 1970, o preço dos alimentos ficou proporcionalmente 70% mais barato, beneficiando principalmente as populações mais pobres, uma vez que elas gastam a maior parte do que ganham na compra de alimentos.

Agricultura e Meio Ambiente

Apesar do sucesso da Revolução Verde, entramos no século XXI com 20% da população dos países mais

pobres, ou seja, 1,2 bilhão de pessoas sem ter o suficiente para comer. É consenso mundial de que, se nada for feito a curto prazo, o número de pobres e famintos vai aumentar e a pressão no meio ambiente poderá atingir patamares de irreversibilidade.

A chamada agricultura convencional, a partir da década de 1960, começou a dar sinais de exaustão. Há um aumento visível no nível de degradação ambiental, que é, em grande parte, causada pela própria agricultura intensiva hoje praticada. As terras férteis estão passando por um rápido processo de perda de fertilidade, erosão, contaminação e pressão de ocupação pelas cidades e indústrias. Não há mais terras férteis disponíveis no mundo que possam permitir uma expansão física da área cultivada.

As principais fontes de degradação ambiental relacionadas com as atividades agrícolas são:

- Desmatamento
- Erosão
- Utilização irracional de insumos (corretivos, fertilizantes, defensivos)
- Uso irracional da água
- Lançamento de resíduos sólidos (lixo)
- Disposição de esgotos no solo (fossas negras)

Desmatamento

A partir do momento em que o homem passou a utilizar o solo ativamente, tendo em vista não só a sua alimentação, mas a comercialização de produtos, houve mais e mais necessidade de fazer queimadas e derrubar matas. Com isso, quebrou-se o equilíbrio natural entre a terra e as plantas.

As florestas ao redor do mundo estão sob pressão. As florestas tropicais estão rapidamente desaparecendo, principalmente, devido ao corte da madeira, exploração mineral, construção de hidroelétricas e a ocupação desordenada da terra em geral.

Governos e corporações tendem a colocar a culpa da destruição nas ações dos proprietários da terra e dos invasores. Mesmo assim, em países como o Brasil, planos governamentais têm encorajado a colonização das florestas tropicais.

Erosão

É um processo no qual as partículas da superfície do solo são arrastadas por ação das chuvas e dos ventos, que leva à perda de sua camada fértil. É uma das principais causas do empobrecimento e desgaste do solo.

Esse processo é acelerado pela ação do homem, quando o manejo do solo não é adequado, através de: culturas não adaptadas às características das terras, queimadas, compactação do solo pelo mau uso de máquinas, retirada total da vegetação, deixando o solo nu, plantio feito de forma incorreta, pisoteio excessivo do gado em pastagens, entre outras causas.

Fertilizantes

Os fertilizantes são aplicados com o objetivo de suprir algumas carências de compostos químicos do solo, de forma a aumentar a sua produtividade. Muitas vezes, no entanto, esses produtos são utilizados de modo não controlado, em quantidades excessivas, podendo resultar em problemas ambientais.

A utilização de fertilizantes em grandes quantidades e de forma continuada pode ocasionar as seguintes modificações no solo:

- decréscimo do teor de matéria orgânica;
- degradação de suas características físicas, alterando a capacidade de retenção e escoamento das águas.

Essas mudanças resultam na maior lixiviação dos nutrientes aplicados e, conseqüentemente, na necessidade de se utilizar cada vez mais esses produtos.

Quando se aplicam fertilizantes por muito tempo, a química do solo fica simplificada, com o estoque de nutrientes fortemente concentrado em cálcio, fósforo e potássio. Outros elementos catiônicos são deslocados do estoque e lixiviados do solo pela água da chuva. Por sua vez, isso pode contribuir para o desencadeamento de mudanças na estrutura do solo. Os solos ricos em potássio podem desenvolver uma estrutura colunar ou prismática, dura e refratária, quando seca, e lodosa, quando molhada. O uso contínuo de fertilizantes à base de sulfato de amônia

acidifica o solo e, portanto, pode “fixar” outros nutrientes, não os tornando acessíveis às plantas (o zinco é um desses micronutrientes).

Os fertilizantes, alcançando os alimentos ou a água, podem ocasionar danos à saúde humana: os nitratos combinam-se com a hemoglobina do sangue, causando a metemoglobinemia; os nitratos, reagindo com as aminas, produzem as nitrosaminas, que são cancerígenas, as impurezas químicas presentes nos fertilizantes (arsênio e metais pesados) podem causar intoxicações, câncer e outros danos ao homem.

O carregamento de fertilizantes para as águas superficiais pode resultar no problema da eutrofização, que é a proliferação excessiva de algas e de vegetação aquática, pelo excesso de nutrientes.

Defensivos

A crescente utilização de defensivos (também chamados de praguicidas, pesticidas ou agrotóxicos) tem resultado em vários problemas ambientais, decorrentes da poluição do solo, da água e do ar.

Os defensivos agrícolas compreendem três grandes grupos:

- inseticidas, usados no combate às pragas;
- fungicidas, utilizados contra doenças fúngicas;
- herbicidas, aplicados no extermínio de ervas e outras plantas não desejadas.

Os defensivos, usados diretamente nas culturas ou através da aplicação aérea, alcançam o solo, podendo aí permanecer por muito tempo, ou ser carregados para as coleções de água.

Nas plantas, no solo ou na água, os agrotóxicos podem incorporar-se à cadeia alimentar, aumentando de concentração até alcançar o homem, com graves conseqüências para a sua saúde.

Os compostos clorados orgânicos (por exemplo, DDT, BHC, Aldrin, Dieldrin, Clordano, Lindano, Heptacloro, Mirex) são muito persistentes, podendo permanecer no solo por vários anos, tendendo a acumular-se no meio, concentrando-se através da cadeia alimentar.

Já os pesticidas organofosforados são menos persistentes, mas, de modo geral, são mais tóxicos ao homem.

Os principais impactos do uso de agrotóxicos são:

- aumento do número de pragas resistentes. O uso continuado de um produto favorece o desenvolvimento de populações resistentes ao mesmo, gerando a necessidade de que novos pesticidas, mais tóxicos, sejam desenvolvidos.
- destruição de insetos úteis, como as abelhas e animais polinizadores.
- mortalidade de animais, como peixes, invertebrados aquáticos, aves e mamíferos silvestres.
- alterações nas populações de insetos.
- desenvolvimento de pragas secundárias, como consequência da eliminação de insetos benéficos.
- destruição de animais que constituem alimentos para outras espécies (aves, répteis, anfíbios e alguns mamíferos); contaminação desses animais, ao se alimentarem de insetos, minhocas e outros que receberam inseticidas.
- interferência no mecanismo de formação da casca dos ovos de aves, impedindo a deposição da quantidade normal de sais de cálcio, resultando no enfraquecimento dos mesmos.
- destruição de plantas úteis.
- contaminação de alimentos de origem vegetal ou animal. Tem sido constatada a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos. Em muitos casos, esses resíduos se acumulam na cadeia alimentar, alcançando o homem.

Resíduos

Resíduo é aquele material produzido por atividades humanas que normalmente é descartado como inútil ou indesejado. É uma massa altamente heterogênea de materiais descartados pela comunidade urbana, assim como rejeitos provenientes da agricultura e da indústria. São incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água ou exijam, para isso, soluções técnicas e economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

As principais fontes de resíduos sólidos são provenientes de atividades domésticas, comerciais, industriais e agrícolas. Muitas vezes, os rejeitos domésticos e comerciais são considerados juntos, sendo, então, denominados rejeito urbano. Processos industriais produzem rejeitos que podem ser sólidos ou semi-sólidos. Os resíduos das atividades agrícolas são representados por adubos, esterco, resíduos de colheita, animais mortos etc.

O lançamento de resíduos sólidos (lixo) no solo pode resultar em vários problemas:

- aspecto estético desagradável;
- desfiguração da paisagem;
- produção de maus odores;
- proliferação de insetos e roedores, transmissores de doenças;
- poluição da água, pelo carreamento de detritos para a mesma ou através do chorume;
- produção de gases, principalmente o metano, que é explosivo, como resultado da decomposição anaeróbia dos resíduos;
- poluição do ar, se houver a queima do lixo.

O lixo, quando depositado em terrenos baldios, a céu aberto, em "lixões", além do aspecto estético desagradável, causa maus odores, devido à decomposição anaeróbia dos resíduos orgânicos. Esses depósitos favorecem a proliferação de moscas, baratas e ratos, os quais, além de transmitirem doenças, são animais repulsivos.

A disposição do lixo no solo, em depósitos a céu aberto ou em aterros sanitários, pode resultar na produção de chorume, o qual, sendo carreado para os mananciais de água, causa a sua poluição.

O chorume é um líquido resultante da própria umidade do lixo ou da decomposição dos resíduos, mais a água pluvial que percola através do mesmo. Tem elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o que significa que o seu lançamento em um corpo d'água provocará grande consumo de oxigênio, pelas bactérias aeróbias, para decompor a matéria orgânica, ocasionando a sua redução, ou mesmo extinção, prejudicando os organismos aquáticos aeróbios.

A poluição do solo, pelo lixo, pode resultar na poluição do ar, quando ocorre a queima dos resíduos dispostos a céu aberto. A decomposição anaeróbica dos resíduos sólidos resulta na produção de gases, como o metano e o gás carbônico, que causam impactos ambientais. O metano, embora aproveitável como gás combustível, pode ocasionar problemas de explosões, principalmente quando fica em ambientes confinados.

A poluição do solo pode ocorrer, também, como resultado do lançamento de resíduos líquidos (esgotos) nos terrenos. Os dejetos de origem humana, alcançando o solo, contribuem para a transmissão de doenças, destacando-se as verminoses, adquiridas através do contato da pele com a terra contaminada.

Os esgotos domésticos, industriais e de outras fontes, dispostos no solo, podem alcançar mananciais de água, por carreamento superficial ou infiltração, poluindo-os.

Observa-se que há uma inter-relação muito grande entre a poluição do solo e a da água. Fertilizantes, pesticidas, lixo e esgotos, quando dispostos no solo de forma não controlada, podem ser transportados para os mananciais superficiais ou subterrâneos de água e causar a poluição dos mesmos.)

A poluição do ar pode originar-se da poluição do solo por resíduos sólidos, quando ocorre a queima dos mesmos. Por outro lado, pode acontecer o inverso, ou seja, poluentes atmosféricos depositarem-se no solo, modificando as suas características.

Agricultura Sustentável

Sustentabilidade

A destruição das florestas e da biodiversidade genética, a erosão dos solos e a contaminação dos recursos naturais e dos alimentos tornaram-se conseqüências quase inerentes à produção agrícola. Esse processo repetiu-se também no Brasil e, se por um lado, a modernização agrícola aumentou a produtividade das lavouras, por outro, aumentou os impactos ambientais. A crescente preocupação com o ambiente e com a qualidade de vida no planeta levou ao surgimento de um novo “paradigma” das sociedades modernas: a “sustentabilidade agrícola”. Esse novo paradigma procura transmitir a idéia de que o

desenvolvimento e o crescimento da agricultura devem atender às necessidades desta e das próximas gerações, ou seja, deve ser algo benigno para o ambiente e para a sociedade, durante longos períodos.

Dentro desse enfoque, surgiram várias definições procurando explicar o que se entende por “agricultura sustentável”, quase todas expressando insatisfação com o padrão dito moderno da agricultura e defendendo a necessidade de um novo padrão que garanta a segurança alimentar e que não agrida o meio ambiente. Teve-se, então, uma amplitude de conceitos que permite abrigo a uma gama de interesses que abrangem desde setores mais conservadores, que se contentariam com simples ajustes nos atuais padrões produtivos, até tendências radicais, que defendem mudanças em todo o sistema agroalimentar. Apesar das contradições em torno da expectativa em relação ao teor de mudanças, há um consenso no sentido de que agricultura sustentável é, antes de mais nada, um objetivo a ser atingido, e que este pode ser explicado por *renda para o agricultor e preservação ambiental*. Nesse sentido, a definição de agricultura sustentável proposta pelo National Research Council dos Estados Unidos é uma das mais aceitas internacionalmente :

“Agricultura sustentável não constitui algum conjunto de práticas especiais, mas sim um objetivo que é o de alcançar um sistema produtivo de alimento e fibras que possibilite:

- a) aumentar a produtividade dos recursos naturais e dos sistemas agrícolas, permitindo que os produtores respondam aos níveis de demanda engendrados pelo crescimento populacional e pelo desenvolvimento econômico;
- b) produzir alimentos sadios e nutritivos que permitam o bem-estar humano;
- c) garantir renda líquida suficiente para que os agricultores tenham um nível de vida aceitável e possam investir no aumento da produtividade do solo, da água e de outros recursos;
- d) corresponder às normas e expectativas da comunidade.”

Assumindo que *para se ter uma agricultura sustentável é necessário um manejo sustentável*, a FAO constituiu

um grupo internacional de trabalho para estabelecer a base do entendimento e do conceito de “manejo sustentável”. Para esse grupo, “manejo sustentável combina tecnologias, políticas e atividades, integrando princípios socioeconômicos com preocupações ambientais, de modo que se possa, simultaneamente”:

- manter ou melhorar a produção e os serviços (produtividade);
- reduzir o nível de risco da produção (segurança);
- proteger o potencial dos recursos naturais e prevenir a degradação da qualidade do solo e da água (proteção);
- ser economicamente viável (viabilidade);
- ser socialmente aceitável (aceitabilidade).

Esses cinco objetivos, ou seja, produtividade, segurança, proteção, viabilidade e aceitabilidade, são os pilares (fundação) sobre os quais o paradigma do manejo sustentável é construído. Para se atingir a sustentabilidade completa, é necessário alcançar todos os cinco objetivos.

Estratégias de Sustentabilidade

Para praticar uma agricultura sustentável, se requer uma visão de sistema, interpretando sistema em seu sentido mais amplo. Para a agricultura sustentável, o sistema agrícola compreende a soma das explorações individuais, os ecossistemas locais e regionais e os consumidores do país inteiro. O enfoque sistêmico permite ver mais claramente as conseqüências que as práticas têm sobre o meio ambiente e as comunidades humanas. O enfoque sistêmico nos dá as ferramentas necessárias para explorar as interações entre a agricultura e outras atividades humanas e entre a agricultura e o ecossistema natural. O objetivo é assegurar maior adequação das alternativas às circunstâncias que determinam a tomada de decisão dos produtores em aceitar ou rejeitar as ofertas tecnológicas preconizadas. Dentro desse prisma, pode-se afirmar que:

Um sistema de produção sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do agricultor (competitividade) e preserva o meio ambiente (preservação), enfatizando sempre a interação entre recursos naturais e aspectos socioeconômicos (cadeia

agroalimentar), visando a sustentabilidade da agricultura e o bem-estar da sociedade em geral, para esta geração e as que se seguirem.

Deve-se enfatizar que a agricultura sustentável é um processo, uma maneira de pensar, e não uma técnica. Muitas tecnologias contribuem para criar uma agricultura mais sustentável e as técnicas empregadas podem variar com as condições ambientais e socioeconômicas, com o tipo de exploração e também com o tempo. A situação pessoal do produtor, as condições de sua exploração, a região em que produz e os sinais do mercado vão determinar, em cada caso, quais são os passos necessários, as alternativas e as estratégias para fazer a transição até uma agricultura mais sustentável e em que velocidade isso deve ocorrer.

Apresentam-se, a seguir, algumas estratégias de sustentabilidade dentre as quais os envolvidos no planejamento poderão selecionar as mais adequadas à situação ambiental e socioeconômica da área em questão.

1. Adequação Ambiental e Socioeconômica

As características da agricultura como atividade econômica são definidas por condicionantes de ordem ambiental e socioeconômica, que interagem no espaço agrícola. Por outro lado, as atividades do agricultor não são isoladas, ele trabalha com sistemas de produção e está inserido num contexto mais amplo, que são as chamadas cadeias produtivas. Essas, por sua vez, com a globalização da economia, são pressionadas para que se tenha produtos de menor custo, melhor qualidade final e preservação ambiental

A escolha do negócio deve ser baseada na capacidade de suporte ambiental (clima e solo), na adaptabilidade da espécie ou cultivar e na viabilidade econômica, objetivando minimizar os riscos do investimento. Envolve linhas de ação complementares e interdependentes.

No que refere à questão ambiental, a ênfase deve ser na análise da capacidade de suporte ambiental (solo, clima, temperatura) em relação às demandas da cultura, estabelecendo um zoneamento de

potencialidades e limitações (definição de unidades geoambientais), dentro de uma ótica de relação entre recursos naturais e aspectos socioeconômicos e sua integração no espaço agrícola.

Consiste na identificação do espaço geográfico e dos recursos naturais da propriedade, tendo como base a integração dos componentes biofísicos, bioquímicos e minerais dos ecossistemas e suas respectivas potencialidades e limitações, determinando-se sua capacidade de suporte.

Envolve:

- Identificação dos ecossistemas, evidenciando suas potencialidades e limitações para as atividades econômicas, tais como: agropecuária, turismo e mineração.
- Identificação de mananciais para abastecimento público.
- Identificação de áreas para recuperação ambiental.
- Fundamentos para a elaboração do plano de uso do espaço rural.

Para garantir a conservação do solo e da água, cada gleba de terra da propriedade ou da sub-bacia hidrográfica deve ser explorada de acordo com sua capacidade de uso: mata, pastagens e lavouras, cada uma no seu devido lugar.

2. Conservar Solo e Água

A grande preocupação é o controle de erosão, escolhendo técnicas que diminuam a velocidade das enxurradas e aumente a infiltração de água no solo. A decisão quanto à escolha do método, ou combinação de tecnologias, depende do tipo de solo, do manejo da cultura, das condições ambientais e da situação do produtor.

Práticas de Conservação de Solo

Tradicionalmente, os principais cuidados a serem seguidos são:

- **Preparo do solo:** a realização de aração e gradagens na mesma área e por vários anos provoca o endurecimento do solo, logo abaixo da camada arável, provocando a diminuição da infiltração e o conseqüente aumento da enxurrada, que carrega uma

grande quantidade de solo e nutrientes para os córregos, rios e nascentes. Deve-se evitar o revolvimento do solo; o plantio direto, que será discutido adiante, surge como um sistema revolucionário no processo de produção agrícola.

- **Plantio em nível ou em contorno:** As culturas não devem ser implantadas "morro abaixo". Deve-se marcar as curvas de nível e as linhas de cultura acompanhando essas curvas, de forma a diminuir os efeitos da declividade do terreno. Nesse tipo de plantio, cada linha de plantas forma uma barreira, diminuindo a velocidade da enxurrada. O plantio em nível é uma forma de diminuir o arraste de solo em terrenos com pouca declividade. Com o aumento da declividade, outras práticas devem ser utilizadas.
- **Renques de vegetação:** intercalar a cultura principal, normalmente plantas que oferecem menor proteção, com faixas com plantas de crescimento denso, que protegem mais o solo.
- **Terraços:** O terraço é uma estrutura formada por um canal e um camalhão e deve ser construído em nível, onde outras práticas de conservação de solos não são capazes de controlar a erosão. Sua função é captar as águas que caem na área de cultivo e conter as enxurradas, permitindo a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, o abastecimento do lençol freático.
- **Embaciamento:** Consiste na abertura de sulcos entre as linhas de plantio de culturas perenes, ajudando também a diminuir a velocidade das águas que escorrem pelo terreno.

Além dessas, há práticas complementares que ajudam a controlar a erosão, aumentando a produtividade do solo:

- **Cultivo mínimo:** consiste em diminuir o número de capinas e de gradagens, mantendo restos de cultura na superfície do solo (é diferente do plantio direto, que sulca a terra e semeia diretamente) o que diminui o arraste e a temperatura do solo e preserva a matéria orgânica.
- **A capina alternada** das ruas de plantio também ajuda a não deixar o terreno completamente limpo. Na época

da seca, porém, não é aconselhável a manutenção de mato sobre o solo, pois ele vai concorrer com a planta na absorção da água. Além disso, na cultura do café, como a época da seca coincide com o período frio, a palha sobre o terreno pode favorecer a formação de geadas.

- **Adubação verde:** consiste no plantio de leguminosas, como feijão de porco, mucuna e crotalária, nas entrelinhas de culturas perenes, como o café e citrus, ou em terrenos que irão receber culturas anuais, com o objetivo básico de proteção do solo, acúmulo de matéria orgânica e retenção de umidade.
- **Calagem:** a incorporação de calcário ao solo melhora a absorção de nutrientes, tais como fósforo, cálcio e potássio, além de proporcionar uma melhor agregação das partículas do solo, promovendo uma melhor infiltração da água.

Sistema Plantio Direto

O plantio direto é definido como o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra. O sistema plantio direto, que serve a grandes e pequenas propriedades, na verdade, é muito simples, pois imita a própria natureza, usando a palha da cultura anterior para proteger o solo e gerar aumento na matéria orgânica e, por consequência, na vida do solo. Por deixar de arar, gradear, escarificar e cultivar, ou em outras palavras, de revolver a terra, como é feito no preparo convencional, o sistema plantio direto tem demonstrado eficiência, melhorando a produtividade e diminuindo custos, principalmente através da redução no consumo de combustíveis fósseis, poupando milhões de litros de óleo diesel e de dólares para o produtor e para o país, sem falar na menor emissão de poluentes.

O principal benefício do sistema plantio direto está no controle da erosão. Para ilustrar a grande eficiência do sistema plantio direto na conservação de solo e água, podem ser observados, na Figura 1, os dados de um trabalho que teve como o objetivo estudar o efeito de diferentes métodos de manejo de solo sobre as perdas

de solo e água, sob condições de chuva natural, mostra claramente que pastagem não degradada e plantio direto são os métodos de manejo de solo que maiores garantias oferecem do ponto de vista de conservação de solo e água no sistema.

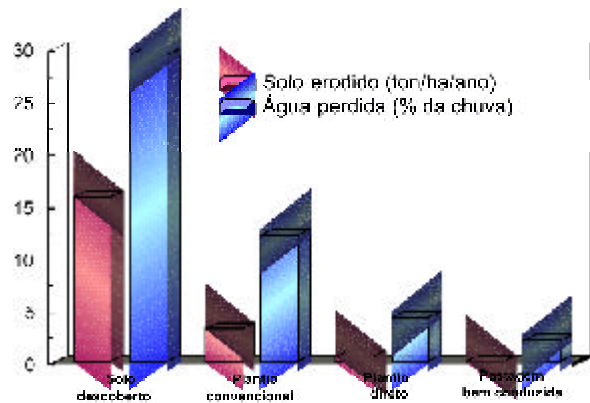


Figura 1. Perdas de solo e água em diferentes métodos de manejo do solo. Fonte: Alvarenga et al. (1998)

O Plantio Direto é entendido como um sistema com os seguintes fundamentos, que interagem:

1. Eliminação/redução das operações de preparo do solo. Como resultado, há maior manutenção da estabilidade de agregados, melhorando a estrutura do solo, evitando compactação, com melhoria da taxa de infiltração da água de chuva e manutenção da umidade, melhorando o arejamento e a atividade biológica do solo e a manutenção da matéria orgânica do solo.
2. Uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas. O uso de herbicidas dessecantes significa substituir a energia mecânica do preparo do solo (óleo diesel que é não renovável) pela energia química. É fundamental o uso de métodos integrados de controle de plantas daninhas, explorando o uso de culturas de cobertura, rotação de culturas e herbicidas específicos.
3. Formação da cobertura morta (Figura 2). Fornece proteção contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo o escoamento superficial e a erosão, protegendo o solo contra o efeito de raios solares, reduzindo a evaporação, a temperatura do solo e a amplitude térmica, protegendo o solo contra a ação de



Figura 2. Cobertura morta no sistema Plantio Direto.

ventos, incorporando matéria orgânica ao solo, necessária a uma atividade microbiana mais rica, e permitindo maior reciclagem de nutrientes. Além disto, auxilia no controle de plantas daninhas, pela supressão ou efeito alelopático.

4. Rotação de culturas. A combinação de espécies com diferentes exigências nutricionais, produção de fitomassa e sistema radicular torna o sistema mais eficiente, além de facilitar o controle integrado de pragas, doenças e plantas daninhas.

5. Uso de semeadoras específicas. Requer substituição ou adaptação das semeadoras de plantio convencional.

3. Agrodiversidade

A agrodiversidade (diversidade de uso da terra) é o grau de diversificação de sistemas de produção na paisagem, incluindo pecuária e sistemas agroflorestais.

A grande maioria da superfície da terra já foi modificada pela intervenção humana e o impacto dessa intervenção nos sistemas naturais é um assunto cada vez mais crítico para o futuro. A atividade agrícola leva a uma redução da biodiversidade, pois resulta da transformação da área natural, com muitas espécies de plantas e animais convivendo em equilíbrio ecológico e dinâmico, em um sistema centralizado em uma ou um reduzido número de espécies de plantas ou animais convivendo em desequilíbrio. Essa redução da biodiversidade em sistemas agrícolas é tradicionalmente considerada essencial para aumentar a produção de alimentos, forragens ou fibras.

A diversificação de cultivos tem uma relação com o controle biológico de pragas, pois favorece a abundância de inimigos naturais e sua efetividade, ao servir de hospedeiros/presas alternativos em momentos de escassez de pragas, serve de alimentação (pólen e néctar) para os parasitóides e predadores adultos de refúgios para a hibernação e nidificação de inimigos naturais e mantém populações aceitáveis da praga por períodos prolongados, de maneira a assegurar a sobrevivência continuada dos insetos benéficos.

Manter uma base genética ampla na agricultura é essencial para garantir a elasticidade dos sistemas de manejo, porque possibilita maior número de opções para sistemas de produção alternativos e é a base para a melhoria no manejo de risco e resposta rápida.

Integração Lavoura/Pastagens

Numa economia globalizada, a pecuária tem buscado alternativas para tornar-se mais competitiva. Nesse contexto, as pastagens ocupam lugar de destaque, por constituírem a parcela mais econômica na alimentação dos bovinos. Embora grande percentual das pastagens esteja degradada, a integração das atividades de agricultura e pecuária pode constituir uma solução técnica e economicamente viável para reformá-las. A rotação de culturas anuais com pastagens (Figura 3) é indicada como uma das alternativas para atingir esse propósito. A sustentabilidade econômica e ecológica dos sistemas de produção agropecuária poderá beneficiar-se mais da integração de culturas anuais com pastagens do que qualquer outra inovação; portanto, é necessário demonstrar o sinergismo potencial entre pastagens e culturas anuais e compreender os princípios que o fundamentam. Os benefícios da integração lavoura-pecuária podem ser sintetizados como: a) agrônômicos, por meio da recuperação e manutenção das características produtivas do solo; b) econômicos, por meio da diversificação de oferta e obtenção de maiores rendimentos a menor custo e com qualidade superior; c) ecológicos, por meio da redução da erosão e da biota nociva às espécies cultivadas, com a conseqüente redução da necessidade de defensivos



Figura 3. Consórcio de cultura anual e pastagem.

agrícolas; d) sociais, por meio da diluição da renda, já que as atividades pecuárias e agrícolas concentram e distribuem renda, respectivamente.

Integração Suinocultura/Lavoura/Pastagens

O avanço tecnológico na produção de suínos tem despertado interesse crescente em confinar animais em todas as fases do ciclo produtivo, culminando com elevados índices de produtividade por unidade de área e de tempo. Essa concentração de grande número de animais em pequenas áreas trouxe, como consequência, a produção de apreciáveis volumes de dejetos no mesmo lugar. Problemas de ordem técnica, sanitária e econômica decorrentes do confinamento têm constituído um desafio para criadores, técnicos e pesquisadores. Para evitar ou minimizar tais problemas, faz-se necessária a reciclagem dos dejetos, dentro dos princípios de preservação ambiental.

Entre as alternativas de reciclagem para os dejetos, podem ser citadas a produção de gás metano (biogás) e outros tipos de energia, a transformação em adubos orgânicos processados, a alimentação de outras espécies, destacando-se bovinos e peixes, e a utilização como fertilizante. Essa última é que tem tido maior receptividade pelos agricultores, por ser de fácil operacionalização na propriedade e, principalmente, por minimizar os custos de produção dos alimentos destinados à criação.

Os dejetos de suínos podem ser benéficos como fonte primária de fornecimento de biofertilizantes para a produção de grãos e forragens. O aporte de resíduos orgânicos é uma excelente fonte de nutrientes,

atendendo parcial ou totalmente as demandas das plantas, além de melhorar os atributos físicos e biológicos do solo. Por outro lado, quando o manejo não é adequado, existe a possibilidade de contaminação ambiental, como, por exemplo, a poluição dos mananciais de água com nitrato, do solo com metais pesados e antibióticos, podendo repetir experiências desastrosas, como as que ocorreram na Europa, nos Estados Unidos e mesmo no Brasil, em Santa Catarina.

A utilização de dejetos de suínos na produção de grãos e de pastagens, do ponto de vista agrônomo, econômico e ambiental, dentro de uma perspectiva que contemple a sustentabilidade agrícola regional, vem sendo feita com bastante sucesso na região dos cerrados.

Sistemas Agrossilvopastoris

Sistemas agrossilvopastoris ou agroflorestais (SAFs) são formas de uso e manejo dos recursos naturais nas quais as espécies lenhosas (árvores, arbustos e palmeiras) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou com animais, no mesmo terreno, de maneira simultânea ou em uma seqüência temporal.

De maneira geral, e por definição, sistemas agroflorestais são meios de produção que tendem a uma diversidade maior do que as monoculturas, o que lhes confere algumas vantagens. A simples existência de um componente arbóreo no sistema traz inúmeros efeitos positivos sobre a fertilidade do solo, controle de erosão e reciclagem dos nutrientes.

A essência do uso da terra pelos sistemas agroflorestais é que uma mesma diversidade de bens pode ser produzida numa área menor do que em outros sistemas de produção. De maneira geral, as vantagens ecológicas da interação entre os componentes também são vantagens em termos de uso de mão-de-obra para a produção da mesma quantidade de produtos animais e/ou vegetais, em comparação com os sistemas de monocultura.

4. Reduzir o Uso de Insumos

A aplicação de insumos agrícolas nos solos e nas culturas é prática comum na agricultura. Os principais

objetivos do uso desses insumos são o aumento do suprimento de nutrientes, correção do pH e a proteção das lavouras contra patógenos e pragas. Essas práticas, além de aumentarem o custo de produção, podem causar degradação ambiental, quando não são adequadamente utilizadas. Assim, tem crescido o interesse em alternativas que possibilitem a redução do uso de insumos, como, por exemplo, a agricultura orgânica, o controle biológico e o manejo integrado de pragas e doenças.

Uso Racional de Fertilizantes

A utilização racional de fertilizantes é obtida quando se aplicam as quantidades certas, sem excesso, e usando-se os tipos adequados, em função das características do solo e da cultura a ser explorada. A coleta de amostras de solo para análise das necessidades, a consulta à assistência técnica, para definir qualidade, quantidade e manejo adequado, são partes integrantes da estratégia de racionalização do uso de fertilizantes.

Biofertilizantes

O aporte de resíduos orgânicos é uma excelente fonte de nutrientes, atendendo parcial ou totalmente as demandas das plantas, além de melhorar os atributos físicos e biológicos do solo. Os dejetos de animais podem ser benéficos como fonte primária de fornecimento de biofertilizantes para a produção de grãos e forragens. A utilização de dejetos de suínos na produção de grãos e de pastagens, do ponto de vista agrônomo, econômico e ambiental, dentro de uma perspectiva que contemple a sustentabilidade agrícola regional, vem sendo feita com bastante sucesso na região dos cerrados.

Agricultura Orgânica

A Agricultura Orgânica vem se tornando uma opção cada vez mais importante, atendendo a uma clara e crescente demanda dos mercados consumidores, tanto em nível nacional como internacional. É um sistema de manejo sustentável da unidade de produção com enfoque sistêmico, que privilegia a preservação ambiental, a agrobiodiversidade, os ciclos biológicos e a qualidade de vida do homem.

Sistema de produção orgânico é todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizam o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação, no tempo e no espaço. Um sistema de produção orgânico visa também maximizar os benefícios sociais e, ao mesmo tempo, minimizar a dependência de energias não renováveis. Da mesma forma, visa eliminar o emprego de agrotóxicos e de outros insumos industriais tóxicos, organismos geneticamente modificados em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e consumo.

Controle Biológico

Essa prática, que se vale do uso de predadores ou patógenos, pode controlar muitas pragas e doenças de maneira mais barata e segura, comparativamente ao uso de quantidades maciças de pesticidas. O *Bacillus thuringiensis* ou Bt, por exemplo, é uma bactéria natural que mata larvas de lepidópteros (borboletas e traças), mas que é inofensiva aos mamíferos. Grandes espécies animais, como aves, podem também ser utilizadas no controle de pragas e plantas daninhas em campos de cultivo. Plantas repelentes para controle de insetos e insetos herbívoros para controlar plantas daninhas são também alternativas importantes de controle biológico.

Manejo Integrado de Pragas

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma estratégia flexível e ecológica de controle de pragas, com base numa combinação de técnicas aplicadas em épocas específicas, culturas específicas e para pragas específicas.

Usam-se frequentemente técnicas mecânicas como alternativa à aplicação química. O MIP não abdica integralmente do uso de pesticidas, mas, sim, usa-se a quantidade mínima necessária, junto com algumas práticas mecânicas, para efetuar o controle. Onde não há nenhuma alternativa ao controle químico, a dose única de um pesticida não persistente pode ser aplicada no momento em que os insetos ou as plantas daninhas estão mais vulneráveis. O monitoramento cuidadoso e científico das populações dos organismos

indesejáveis, para determinar o ponto ótimo econômico, bem como a melhor época, tipo e método de aplicação do pesticida, é crítico no MIP.

Na busca de uma agricultura sustentável, deve-se usar os agroquímicos como uma segunda alternativa, usando, em primeiro lugar, todos os mecanismos de controle oferecidos naturalmente pelo sistema (o que é mais uma razão para aumentar a biodiversidade), o que se denomina controle integrado de pragas (CIP ou CID). Os princípios que devem orientar o produtor são:

- Usar a rotação de culturas para interromper o ciclo de vida dos insetos e patógenos.
- Ajustar a data de plantio e a densidade de plantio, para reduzir a emergência de ervas daninhas.
- Usar variedades resistentes.
- Dar ênfase à análise econômica do efeito nocivo, em lugar de inspeções visuais.
- Fazer uso do controle integrado de ervas daninhas, pragas e doenças, utilizando o máximo de informações, gerenciamento e técnicas de controle.

No caso da necessidade do uso do pesticida, controlar sua aplicação, observando-se:

- Disciplinamento da produção, comercialização e uso, de acordo com a legislação existente (Lei Federal N. 7.802, de 11 de julho de 1989);
- Utilização de receituário agrônomo, obrigatório no uso de pesticidas;
- Aplicação do produto adequado, na dose correta, no período certo. Utilizar compostos menos persistentes e menos tóxicos;
- Vigilância toxicológica, com acompanhamento permanente, efetuando-se análises dos alimentos e do meio ambiente;
- Conscientização da população sobre os riscos do uso indiscriminado de agrotóxicos, educando-a sobre as práticas adequadas de aplicação.

Plantas Transgênicas

Os transgênicos, também chamados organismos geneticamente modificados (OGMs), são aqueles que recebem um ou mais genes de outro organismo e passam a expressar uma nova característica de especial interesse, como, por exemplo, uma planta que

tem sua qualidade nutricional melhorada com o gene de outro organismo.

Outro exemplo que pode ser citado é o do milho transgênico Bt. Através da engenharia genética, os americanos desenvolveram uma linhagem de milho capaz de produzir seu próprio inseticida. Isso foi possível pela introdução, em uma linhagem normal de milho, via biobalística, do gene *cryIAb*, isolado de uma bactéria comum do solo, chamada *Bacillus thuringiensis* (Bt). O gene *cryIAb* é responsável pela síntese de uma proteína que é especificamente tóxica à larva de insetos lepidópteros, principal praga do milho. A proteína produzida pelo milho transgênico Bt é idêntica àquela encontrada na natureza ou em inseticidas comerciais. A ação tóxica da proteína ocorre quando a mesma se liga em sítios receptores específicos de células do intestino de insetos susceptíveis, causando sua ruptura, levando o inseto à morte. Assim, a proteína só é tóxica ao inseto quando ela é ingerida pelo mesmo.

As principais vantagens do uso do milho transgênico Bt são: redução de aplicação de inseticidas na lavoura e controle mais eficiente da praga; é uma tecnologia que já vem embutida no insumo semente facilitando sua utilização pelo produtor, em particular o pequeno agricultor, e diminui a ocorrência de micotoxinas nos grãos.

5. Uso Racional da Água

O cenário atual aponta para a necessidade de focar a água como insumo estratégico e recurso natural limitado, com ênfase em dois aspectos principais: racionalização do uso e “produção” de água de boa qualidade (Figura 4).

Do ponto de vista da “produção” de água de boa qualidade, algumas estratégias e tecnologias diferenciadas são necessárias, enfocando tanto a dimensão da propriedade rural quanto a bacia e a região. Para alcançar esses objetivos, as estratégias a serem desenvolvidas devem adotar alguns enfoques principais:

- Desenvolvimento e/ou adaptação de técnicas de contenção do escoamento superficial das águas de



Figura 4. Água: insumo estratégico e recurso natural finito.

chuva para recarga do lençol freático, recuperação da vegetação (produção de fitomassa) e estabilização dos mananciais.

- Identificação e análise de zonas preferenciais de recarga de aquíferos, com vistas à conservação da quantidade da água e à sustentação e/ou incremento da infiltração nessas zonas.
- Manejo integrado de recursos naturais na bacia hidrográfica, buscando adequar a interveniência antrópica às características biofísicas dessas unidades naturais (ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na respectiva bacia hidrográfica, dentro de um enfoque hidroagrícola), sob gestão integrativa e participativa, de forma que sejam minimizados impactos negativos e se garanta o desenvolvimento sustentável.

Uma tecnologia adequada para captação de águas de chuva é o uso do sistema de barraginhas. Essa tecnologia consiste em dotar cada propriedade e, no conjunto, toda a bacia, de pequenas barragens ou miniaçudes, nos locais em que ocorram enxurradas volumosas e erosivas, barrando-as e amenizando seus efeitos desastrosos.

Acreditando no potencial dessa técnica para preservar o potencial hídrico de uma propriedade, foi desenvolvido, pela Embrapa Milho e Sorgo, um projeto

denominado "Captação de Águas Superficiais de Chuvas em Barraginhas". A experiência, iniciada em pequenas propriedades, demonstrou que, através da construção de microbarragens de captação, é possível retornar ao lençol freático e mananciais um volume médio de 1.000 m³/ha/ano, após a ocorrência de dez a doze chuvas. A distribuição de barraginhas em uma microbacia forma uma verdadeira rede de captação de água, conservando-a no sistema. Além de contribuir para a perenização de mananciais, com água de boa qualidade, as barraginhas possibilitam a recuperação de áreas degradadas pela chuva; retêm, junto com a água, materiais assoreadores e poluentes, como terra, adubo, agrotóxicos em geral, esterco com antibióticos etc., que iriam diretamente para os córregos e mananciais, provocando contaminação.

Do ponto de vista da racionalização do uso, a elevação na eficiência do uso de água para a agricultura constitui um desafio complexo, uma vez que abrange diferentes estratégias, em diferentes linhas de ação e escalas de atuação, a saber:

- Melhor aproveitamento da água de chuva, através de harmonização entre potencialidades ambientais (solo e água) de regiões, com as características genéticas e fisiológicas das culturas, na forma de um zoneamento agroecológico, com ênfase para as relações solo-água-planta-ambiente, em escala regional.

□ Tecnologia de manejo e racionalização no uso da água e outros insumos para a agricultura irrigada, em escala parcelar ou de propriedade, com o objetivo de aumentar o retorno (físico e econômico) da produção, por unidade de água utilizada, dentro de um contexto sustentável.

Vale mencionar que a Embrapa vem conduzindo projetos de pesquisa, alguns já com resultados positivos, no sentido de atender a essas demandas, como o projeto de zoneamento agrícola, cujos resultados propiciaram uma economia significativa de recursos, em função da redução de riscos e perdas na produção agrícola. Os estudos de manejo e racionalização da irrigação apresentam resultados que permitem o aumento de produtividade com o uso de menores volumes de água e insumos na produção irrigada.

Os sistemas agrossilvopastoris combinam as atividades agrícolas, pecuárias e florestais e constituem uma alternativa bastante promissora para que o produtor possa preservar áreas de recarga e de proteção e conseguir renda para o seu sustento.

Deve-se ressaltar, ainda, que todas as ações de conservação do recurso água e solo ocorrem na propriedade rural e que o agricultor é o principal ator nesse processo. Tanto pode atuar no sentido da conservação quanto da degradação. É de primordial importância que se estabeleçam mecanismos de incentivo àqueles que desenvolvem ações que levem à "produção de água" de boa qualidade.

6. Adequação de Estradas

As estradas de acesso internas e vicinais e os carreadores deverão ser bem locados e conservados. As suas saídas laterais de água deverão ser destinadas a bacias de captação e acumulação. As obras para correção da erosão nas estradas das bacias incluem: retificação, acostamentos, ensaiamentos, correção de leitos, obras de drenagem, canais divergentes, etc.

7. Tratamento de Esgotos

Todas as águas servidas são também denominadas esgotos ou águas residuárias, por possuírem, em sua

composição, resíduos sólidos, tanto em suspensão como dissolvidos. São de origem doméstica, agroindustrial e agrícola. Essas águas, quando lançadas diretamente sem qualquer tratamento, poderão afetar de maneira adversa as microbacias, o solo, os lençóis subterrâneos, os corpos d'água receptores etc.

A ausência total ou parcial dos serviços públicos de esgotos sanitários nas áreas urbanas, suburbanas e rurais exige a implantação de algum meio de disposição dos esgotos, para evitar a contaminação tanto do solo como da água.

Considerações Finais

Até o final dos anos de 1970, os agricultores eram os responsáveis pela gestão do espaço rural, com o objetivo de produzir alimentos em quantidade, de qualidade e baratos. Com exceção das áreas florestais, o uso do espaço rural submetia-se às necessidades da agricultura. Os agricultores eram vistos como os mediadores da relação entre a sociedade e a natureza.

No novo milênio, o espaço rural, que era dominado pela produção agrícola, vê sua dimensão ampliada, o que interfere diretamente nos seus modos de uso. O espaço rural agora é visto como um conjunto variado de bens públicos aos quais estão ligados valores que vão muito além da simples produção de alimentos, fibras e energia. O meio rural deve ser encarado não como uma simples sustentação geográfica de um setor (a agricultura), mas como a base de um conjunto diversificado de atividades e de atores.

Deposítórios principais da biodiversidade, de um rico patrimônio paisagístico e de formas de vidas crescentemente valorizadas nos dias de hoje, os espaços rurais ganham dimensões promissoras para o processo de desenvolvimento. Deve ser encarado como o espaço de atividades variadas, reunindo uma multiplicidade de atores sociais e não apenas como o terreno de onde vão sair produtos agropecuários. Vão surgindo novas formas de relação entre o homem e o território, em que as necessidades da produção agrícola são apenas um componente - e cada vez menos importante - na utilização do espaço.

Dentro dessa ótica, o desenvolvimento rural deve ser um conceito espacial e multissetorial e a agricultura,

como parte dele. A unidade de análise não são os sistemas agrários nem os sistemas alimentares, mas economias regionais. A proposta, então, é para o manejo integrado de recursos naturais, referindo-se, em última instância, ao ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento e sua distribuição espacial na paisagem. Trata-se, portanto, de uma proposta concreta para o desenvolvimento sustentado, aqui entendido como o uso dos recursos naturais para fins múltiplos e ocupação dos ecossistemas, observados seus respectivos limites de aptidão, atentando para a prevenção, correção e mitigação de prováveis impactos ambientais indesejáveis sob o ponto de vista econômico, social e ecológico. A abordagem adotada deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais, com ênfase no primeiro, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento é de primordial importância, uma vez que há sempre um limite a partir do qual todos os outros aspectos são inevitavelmente afetados. Em outras palavras, o uso e a ocupação são condicionados pelas características ambientais e sócio-econômicas de cada propriedade.

Bibliografia Consultada

- ABRAMOVAY, R. **O futuro das regiões rurais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 149 p.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**, as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 157 p.
- ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANS, L. M. A. Perdas de solo e água em um latossolo vermelho-escuro sob diferentes sistemas de manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Globalização e segurança alimentar**: anais... Recife: IPA, 1998. CD-ROM
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ANTUNES, A. Ciclo hidrológico, água, solo e meio ambiente. **Extensão em Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 48, p.16-19, 1992.
- BARROS, L. C. de. **Captação de águas superficiais de chuvas em barraginhas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 2).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.
- CHAVES, H. M.L. Efeitos do plantio direto sobre o meio ambiente. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (Ed) **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 57-66.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P. Plantio direto e sustentabilidade do sistema agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 13-24, 2001.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de base e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 211-252.
- DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. (Ed.). **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 29-48
- DORAN, J. W.; LIEBIG, M. A.; SANTANA, D. P. Soil health and global sustainability. CONGRES MONDIAL DE SCIENCE DU SOL= WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE= BODENKUNDLICHER WELTKONGRESS= CONGRESO MUNDIAL DE LA CIENCIA DEL SUELO, 16., 1998, Montpellier. **Actes = Proceedings...** Montpellier: ISSS / AFES, 1998. CD-ROM
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.
- KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; BAHIA FILHO, A. F. C.; PEREIRA, F. A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 25 p. (EMBRAPA-CNPMS.Circular Técnica, 25).

- MUZILLI, O. O manejo sustentável do solo. **Ação ambiental**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 16-19, 1998.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Discos CBS, 1985. 434 p.
- OLIVEIRA, P. A. V. (Coord.). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997. 188 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).
- PEIXOTO, R. S.; COUTINHO, H. L. C.; MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; RUMJANECK, N. G.; ELSAS, J. D. van; SELDIN, L.; ROSADO, A. S. Soil aggregation and bacterial community structure as affected by tillage and cover cropping in the Brazilian Cerrados. **Soil and Tillage Research**, 2005. No prelo
- RESENDE, M. O manejo do solo na agricultura sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Ed.). **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: Univesidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. p. 253-288.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Piracicaba: MEC: ESAL: POTAFOS, 1988. 83 p.
- ROMEIRO, A. R. **Agricultura e desenvolvimento**. In: MAIMON, D. (Coord.). **Ecologia e desenvolvimento**, Rio de Janeiro: APED, 1992. p. 207-233.
- SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; HERNANI, L. C. Rotação lavoura pastagem no sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 92-99, 2001.
- SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. A ciência do solo e o desafio da sustentabilidade agrícola. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p.19-23, 1998.
- SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C.; COUTO, L.; BRITO, R. A. L. **Água: recurso natural finito e insumo estratégico**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 20p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 16)
- SANTANA, D. P.; MACHADO, R. M. Uso do solo e biodiversidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO de CIÊNCIA do SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. [**Ciência do solo e qualidade de vida: anais**]. [Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999]. CD-ROM
- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.
- SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p.15-20, 2000.
- STANDAGE, T. **História do mundo em 6 copos**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005. 239 p. Tradução de Antonio Braga.
- VAZ, P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 75-81. 2000.
- VEIGA, J. E. da. **O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica**. São Paulo: Edusp/Hucitec, 1991. Não paginado

**Comunicado
Técnico, 132**

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 Km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3779 1000
Fax: (31) 3779 1088
E-mail: sac@cnpmis.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2005): 200 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira
Secretário-Executivo: Paulo César Magalhães
Membros: Camilo de Lélis Teixeira de Andrade,
Cláudia Teixeira Guimarães, Carlos Roberto Casela,
José Carlos Cruz e Márcio Antônio Rezende Monteiro

Expediente

Supervisor editorial: Clenio Araujo
Revisão de texto: Dilermando Lúcio de Oliveira
Editoração eletrônica: Dilermando Lúcio de Oliveira