

Agroecologia: reconciliando agricultura e natureza

Paulo Frederico Petersen¹
Jean Marc von der Weid²
Gabriel Bianconi Fernandes³

Resumo - A agricultura tem sido considerada uma das principais causas e, ao mesmo tempo, uma das principais vítimas dos problemas ambientais da atualidade. Essa relação mutuamente negativa não é resultado de uma evolução histórica automática e incontornável, deriva de um determinado enfoque técnico-científico que, no século 20, fomentou a transplantação para a agricultura da lógica produtiva inaugurada dois séculos antes com a Revolução Industrial. A rápida disseminação global dos padrões técnicos da Revolução Verde trouxe como consequência uma profunda reorientação na lógica de apropriação dos recursos naturais pela agricultura, sobretudo ao distanciar a dos processos ecológicos responsáveis pela reprodução da integridade ambiental dos agroecossistemas. Diante da magnitude dos impactos ambientais negativos gerados pela agricultura industrial, vem-se construindo, atualmente, um amplo consenso mundial de que o seu padrão produtivo está esgotado, já que deteriora a base biofísica necessária à sua própria reprodução. A Agroecologia apresenta-se nesse cenário como um enfoque científico que fornece as diretrizes para a emergência de padrões de desenvolvimento rural economicamente viáveis, socialmente justos e ecologicamente sustentáveis. Evidências empíricas que se multiplicam em todas as regiões do mundo comprovam que a perspectiva agroecológica possui vigência histórica ao oferecer respostas consistentes à profunda crise socioambiental vivenciada nas sociedades contemporâneas.

Palavras-chave: Impacto ambiental. Poluição ambiental. Meio ambiente. Sustentabilidade. Desenvolvimento rural.

INTRODUÇÃO

Por definição, agricultura significa artificialização do meio natural. Em termos técnicos, implica a conversão do ecossistema em agroecossistema, sendo este último compreendido como um sistema que articula o trabalho humano com o trabalho da natureza, para que plantas e animais domesticados se desenvolvam e se reproduzam. Essa peculiaridade da agricultura faz com que ela permaneça, no alvorecer do século 21, como o setor econômico que

mais intimamente conecta a sociedade à natureza.

Os dez mil anos de história da agricultura podem ser interpretados como a busca incessante de novas práticas para a intensificação do uso dos solos em resposta às crescentes demandas alimentares decorrentes dos aumentos demográficos (BOSERUP, 1987). Essa evolução técnica foi marcada pelo encurtamento contínuo dos pousios e, finalmente, pela sua completa supressão no final da Idade Média⁴. À medida que as inovações técnicas permitiam a intensificação

produtiva, os agroecossistemas foram-se diferenciando estrutural e funcionalmente dos ecossistemas naturais, num processo de progressiva artificialização, ou seja, de distanciamento dos equilíbrios naturais.

A tendência à crescente artificialização dos ecossistemas foi levada a níveis extremos a partir da segunda metade do século 20, com a segunda Revolução Agrícola – também conhecida como Revolução Verde. O paradigma científico-tecnológico da Revolução Verde expandiu-se globalmente ao articular seis práticas básicas: as monoculturas,

¹Eng^o Agr^o, Diretor Executivo AS-PTA, R. da Candelária, 9 - Centro, CEP 20091-020 Rio de Janeiro-RJ. Correio eletrônico: paulo@aspta.org.br

²Economista, Coord. Programa de Políticas Públicas AS-PTA, R. da Candelária, 9 - Centro, CEP 20091-020 Rio de Janeiro - RJ. Correio eletrônico: jean@aspta.org.br

³Eng^o Agr^o, Assessor Técn. AS-PTA, R. da Candelária, 9 - Centro, CEP 20091-020 Rio de Janeiro – RJ. Correio eletrônico: gabriel@aspta.org.br

⁴O pousio foi o método adotado por milênios para a recomposição da fertilidade dos agroecossistemas. As chamadas civilizações hidráulicas, como a egípcia, são exceções a esse padrão, já que a manutenção da fertilidade de seus agroecossistemas dependia da reposição de sedimentos trazidos pelas cheias do Nilo. O fim dos pousios na agricultura europeia foi possibilitado pela introdução de espécies forrageiras e adubos verdes nas rotações de culturas, o que permitiu simultaneamente o aumento da carga animal e o emprego mais intensivo da adubação orgânica. As profundas consequências provocadas por essas inovações técnicas demarcam o período conhecido como Primeira Revolução Agrícola (MAZOYER; ROUDART, 1997).

o revolvimento intensivo dos solos, o uso de fertilizantes sintéticos, o controle químico de pragas e doenças, a irrigação e a manipulação dos genomas de plantas e animais domésticos. Embora cada uma dessas práticas exerça uma função específica no funcionamento do agroecossistema, para que seja efetiva, deve ser adotada de forma combinada com as demais, criando um sistema técnico pouco flexível que induz à forte dependência econômica da agricultura em relação à indústria e ao sistema financeiro.

Ao contrário dos aprimoramentos técnicos anteriores, sempre condicionados pelas limitações e potencialidades ecológicas locais, a nova Revolução Agrícola promoveu forte desconexão entre a agricultura e os ecossistemas naturais ao substituir parte importante do trabalho que a natureza desempenhava na regeneração da fertilidade dos agroecossistemas pelo emprego intensivo de agroquímicos e de motomecanização pesada. Com isso, as relações de coprodução entre natureza e agricultura, que orientaram o progresso técnico por milênios, foram rompidas para dar lugar a um modelo de produção estruturalmente dependente dos insumos externos e de energia não-renovável derivada de combustíveis fósseis.

A base filosófica que fundamentou o desenvolvimento da agricultura industrial repousa na crença de que, com a contínua inovação tecnológica, a civilização caminha inexoravelmente para superar os limites naturais, que impuseram constrangimentos à expansão do progresso humano no decorrer da história. Ironicamente, são esses mesmos limites naturais que hoje dão os sinais mais claros de que essa crença não possui qualquer fundamento científico. De fato, a agricultura é hoje amplamente reconhecida como uma das principais causas e, ao mesmo tempo, como uma das principais vítimas dos problemas ambientais da atualidade (ALMEIDA et al., 2001).

Orientada essencialmente para maximizar a produtividade física das lavouras e criações no curto prazo, a agricultura industrial compromete seriamente as

produções futuras pela conjugação de três frentes de impacto negativo sobre o meio ambiente:

- a) a degradação e a perda de recursos naturais essenciais para a reprodução técnica dos agroecossistemas (solos, água e biodiversidade);
- b) a emissão de gases de efeito estufa (GEEs), que vem alterando os padrões climáticos globais e, com isso, aumentando os riscos agrícolas;
- c) a desarticulação de culturas e modos de vida locais responsáveis pelo uso social e pela conservação dos recursos naturais em longo prazo.

Repetindo a experiência vivenciada por várias civilizações do passado, a problemática ambiental associada à agricultura nos coloca em uma encruzilhada histórica, sendo que, desta vez, em escala planetária. A população mundial dobrou nos últimos 45 anos e, a cada dia, cerca de 250 mil novos habitantes somam-se aos 6,7 bilhões já existentes. Responder ao aumento na demanda por alimento, água potável, energia e outros recursos indispensáveis à vida humana digna apresenta-se, portanto, como o principal desafio dos tempos atuais (PIMENTEL; WILSON, 2004).

O enunciado dessa questão, há algumas poucas décadas, era muito frequentemente interpretado como alarmismo. Hoje, assume ares de um dramático realismo, sobretudo quando se considera que as bases ecológicas para a provisão dos meios de vida de uma população crescente vêm-se degradando rapidamente, dando origem a um cenário em que cerca de 1 bilhão de pessoas já vivenciam a fome e a subnutrição e no qual a produção de grãos *per capita* vem caindo sistematicamente ao longo dos últimos 20 anos.

A escolha do caminho a seguir diante dessa encruzilhada deve considerar, necessariamente, o duplo propósito de responder às demandas de uma população mundial crescente e de conservar as condições ecológicas para que a agricultura permaneça produtiva em longo prazo. A compatibilização desses dois objetivos exige uma

profunda revisão no padrão hegemônico de desenvolvimento agrícola, o que implica a superação da perspectiva produtivista que vem monopolizando as orientações da inovação tecnológica. No seu lugar que em certo sentido aproximou a agricultura a uma atividade mineradora, torna-se necessário promover a reconciliação entre agricultura e natureza.

CUSTOS AMBIENTAIS DA AGRICULTURA INDUSTRIAL

A aparente pujança da agricultura industrial esconde uma série de contrapartidas negativas que se tornam cada vez mais nítidas e contundentes com a divulgação de pesquisas independentes ou, simplesmente, com a fria realidade dos fatos veiculados no cotidiano dos noticiários. Aos custos sociais, ambientais e de saúde pública, que se apresentam como os efeitos negativos mais visíveis do modelo agrícola hegemônico, devem-se adicionar os custos energéticos, indicador ecológico essencial e que até pouco tempo vinha sendo desprezado por conta da disponibilidade de combustíveis fósseis baratos.

Balanco energético negativo

Até o primeiro choque do petróleo, em 1973, era quase inexistente a preocupação com o custo energético da agricultura ou de qualquer outra atividade econômica. No entanto, desde os anos 50, geólogos especializados já previam o esgotamento da era do petróleo barato em um período de cerca de duas gerações, mas suas estimativas não foram levadas a sério e permaneceram por muito tempo desconhecidas do grande público. Embora se especule nos dias de hoje, se o pico de produção mundial do petróleo já ocorreu ou se ocorrerá em breve, o desaparecimento dos combustíveis fósseis baratos em prazos muito curtos parece inevitável, fazendo com que a carga energética de cada produto e o balanço energético de cada processo de produção comecem a merecer atenção.

A agricultura industrial norte-americana adota processos produtivos cujos

custos energéticos médios são dez vezes superiores ao valor energético efetivamente incorporado no alimento que vai à mesa do consumidor. Se nessa conta for considerado apenas o balanço da produção primária (sem os custos de processamento, conservação e transporte), a relação entre *input* e *output* energético passa a ser de três para um. Por outro lado, se a atividade primária em questão for a criação intensiva de bovinos, a relação será de 35:1 (HORRIGAN et al., 2002).

A alta dependência dos combustíveis fósseis apresenta-se como o maior “calcanhar-de-aquiles” da agricultura industrial. Diante do seu desastroso balanço energético e do crescimento dos preços do petróleo, esse modelo já começa a dar mostras explícitas de insustentabilidade, apesar da camuflagem ideológica promovida pelo *marketing* corporativo do agronegócio e da maquiagem econômica exercida pelos crescentes subsídios estatais à reprodução do modelo.

Esgotamento dos recursos naturais renováveis

Solos

A mais completa avaliação do estado dos solos agrícolas no mundo, realizada em 1992, identificou a existência de cerca de 562 milhões de hectares degradados, em um universo de 1,5 bilhão de hectares cultivados desde a Segunda Guerra Mundial (OLDEMAN, 1994). Significativa parcela dessa área teve sua fertilidade diminuída de forma moderada a aguda. Desde então, o processo teve continuidade, com 5 a 6 milhões de hectares severamente degradados a cada ano, tendo a agricultura industrial como responsável por grande parte desse montante.

Água

A agricultura consome atualmente por volta de 70% da água bombeada de rios, lagos e aquíferos do mundo. As áreas irrigadas no planeta triplicaram entre 1950 e 2003 e respondem hoje por cerca de 1/3 do total dos grãos produzidos. Apesar de

levarem à rápida deterioração dos corpos d'água e apresentarem baixos níveis de eficiência na conversão de água em alimentos, os sistemas intensivos de irrigação continuam a ser empregados. Somente o volume de água desperdiçada na agricultura (55% do total) é superior à soma dos demais consumos humanos (UNESCO, 2003). Para que 1 kg de cereais seja produzido, a agricultura irrigada consome mil litros de água. Já os criatórios intensivos de gado apresentam nível de eficiência de conversão de água em proteína 100 vezes inferior ao da produção de grãos (PIMENTEL, 1997).

A superexploração de aquíferos para a irrigação impede a recarga deste, fazendo com que seus volumes abaxiem para níveis alarmantes. Na Índia, o bombeamento anual de água dos aquíferos passou de menos de 20 km³ (20 bilhões de m³), em 1950, para mais de 250 km³, nos dias atuais. Nos EUA, o aquífero de Ogallala vem perdendo anualmente 1 metro de profundidade. Enquanto isso, rios de grande porte, como o Colorado, nos EUA, ou o Amarelo, na China, deixam de correr durante vários meses por ano (WORLD BANK, 2008). Além de expostos à degradação quantitativa, os corpos d'água vêm sendo seriamente comprometidos pela poluição química, que resulta da agricultura industrial.

Essa realidade evidencia que a solução para a crise hídrica mundial, que já atinge 1/3 da população e que deverá atingir 2/3 em meados deste século, passa necessariamente pela interrupção do uso perdulário da água, pela proteção das fontes naturais e pela busca de alternativas para a construção de segurança hídrica dos agroecossistemas.

Biodiversidade

A perda da biodiversidade, agrícola ou não, traz riscos consideráveis para o futuro da agricultura e da alimentação. A substituição de milhares de variedades tradicionais por cultivares comerciais estreitou a base genética da agricultura a níveis extremos. Na Indonésia, a modernização da cultura de arroz provocou o desaparecimento de cerca

de 1,5 mil variedades tradicionais, substituídas por algumas dezenas de cultivares comerciais condicionadas geneticamente a obterem alta resposta ao emprego de fertilizantes sintéticos (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 1992). Entre 1981 e 1998, aproximadamente 4,4 mil variedades não-híbridas de hortaliças (88% do total disponível) deixaram de ser plantadas nos EUA (WHEALY, 2005).

O plantio comercial de organismos geneticamente modificados agrava esse problema e o alça a uma nova dimensão representada pela incontável, irreversível e cumulativa poluição genética, processo resultante da polinização cruzada ou da mistura de sementes de variedades convencionais com transgênicas (HEINEMANN, 2007).

A expansão global das monoculturas padroniza a ocupação dos espaços rurais, provocando uma perigosa redução da diversidade de espécies alimentícias tradicionais. Ao longo da história da agricultura, cerca de 7 mil espécies comestíveis foram domesticadas e cultivadas. Atualmente, porém, apenas 120 são cultivadas de forma sistemática. Além disso, aproximadamente 90% da alimentação mundial provém de oito espécies animais e doze vegetais, sendo que quatro destas (arroz, trigo, milho e batata) fornecem mais da metade das calorias da dieta humana (COUPE; LEWINS, 2007). Enquanto os defensores da Revolução Verde proclamam os aumentos substanciais na produção de alguns poucos cultivos, milhares de outras espécies alimentícias que integram o patrimônio cultural da humanidade estão em risco de extinção ou já foram irremediavelmente perdidas, ameaçando radicalmente a soberania alimentar dos povos.

Além da perda da agrobiodiversidade, a lógica expansionista da agricultura industrial vem promovendo um rápido avanço das fronteiras agrícolas sobre ecossistemas naturais. É exatamente esse o fenômeno que atualmente se assiste na Amazônia, na África Ocidental e no sudoeste da Ásia, onde as florestas nativas são postas abaixo,

para que as monoculturas possam-se alastrar. Como mais da metade da biodiversidade mundial encontra-se fora de áreas protegidas, qualquer que seja a estratégia para a sua preservação deverá contar necessariamente com a ativa participação e interesse dos agricultores. Entretanto, essa não parece ser uma condição viável, enquanto perdurarem os estímulos públicos voltados à expansão desenfreada das monoculturas sobre os ecossistemas naturais.

Poluição química

A artificialização extremada dos agroecossistemas, cuja face mais evidente são as monoculturas extensivas, provoca elevados níveis de desequilíbrio ecológico que favorecem a explosão de populações de determinados organismos. Sob o prisma antropocêntrico, esses organismos são convencionalmente designados como pragas e invasores, uma vez que são responsáveis por grandes prejuízos econômicos. Para eliminar esses organismos espontâneos dos agroecossistemas, a agricultura industrial desenvolveu um arsenal de agrotóxicos, eufemisticamente denominados defensivos pelas empresas agroquímicas.

Embora o uso de agrotóxicos cresça sistematicamente, a sua razão de ser, as chamadas pragas e doenças, não vem sendo debelada. O que se verifica é justamente o inverso. De 1945 a 1991, as quebras de safra nos EUA em função de insetos, doenças e plantas espontâneas passaram de 32% para 37%, apesar da duplicação do uso de agrotóxicos averiguada no período (CONWAY; PRETTY, 1991). Essa perda de eficiência dos agrotóxicos é atribuída ao aumento de resistência dos organismos-alvo. Entre 1950 e 1990, o número de espécies de insetos resistentes passou de 20 para mais de 500, enquanto o número de espécies de plantas espontâneas resistentes chegou a 273 (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

No Brasil, o uso de agrotóxicos vem crescendo de forma acelerada desde a Segunda Guerra Mundial. Em 2008, o País tornou-se líder mundial na aplicação desses

produtos, com o emprego recorde de 733,9 milhões de toneladas (MENTEN, 2009) ou 3,9 kg de venenos por brasileiro por ano. O emprego de substâncias tóxicas na agricultura gera impactos ambientais profundos e em várias direções. Seus efeitos negativos sobre espécies não-alvo são gigantescos, aspecto facilmente explicado pelo fato de que apenas 0,1% dos pesticidas atinge os organismos-alvo. Nos EUA, por exemplo, o número de colônias de abelhas nas áreas agrícolas caiu de 4,4 milhões para 1,9 milhão, entre 1985 e 1997, em consequência dos impactos dos agrotóxicos (DAILY, 1997).

O livro “Primavera silenciosa”, de Rachel Carson, representou, em 1962, um marco de repercussão planetária para a consciência ecológica ao denunciar os graves efeitos nocivos dos agrotóxicos sobre a saúde pública e o meio ambiente. Além de descrever como os agentes químicos persistentes vinham contaminando a natureza, Carson documentou como eles se acumulam nos organismos humanos. Mais recentemente, os autores do livro “O futuro roubado” retomaram e aprofundaram as denúncias de Carson ao apresentarem evidências científicas da relação entre os agentes químicos e o desenvolvimento sexual aberrante de animais silvestres, além de problemas comportamentais e dificuldades reprodutivas entre os seres humanos (COLBORN et al., 1997).

A contaminação de corpos d’água por fertilizantes sintéticos é outra fonte de poluição química gerada pela agricultura industrial. Estima-se que apenas 50% dos nutrientes contidos nesses fertilizantes sejam absorvidos pelas plantas cultivadas, sendo a outra metade absorvida por plantas espontâneas ou carregada pela água até os lagos, aquíferos e, finalmente, os deltas oceânicos. Esse é o caso do Golfo do México, onde uma área de 20 mil km² na Foz do Mississipi é conhecida como deserto marinho, já que 85% da vida aquática foi afetada com a eutrofização da água resultante do excesso de fertilizantes (TORRES et al., 2000).

Emissão de gases de efeito estufa (GEEs)

As monoculturas constituem um imperativo da lógica econômica do sistema agroalimentar globalizado, uma vez que somente por meio delas torna-se possível a padronização necessária para o crescente aumento de escala de produção, transformação e transporte de alimentos. Nesse sentido, a Revolução Verde foi condição-chave para o radical reordenamento da geografia da agricultura mundial verificado nas últimas décadas.

Além dos impactos ambientais negativos de abrangência local/regional, a associação das monoculturas modernizadas e das criações intensivas com a globalização sem precedentes do comércio e do consumo de alimentos tem contribuído de forma decisiva para a alteração dos padrões climáticos no planeta. Tomadas em conjunto, as etapas de produção, processamento, embalagem, resfriamento e transporte de alimentos constituem parcela significativa da emissão de GEE. Estima-se que somente a etapa primária do sistema agroalimentar (que inclui a produção de insumos, as operações de manejo e a abertura de novas áreas agrícolas) emita de 17% a 32% do total dos GEEs gerados por atividades humanas (BELLARBY et al., 2008). Se a essa cifra forem adicionadas emissões provenientes das demais etapas que levam ao consumo final, conclui-se que os sistemas agroalimentares atuais respondem por cerca da metade das emissões.

UMA AGRICULTURA MULTIFUNCIONAL, RELOCALIZADA E DESINDUSTRIALIZADA

Mesmo os dilemas ambientais sem precedentes não demoveram os principais agentes promotores e beneficiários da agricultura industrial. Para estes, a solução propugnada para enfrentar tais dilemas passa pela continuidade dos processos de intensificação agrícola por meio do aprofundamento da intervenção no mundo natural proporcionada pelas biotecnologias. Nessa linha de defesa, insiste-se na

promessa de uma agricultura sustentável com base em variedades transgênicas tolerantes ao estresse hídrico, a solos de baixa fertilidade ou que tornariam dispensável o emprego de agrotóxicos por serem resistentes a pragas e doenças. Não obstante aos altos investimentos em peças publicitárias que reproduzem esse discurso, tanto as fartas evidências empíricas ao redor do mundo, quanto os resultados das pesquisas independentes já realizadas, demonstram de forma inequívoca que a opção pela Revolução Duplamente Verde (como pretendem os defensores da transgenia) é inviável do ponto de vista ecológico, além de introduzir novos e imprevisíveis riscos ao meio ambiente e à saúde pública e aprofundar os já agudos processos de exclusão social gerados pela modernização agrícola.

No polo oposto à proposta de crescente artificialização dos agroecossistemas, está o caminho da reconciliação entre agricultura e natureza, ou seja, a desindustrialização da agricultura. Essa estratégia implica a redução drástica do emprego de energia fóssil e de outros recursos naturais finitos nos sistemas agrícolas. Para compensar a supressão do uso de insumos industriais e compatibilizar eficiência produtiva com conservação ambiental, essa estratégia funda-se no emprego inteligente dos recursos naturais por meio da articulação de conhecimentos de fronteira da ciência da Ecologia com os saberes populares aplicados nos métodos tradicionais de agricultura. Como ciência emergente, a Agroecologia é portadora de conceitos e métodos que criam as pontes para o estabelecimento do diálogo entre o saber popular e o científico, condição necessária para a revitalização da inovação local como dispositivo social para o desenvolvimento de agroecossistemas fortemente conectados aos ecossistemas naturais.

Do ponto de vista técnico, a estratégia central da Agroecologia orienta-se para

a exploração dos variados produtos e serviços gerados pela biodiversidade nos agroecossistemas. Diferente dos ecossistemas naturais, os agroecossistemas podem ter a biodiversidade subdividida em duas categorias: a biodiversidade planejada e a biodiversidade associada. A primeira refere-se às espécies animais e vegetais introduzidas no sistema com propósitos econômicos. A segunda compreende a biota que coloniza espontaneamente o sistema produtivo e o seu entorno. Ao contrário da concepção da agronomia convencional, a Agroecologia não enfoca as espécies espontâneas nos agroecossistemas como organismos indesejados que devem ser necessariamente eliminados por meios mecânicos ou químicos. Pelo contrário, a essência da estratégia agroecológica está justamente na valorização das funções ecológicas que a biodiversidade (planejada e associada) cumpre na regeneração da fertilidade e na manutenção da sanidade dos agroecossistemas para que estes se

mantenham indefinidamente produtivos (Fig. 1).

Exatamente por articular a produção econômica com a reprodução ecológica em longo prazo é que a Agroecologia tem sido designada como a ciência da agricultura sustentável. Esse inevitável caminho para a sustentabilidade vem sendo muito frequentemente confundido com uma opção pelo retrocesso histórico ou com uma visão romântica do mundo contemporâneo. Seus opositores alegam que a adoção em larga escala dessa estratégia resultaria na disseminação sem precedentes da fome e da miséria. A despeito das fartas evidências empíricas em contrário documentadas em várias regiões do mundo desde a década de 1980⁵, esse tipo de argumentação permanece sendo reproduzida. Três importantes documentos recentemente publicados ajudam a contrapor esses argumentos.

O relatório divulgado em 2007 pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) afirma o potencial

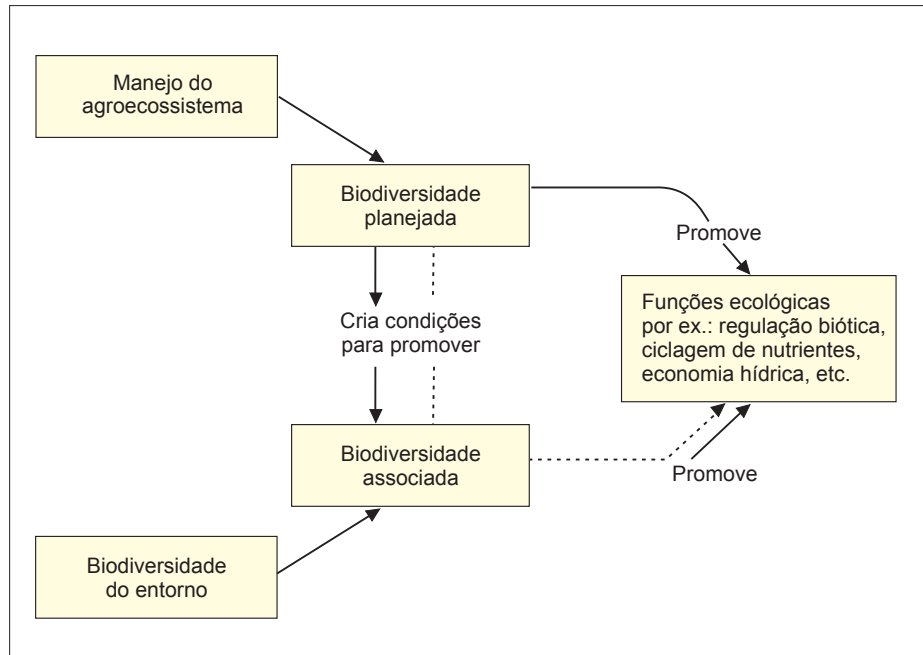


Figura 1 - Funções ecológicas promovidas pelas interações entre biodiversidade planejada e biodiversidade associada nos agroecossistemas

FONTE: Vandermeer e Perfecto (1995 apud ALTIERI, 1999).

⁵Essas evidências vêm sendo trazidas a público pelas revistas produzidas pela Rede Leisa desde 1984. A edição brasileira da revista *Leisa* vem sendo publicada desde 2004 sob o nome de *Agriculturas: experiências em agroecologia*. Para informações sobre esta revista consultar o site: <http://agriculturas.leisa.info>

e a necessidade de a agricultura ecológica substituir a agricultura convencional (FAO, 2007). De acordo com a FAO, o modelo agrícola dominante apresenta sérios paradoxos, já que produz comida de sobra, enquanto milhões de pessoas permanecem submetidas à fome e à subnutrição. Além disso, utiliza cada vez mais agroquímicos, sem que se verifique uma contrapartida em termos de aumento na produtividade das lavouras.

Um grupo de 400 cientistas de todo o mundo e de vários ramos do saber, reunidos por três anos na iniciativa Avaliação Internacional sobre Ciência e Tecnologia Agrícola para o Desenvolvimento⁶, concluíram que é premente a extrapolação do viés produtivista predominante com a ampliação de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de outras funções-chave da agricultura. Entre essas funções, destacam a proteção do solo, da água e da biodiversidade, bem como a revalorização dos conhecimentos tradicionais de milhões de pequenos agricultores dos países do Sul. O documento aponta ainda para a necessidade de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de estilos de agricultura que emitam menos GEE e que contribuam para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas (INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL, KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT, 2009).

Já a Universidade de Michigan (EUA) realizou minuciosa análise comparativa da produtividade obtida em sistemas de produção convencionais e ecológicos. Com base em 293 casos estudados (incluindo países desenvolvidos e em desenvolvimento; climas temperado, tropical úmido e semiárido), concluiu-se que o enfoque agroecológico pode sim responder ao desafio de abastecer toda a população mundial. Para a maior parte das espécies

cultivadas, a análise mostrou que a razão entre a produtividade média das lavouras ecológicas e das convencionais foi pouco menor que 1,0 em países desenvolvidos e maior que 1,0 em países em desenvolvimento. A pesquisa aponta ainda que a agricultura ecológica tem potencial para abastecer uma população ainda maior do que a presente sem que para isso tenha que se expandir para áreas ocupadas por ecossistemas naturais (BADGLEY et al., 2007). Nesse sentido, o estudo desmonta o argumento de que uma suposta menor produtividade das agriculturas de base ecológica levaria a um aumento expressivo do desmatamento, o que anularia suas vantagens ambientais iniciais.

As conclusões desses três importantes esforços internacionais fundamentam-se em evidências científicas que se multiplicam em todos os quadrantes do planeta e que demonstram que o viés agroecológico fornece as diretrizes para a agricultura exercer múltiplas funções no atendimento de interesses vitais das sociedades, entre as quais a produção e a distribuição de riquezas sociais e a conservação do meio ambiente. Dessa forma, ao relacionar diretamente a economia com a ecologia dos agroecossistemas, o enfoque agroecológico abre perspectivas concretas para que a agricultura cumpra funções-chave na gestão sustentável dos recursos naturais, dentre as quais se destacam a conservação dos solos, a regulação dos ciclos hidrológicos locais e a mitigação do efeito estufa.

Conservação dos solos

Partindo do princípio de que a quantidade (ou concentração) de nutrientes no solo não é o fator que determina o bom desenvolvimento dos cultivos, mas sim o acesso constante das raízes das plantas a uma quantidade balanceada de nutrientes, o manejo agroecológico dos solos põe em

xeque a concepção convencional de fertilização que se baseia no aporte de adubos sintéticos. A estratégia agroecológica aplica-se por meio de manejos voltados à manutenção de solos biologicamente ativos, que asseguram boas colheitas com baixos custos financeiros e ambientais. Em essência, esses manejos reproduzem nos agroecossistemas as condições estruturais e funcionais responsáveis pela reprodução da fertilidade dos ecossistemas naturais, dentre as quais (PETERSEN, 2008):

- a) a maximização da produção e do uso de biomassa no sistema por meio de policultivos, de rotações de culturas, de práticas agroflorestais e da integração cultivos-criações;
- b) a proteção permanente do solo com cobertura viva ou morta;
- c) o preparo do terreno para o plantio com o mínimo de revolvimento.

Além de favorecer uma nutrição balanceada para as plantas cultivadas, as práticas de manejo agroecológico dos solos também incidem positivamente na regulação de populações de organismos potencialmente danosos às lavouras, como insetos-praga e microrganismos patogênicos. Inúmeras evidências científicas têm demonstrado o caráter multifuncional do manejo agroecológico, em particular no que se refere ao efeito sinérgico entre a manutenção da fertilidade e a sanidade dos agroecossistemas (ALTIERI; NICHOLLS, 2003).

Estima-se que algo em torno de 20% da produção mundial de alimentos seja proveniente de policultivos e que a produtividade nesses sistemas seja 20% a 60% superior à das monoculturas (FRANCIS, 1986 apud ALTIERI, 2008). Esse maior rendimento físico vem sendo atribuído a perdas menores causadas por plantas espontâneas, doenças e insetos-praga, assim como pela manutenção de solos que sus-

⁶O *International Assessment of Agricultural, Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD)* contou com a contribuição de representantes de governos, do setor privado e da sociedade civil de países ricos e em desenvolvimento. Foi um empreendimento cofinanciado por organismos vinculados às Nações Unidas: FAO, Global of Environment Facility (GEF), Programa das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento (PNUD), United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco), World Health Organization (WHO) e pelo Banco Mundial. Mais informações sobre o IAASTD consultar o site: <http://www.agassessment.org>

tentam processos biológicos responsáveis pela transformação de recursos abióticos do agroecossistema (água, luz e nutrientes) em biomassa.

Regulação dos ciclos hidrológicos locais

O aumento da eficiência do uso da água, ou seja, do total de biomassa produzida por unidade de água disponível, é uma característica essencial para a construção de estilos de agricultura mais sustentáveis. O emprego intensivo da biodiversidade por meio do manejo conservacionista dos solos, os cultivos de cobertura, as variedades locais, os espaçamentos adensados e os sistemas agroflorestais estão entre as práticas que ajudam a regular os ciclos hidrológicos locais, ao favorecer a infiltração da água e a penetração profunda das raízes dos cultivos, ao reter maiores teores de umidade nos solos e ao reduzir as perdas por escoamento superficial e evaporação.

Pretty et al. (2006) realizaram extensivo levantamento sobre o incremento da eficiência do uso da água, tomando por base os dados de áreas agrícolas em diferentes níveis de transição agroecológica, sistematizados por 286 programas de desenvolvimento rural e conduzidos em 57 países. Corroborando resultados que já haviam identificado na literatura, estes autores constataram que a elevação da produtividade da água foi expressiva nos sistemas de sequeiro e moderada nos sistemas irrigados, o que indica o enorme potencial da perspectiva agroecológica para promover o aumento da produção alimentar, sem que para isso sejam necessários aportes de água aos agroecossistemas via irrigação intensiva.

Os resultados obtidos pelo levantamento podem ser explicados essencialmente pelo fato de que os agroecossistemas de base ecológica possuem maior resiliência hídrica, ou seja, possuem mecanismos eficientes de autorregulação dos seus ciclos hidrológicos. O desenvolvimento de agroecossistemas mais resilientes apresenta-se como um desafio crucial no contexto das mudanças climáticas globais, em que os

extremos climáticos devem-se acentuar aumentando os riscos agrícolas.

Estudo recente realizado pela Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA) no planalto norte de Santa Catarina demonstra que, mesmo em estádios iniciais de transição agroecológica, os agroecossistemas tornam-se mais resilientes ante os extremos climáticos. Os produtores de milho da região vivenciaram um período agrícola atípico, já que extremos climáticos opostos combinaram-se na mesma safra (excesso de chuvas no início e seca no final), resultando em uma quebra de produção estimada em 50%. Apesar das perdas generalizadas entre as famílias agricultoras, o estudo identificou que aquelas que haviam optado por manejos de base ecológica sentiram menos o impacto das irregularidades climáticas, quando comparadas com as que mantiveram sistemas convencionais, já que registraram uma perda média de apenas 20% da safra esperada. Vale ressaltar nesse caso que, além das diferenças relativas à produtividade física, os resultados econômicos dos dois tipos de sistema foram absolutamente contrastantes, uma vez que o custo de produção do sistema convencional foi quase dez vezes superior ao custo do sistema em transição agroecológica. Ao dependerem totalmente do aporte de insumos industriais para a reprodução técnica dos agroecossistemas, os produtores convencionais registraram um prejuízo equivalente a 2.690 kg/ha de milho, enquanto aqueles que ingressaram na trajetória de transição agroecológica obtiveram um saldo positivo de 3.470 kg/ha de milho (ALMEIDA et al., 2009).

Mitigação do efeito estufa

Ao se fundamentar no uso intensivo da biodiversidade como mediadora dos fluxos e ciclos naturais nos agroecossistemas, o enfoque agroecológico oferece uma dupla resposta ao desafio de mitigar o efeito estufa. De um lado, reduz a emissão dos GEEs pela agricultura a níveis consideravelmente mais baixos do que os atuais. Além de interromper drasticamente o ciclo de dependência de combustíveis fósseis,

os sistemas de base ecológica diminuem ou eliminam por completo o emprego de insumos industriais responsáveis pela emissão de GEEs ainda mais danosos que o CO₂, como o óxido nitroso.

Por outro lado, os agroecossistemas que incorporam práticas de base ecológica aumentam a contribuição da agricultura no sequestro de carbono atmosférico. Diferentes estimativas dessa contribuição adicional chegaram a valores entre 733 e 3.000 kg/ha de CO₂ por ano (FLIEBBACH et al., 2007; PIMENTEL et al., 2005 apud INTERNATIONAL COMMISSION ON THE FUTURE OF FOOD AND AGRICULTURE, 2006).

Diante da magnitude das alterações climáticas que já se vem anunciando, a atitude mais ingênua é insistir que as soluções serão encontradas por meio do progresso tecnológico, sem que os padrões de produção e consumo nas sociedades modernas sejam profundamente alterados. O enfoque agroecológico aplicado com sucesso em diferentes situações socioambientais do planeta aponta para um princípio fundamental para a reorientação dos sistemas agroalimentares: a realocação da produção, do comércio e do consumo dos alimentos.

Relocalizar significa reconciliar agroecossistemas e ecossistemas naturais por meio do emprego intensivo da biodiversidade. Mais biodiversidade representa mais carbono sequestrado da atmosfera por meio de processos naturais dependentes da energia solar. Na forma de biomassa, esse carbono cumpre funções essenciais ao subsidiar a fertilidade e manter a sanidade dos agroecossistemas, permitindo a eliminação de agroquímicos emissores de GEEs altamente nocivos. A biodiversidade funciona também como uma espécie de seguro natural diante da instabilidade climática, já que aumenta a resiliência dos agroecossistemas ante os extremos climáticos. Finalmente, os sistemas agrícolas biodiversificados proveem quantidade, qualidade e diversidade de alimentos para o abastecimento de populações das imediações. Dessa forma, torna-se possível

diminuir a necessidade das operações de processamento, embalagem, resfriamento e transporte, reduzindo assim a carga energética dos alimentos.

CONDIÇÕES PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Um dos principais aprendizados que vem do estudo da história da agricultura é que a superação de um padrão de organização técnica e econômica dos agroecossistemas por outro nunca ocorreu como resultado automático das novas descobertas tecnológicas. A adoção em larga escala das novidades técnicas costuma esbarrar em fortes obstáculos político-institucionais e culturais, mesmo quando já tenham comprovado capacidade de responder a profundos dilemas enfrentados pelas sociedades. Como explicar, por exemplo, que as inovações da primeira Revolução Agrícola, no final da Idade Média, tenham demorado quase três séculos para se disseminarem do Norte da Europa para a Península Ibérica e para a Itália, regiões então marcadas pela fome e pela pobreza extrema, embora demonstrassem capacidade de praticamente dobrar a produtividade física das lavouras e criações de forma sustentável. A explicação para tal retardo só pode ser encontrada no fato de que essas inovações não se ajustavam às estruturas agrária e social altamente desiguais que prevaleciam nos países da Europa Meridional (MAZOYER; ROUDART, 1997). Em outras palavras, as relações de poder na sociedade são definidoras da orientação do padrão tecnológico que esta opta por seguir.

Aplicando essa reflexão ao contexto atual, pode-se afirmar que a hegemonia mundial do modelo da agricultura industrial vem-se sustentando graças à obstinada resistência a transformações por parte da aliança de elites agrárias, agroindustriais e financeiras em torno do agronegócio e à sua influência decisiva sobre a concepção de legislações e políticas executadas nacional e internacionalmente. De fato, sem as regulamentações e subsídios estatais e de organismos multilaterais que criam as condições econômicas e institucionais necessárias para

sustentar a insustentabilidade do agronegócio, novos rumos para o desenvolvimento das agriculturas no mundo já teriam sido tomados em resposta aos críticos desafios socioambientais dos tempos atuais.

Apenas em 2002, os países da União Europeia gastaram 320 bilhões de dólares em subsídios à agricultura. Nos EUA, o gasto em subsídios em 1996 foi da ordem de 70 bilhões de dólares. Ainda que em ambos os casos esses aportes sejam destinados preferencialmente aos grandes produtores, é para as grandes corporações fornecedoras de insumos e equipamentos agrícolas e para o sistema financeiro que os recursos públicos acabam fluindo. O cenário no Brasil não é diferente. Muito embora se autoprouclame o setor mais rentável da economia brasileira, o agronegócio depende de créditos públicos da ordem de 100 bilhões de reais anuais para que possa gerar uma renda de 120 bilhões. Dessa forma, a poupança pública é mobilizada para sustentar uma economia de baixa rentabilidade que gera enormes custos ambientais e sociais não contabilizados nas estatísticas oficiais e que, além disso, transfere os riscos inerentes à sua atividade à sociedade.

Nessas condições, fica claro que a transição do modelo hegemônico de desenvolvimento rural para padrões, que se baseiam no princípio da sustentabilidade socioambiental e cultural, não se fará sem que a renitente força inercial do agronegócio seja superada no plano político. Uma estratégia voltada para impulsionar uma transição agroambiental desse nível de complexidade deveria orientar os investimentos públicos e as iniciativas da sociedade civil para o desenvolvimento de agriculturas produtivas, socialmente justas e que sejam dotadas de bases tecnológicas e práticas culturais que assegurem a reprodução da capacidade produtiva e preservem a integridade do meio ambiente local e globalmente.

Experiências concretas, que proliferaram em todas as regiões do mundo vêm demonstrando que a Agroecologia fornece as diretrizes para a emergência de padrões de desenvolvimento rural que compatibili-

zam esses objetivos, ao mesmo tempo em que restitui elevado grau de autonomia da agricultura em relação ao capital industrial e financeiro. Essas mesmas experiências evidenciam que, como enfoque científico, a Agroecologia possui vigência histórica, uma vez que oferece respostas consistentes à profunda crise socioambiental vivenciada nas civilizações contemporâneas.

Em que pesem as crescentes demonstrações nesse sentido, um conjunto de reformas interdependentes de natureza política, econômica e cultural faz-se necessário para que a perspectiva agroecológica torne-se operacional e dissemine-se nas instituições sociais. Um dos aspectos centrais a ser considerado nessas reformas é a necessidade de superação da dicotomia entre a Economia e a Ecologia, a qual orienta a concepção dos dispositivos institucionais de regulação pública do desenvolvimento. As políticas ambientais permanecem essencialmente voltadas para a preservação dos ecossistemas naturais, demonstrando pouco interesse pelos impactos ambientais dos agroecossistemas. Além disso, por estar mais centrada no conceito de preservação do que no de uso social dos recursos naturais, essa concepção termina por antepor o meio ambiente ao desenvolvimento. Já as políticas agrícolas continuam essencialmente mobilizadas em torno do objetivo de promover o crescimento da produtividade física e da rentabilidade econômica dos agroecossistemas no curto prazo, não incorporando qualquer preocupação com a reprodução das condições ecológicas para a manutenção da agricultura em longo prazo. O desencontro dessas perspectivas talvez explique por que, quando se aborda a problemática ambiental, frequentemente não se estabeleça uma relação imediata com a agricultura (ALMEIDA et al., 2001).

Cumpramos ressaltar também que a irradiação de agriculturas multifuncionais, realocadas e desindustrializadas não se processará sem que novos sistemas de gestão e planejamento suplantem o caráter fragmentário vigente nas políticas públicas. Entre outras condições, o avanço

nesse sentido requer a criação de espaços para a efetiva participação das comunidades e organizações sociais na gestão do desenvolvimento local, o que implica um processo correspondente de redistribuição de poder político-administrativo entre escalas geográficas das administrações públicas e entre setores sociais.

Está-se, portanto, diante de um complexo processo de aprendizagem coletiva que se desenvolve em um ambiente social que encerra profundos conflitos de concepção e de poder no seio das sociedades. Somente uma vontade coletiva forte, atuante e informada pelas experiências inovadoras em curso será capaz de reconciliar agricultura e natureza, criando condições concretas para que a humanidade enfrente os difíceis tempos que estão por vir.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. de; PETERSEN, P.; PEREIRA, F.J.P. da. Lidando com extremos climáticos: análise comparativa entre lavouras convencionais e em transição ecológica no Planalto Norte de Santa Catarina. **Agriculturas: experiências em agroecologia**. Resposta às mudanças climáticas, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p.28-33, abr. 2009. Disponível em: <<http://agriculturas.leisa.info/>>. Acesso em: set. 2009.
- ALMEIDA, S.G. de; PETERSEN, P.; CORDEIRO, A. **Crise socioambiental e conversão ecológica da agricultura brasileira**: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001. 121 p.
- ALTIERI, M. A. **Small farms as a planetary ecological asset**: five key reasons why we should support the revitalisation of small farms in the Global South. Penang, Malaysia: Third World Network, 2008. 24 p.
- _____. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n.1, p. 19-31, June 1999.
- _____; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 72, p. 203-211, 2003.
- BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO E.; ZAKEM, E.; CHAPPELL, M.J.; AVILÉS-VAZQUEZ, K.; SAMULON, A.; PERFECTO, I. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 22, n. 2, p.86-108, 2007.
- BELLARBY, J.; FOEREID, B.; HASTINGS, A.; SMITH, P. **Cool farming**: climate impacts of agriculture and mitigation potential. Amsterdam: Greenpeace International, 2008. 44p. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/cool-farming-full-report.pdf>>. Acesso em: set. 2009.
- BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec, 1987. 141p.
- COLBORN, T.; DUMNOSKI, D.; MYERS, J.P. **O futuro roubado**. Porto Alegre: L&PM, 1997.
- CONWAY, G.R.; PRETTY, J.N. **Unwelcome harvest**: agriculture and pollution. London: Earthscan, 1991. 645 p.
- COUPE, S.; LEWINS, R. **Negotiating the seed treaty**. Reino Unido: Rugby, UK: Practical Action, 2007. Disponível em: <<http://practicalactionpublishing.org/?id=negotiatingseed>>. Acesso em: set. 2009.
- DAILY, G.C. **Natures services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington: Island Press, 1997.
- FAO Report. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ORGANIC AGRICULTURE AND FOOD SECURITY, 2007, Rome. Rome: FAO, 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/012/J9918E.pdf>>. Acesso em: set. 2009.
- HEINEMANN, J.A. **A typology of the effects of (trans)gene flow on the conservation and sustainable use of genetic resources**. Rome: FAO, 2007.
- HORRIGAN, L.; LAWRENCE, R.S.; WALKER, P. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture. **Environmental Health Perspectives**, Baltimore, v. 110, n. 5, p. 445-456, May 2002.
- INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT. **Synthesis report**: a synthesis of the global and sub-global IAASTD Reports. Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.agassessment.org/>>. Acesso em: set. 2009.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON THE FUTURE OF FOOD AND AGRICULTURE. **Manifesto on the future of food**. Arslia, Itália, 2006. Disponível em: <<http://www.future-food.org/>>. Acesso em: set. 2008.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoires du agricultures**: du néolithique a la crise contemporaine. Paris: Seuil, 1997.
- MENTEN, J.O. Liderança em tecnologia fitossanitária. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, abr. 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Board on Agriculture. **Ecologically based pest management**: new solutions for a new century. Washington, 1996.
- OLDEMAN, L.R. The global extent of soil degradation. In: GREELAND, D.J.; SZALBOLCS, I. (Ed.). **Soil resilience and sustainable land use**. Wallingford: CAB International, 1994. p.99-118.
- PETERSEN, P. Editorial. **Agriculturas**: experiências em agroecologia. Manejo sadio dos solos, Rio de Janeiro, v.5, n.3, set. 2008. Disponível em: <<http://agricultura.leisa.info>>. Acesso em: set. 2009.
- PIMENTEL, D. Water resources: agriculture, the environment and society. **BioScience**, v.47, n.2, Feb. 1997.
- _____; WILSON, A. World population, agriculture, and malnutrition. **World Watch Magazine**, v. 17, n.5, Sept./Oct. 2004.
- PRETTY, J. N.; NOBLE, A.D.; BOSSIO, D.; DIXON, J.; HINE, R.E.; DE VRIES, F.W.T.P.; MORISON, J.I.L. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. **Environmental Science & Technology**, v.40, n.4, p.1114-1119, Feb. 2006.
- TORRES, F.; PIÑEIRO, M.; TRIGO, E.; MARTINEZ NOGUEIRA, R. Agriculture in the early XXI century: agrobiodiversity and pluralism as a contribution to address issues on food security, poverty and natural resource conservation-reflections on its nature and implications for global research. In: GLOBAL FORUM ON AGRICULTURAL RESEARCH, 2000, Dresden, Germany. **Conference...** Rome, [2000]. Disponível em: <<http://www.fao.org/docs/eims/upload/206156/gfar04.pdf>>. Acesso em: set. 2009.
- UNESCO. **Water for people water for life**: United Nations World Water Development Report. Paris, 2003. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>>. Acesso em: set. 2009.
- WHEALY, K. **Garden seed inventory**: an inventory of seed catalogs listing all non-hybrid vegetable seeds available in the United States and Canada. Iowa: Seed Savers Exchange, 2005.
- WORLD BANK. **World development report 2008**: agriculture for development. Washington, 2008.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Global biodiversity strategy**: guidelines for action to save, study and use the Earth's biotic wealth sustainably and equitably. Washington, 1992. Disponível em: <http://archive.wri.org/publication_detail.cfm?pubid=2550>. Acesso em: set. 2009.