

DO PRODUTIVISMO À CONSTRUÇÃO DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: DUAS ABORDAGENS PERTINENTES À QUESTÃO

*Olívio Alberto Teixeira*¹
*Vinícius Nobre Lages*²

RESUMO

Com a idéia de contribuir para a construção de um paradigma sustentável para a agricultura brasileira, acredita-se ser relevante começar com a demonstração dos limites da crise e das conseqüências do tão chamado modelo produtivista, para então apresentar e discutir dois enfoques da questão: por um lado, a construção da noção de agroecologia – seu aparecimento, os obstáculos, limites e as conseqüências na âmbito do desenvolvimento agrícola; por outro, a maneira de entender o desenvolvimento agrícola e rural e de incorporar a problemática do meio ambiente desenvolvido pelo Departamento de Sistemas Agrícolas–SAD, do Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica–INRA, na França, e da importância da análise sistêmica neste processo.

FROM PRODUCTIVISM TO THE CONSTRUCTION OF SUSTAINABLE AGRICULTURE: TWO APPROACHES RELATED TO THE QUESTION

ABSTRACT

With the idea of contributing to the construction of a sustainable paradigm for Brazilian agriculture, we believe it to be relevant, beginning with a demonstration of the limits of the crisis and of the consequences of the so-called productivist model, to present and discuss two approaches to the question: on the one hand, the construction of the notion of agroecology – its rise, obstacles, limits, and consequences in the comprehension of agricultural development; and on the other, the manner of understanding agricultural and rural development and of incorporating the environmental problematic developed by the Department of Agrarian Systems and Development–SAD, of the National Institute of Agronomic Research–INRA, in France, and of the importance of systemic analysis in the process.

¹ Professor, UFPB, Campina Grande, doutorando em Sociologia pela Université de Paris X.

² Professor, UFAL, Maceió, doutorando em Socioeconomia do Desenvolvimento pela E.H.E.S.S., Paris.

A CRISE DO MODELO PRODUTIVISTA E SUAS CONSEQÜÊNCIAS

Se se tentasse resumir numa idéia a compreensão do que significa o modelo produtivista de desenvolvimento agrícola, dir-se-ia que ele compreende todo o progresso engendrado no processo que convencionalmente tem sido chamado de Revolução Verde. Evidentemente, isso significou, por um lado, a implementação de uma série de inovações tecnológicas, no sentido de melhorar o desempenho da produtividade da agricultura (sementes geneticamente melhoradas, uso intensivo de insumos agroquímicos e desenvolvimento da mecanização e da irrigação) e, de outro, a inserção crescente da agricultura ao complexo agroindustrial, quer pela integração aos setores industriais produtores de insumos a montante, quer pela sua vinculação ao mercado transformador da produção agrícola a jusante.

É do conhecimento geral que, a partir dos anos 50, impulsionado pelo discurso alarmista da explosão demográfica e da ameaça de fome generalizada e suas conseqüências para a segurança alimentar dos países em desenvolvimento, o modelo produtivista recebeu grande apoio institucional. México, Filipinas, Sri Lanka e Índia, entre outros países, deram-lhe credibilidade inicial, multiplicando colheitas e criando o efeito difusor que tanto esperavam os seus idealizadores. Por outro lado, países europeus, que também haviam sofrido os efeitos perversos da privação de alimentos, notadamente no período das grandes guerras, já haviam desencadeado, em décadas precedentes, processos semelhantes de intensificação de sua agricultura, mudando radicalmente a face de suas regiões agrícolas.³

A crise ambiental provocada por este modelo, no entanto, não tardou a aparecer⁴. Deste ponto de vista, o paradigma produtivista na pesquisa agrônômica foi frontalmente criticado nos Estados Unidos, logo no final da década de 60, quando Rachel Carson publica "Primavera Silenciosa", obra que se tornou um clássico mundial da literatura sobre meio ambiente. O uso indiscriminado de agrotóxicos tornou-se, então, o primeiro argumento contra

³ Inúmeras são as fontes bibliográficas que relatam o desempenho do modelo produtivista neste período em várias regiões do mundo. No entanto, ressaltam-se, em função da clareza e lucidez de suas exposições, os seguintes autores: Servolin (1989); Gervais et al. (1977) e Hervieu (1994).

⁴ A aparição do relatório Brundtland pode ser considerada o momento oficial de alarme da insustentabilidade do modelo produtivista e de formulação oficial da noção de agricultura sustentável.

o modelo. Movimentos semelhantes de defesa ambiental multiplicaram-se em várias partes do mundo, e foi com a participação de importantes cientistas, principalmente agrônomos, e de movimentos da sociedade civil, que se construiu também no Brasil, durante meados da década de 70, uma crítica consistente aos seus impactos sobre o meio ambiente (Paschoal, 1995; Abramovay, 1991). Gradativamente, em seguida, começa-se a constatar que outros problemas existiam e passa-se a denunciar a degradação dos solos, a redução da biodiversidade e a destruição dos habitats.

São também conhecidas as repercussões negativas do modelo produtivista sobre a organização social e espacial do mundo rural (Graziano da Silva, 1982; Ribeiro Romeiro, 1988). Como regra de incorporação ao modelo, sem discutir a questão do acesso à terra e da implicação governamental na questão, constata-se o elevado volume de crédito agrícola despendido na aquisição do pacote de insumos e na modernização da produção pelos produtores. Inúmeros estudos já mostraram que grande quantidade de proprietários familiares, marginalizados neste processo, foram pouco a pouco se inviabilizando do ponto de vista de sua reprodução social, chegando mesmo a perder suas terras. Este fenômeno não foi observado apenas nos países em desenvolvimento, para os quais o discurso da Revolução Verde dirigia-se com maior atenção. Em linhas bem gerais, nos países da Europa e da América do Norte⁵, a agricultura camponesa, ou desapareceu completamente, se pensada como forma de produção que foi suplantada, ou transformou-se profundamente, somente podendo se viabilizar a partir de novos módulos mínimos de escala de produção⁶. Com ela desapareceram também o “savoir faire” camponês, uma certa maneira de viver, e até mesmo as belas paisagens agrícolas, tão impregnadas do trabalho humano através dos séculos. Não é por acaso que as imagens deste rural de outrora, símbolo de harmonia e tranqüilidade, emblematizado pela paisagem bucólica e pelo gosto do alimento feito artesanalmente, ressurgem tão fortemente no momento da crise atual por que passam países europeus, como a França, a Alemanha e a Inglaterra. Uma parte da sociedade urbana

⁵ Veja, especialmente, a segunda parte de Abramovay (1992).

⁶ Concordamos com Abramovay (1992: p.22), no sentido de afirmar que, “uma agricultura familiar, altamente integrada no mercado, capaz de incorporar os principais avanços técnicos e de responder às políticas governamentais, não pode ser, nem de longe, caracterizada como camponesa.”

destes países busca, neste rural idílico, elementos de resposta para a crise de valores que lhes aflige.⁷

Com o abandono do campo, as cidades cresceram rapidamente. Países como o Brasil, essencialmente rural na década de 40, chega a este final de século com mais de dois terços de sua população urbanizada. Ou, como prefere chamar Sachs (1995), desruralizada, vivendo em verdadeiro purgatório nas favelas e periferias das cidades, onde aguardam os privilégios de uma esperada urbanidade.⁸

Se for observado internamente, o produtivismo também sofre conseqüências de seu próprio sucesso. O custo da estocagem dos alimentos produzidos por este modelo é extremamente elevado, o que leva a União Européia, por exemplo, a impor cotas de produção por produtor e, de maneira geral, a redução da área cultivada⁹. Dado o volume de produtos, como cereais, leite, carne, entre outros, a agricultura produtivista vê-se obrigada, portanto, a reduzir seus estoques, quer por medidas de contenção orçamentária, quer pelos altos custos ambientais de seu modelo. Mesmo países populosos como a Índia, que enfrentaram fome massiva no passado, hoje administram estoques de cereais de cerca de 30 milhões de toneladas, que trazem também implicações econômicas negativas (Rao, 1994). Se, por um lado, estas reservas de grãos permitem ampliar a capacidade de resposta às crises alimentares decorrentes de frustrações de safras, isto não significa que toda a população esteja convenientemente alimentada (Berthelot, 1995). Resta o problema da solvabilidade, que independe da disponibilidade interna de alimentos, como bem se sabe.

Vê-se, portanto, que a crise do modelo produtivista tem múltiplas dimensões, repercutindo indistintamente em vários países. Seu desenvolvimento é paradoxal: aumento de produção e produtividade são articulados ao aumento da pobreza, da hipertrofia do urbano, da degradação

⁷ Veja L'Espace Rural, pesquisa exclusiva CSA/DATAR, Paris, 1995, e Le Monde, de 31/10/94, "L'état sans territoire."

⁸ Mesmo em estados da Amazônia brasileira, como Rondônia, que apresentam densidade populacional muito baixa (4,65 hab./km²), a taxa de urbanização já era de 58,2 % no Censo de 1991, com vários municípios superando a taxa de urbanização de 85% (Alvares-Afonso, 1992).

⁹ Atualmente, na França, 155 mil pecuaristas recebem subvenções para reduzir o rebanho, atingindo 5,25 milhões de hectares e consome em torno de US\$ 230 milhões. Dados de Bandarra, N.J., "Protection de l'espace et politiques agri-enviromentales", em **Revue du Marché Commun et de l'Union Européenne**. julho-agosto, n.380, p.444-449, 1994 (apud Abramovay, 1994).

ambiental e, em muitos casos, da redução da importância do setor primário no produto interno bruto de cada país.

Repensando o modelo

O padrão de desenvolvimento do mundo rural proporcionado pelo modelo produtivista trouxe consigo, como visto, uma série de conseqüências sociais, econômicas e ambientais. Para ajudar a pensar e a contribuir neste debate, no sentido da construção de padrões de sustentabilidade para a agricultura brasileira, julga-se pertinente apresentar e discutir duas abordagens da questão e, principalmente, da formulação da problemática de desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Este debate parece necessário de ser travado, na medida em que se encontra num momento em que as instituições de pesquisa estatais são colocadas em cheque pelo viés neoliberal das reformas do ajuste estrutural da economia brasileira. Vê-se, também, uma crise na formação agrônômica em busca de novos paradigmas. Neste modelo produtivista, o qual demandava a reprodução e aplicação de um saber mecanicista e reducionista e um sistema de pesquisa fortemente hierarquizado e centrado nos produtos agrícolas, depara-se com a necessidade de incorporar a complexidade do mundo biológico, das culturas tradicionais, da proteção ao meio ambiente e da diversidade agroecológica própria a um país continental, entre outras novas demandas sociais.

Estas duas formas de compreender a questão, que se discute em seguida, não são contraditórias entre si; pelo contrário, elas podem ser, e verdadeiramente o são, complementares como perspectivas científicas de análise. O objetivo neste momento, ao apresentar estas duas abordagens da questão, é principalmente didático e, por este motivo, são apresentadas em separado, tentando-se retomar seu nexos na conclusão.

A compreensão da agroecologia

Por um lado, gostar-se-ia de ressaltar a compreensão do que seja agricultura sustentável, que tem uma importante e histórica presença no debate em diversos países. O conceito de sustentabilidade agrícola converge nas preocupações do desenvolvimento sustentado (Bryant & Marois, 1995). Entre as distintas denominações desta nova agricultura, incluem-se: “low input”, biológica, biodinâmica, natural, ecológica, alternativa, orgânica, regenerativa e permacultura. Apesar de possuírem um denominador comum,

ou seja, o da redução dos impactos sociais e ecológicos próprios ao modelo produtivista, estes diferentes tipos de agricultura distinguem-se sutilmente entre si pelos fundamentos teóricos ou filosóficos que as idealizam (Bourguignon, 1989). No entanto, para os fundamentalistas do “clean or least polluted is beautiful”, muitos destes enfoques levam a uma radicalização entre o que é ‘natural’ ou não, na discussão dos insumos que devem entrar neste tipo de agricultura.

Da biologia deriva o conceito de sustentabilidade, que implica continuidade, permanência e práticas de gestão de recursos que promovam a reprodutibilidade da base de sustentação dos recursos dos agroecossistemas. Da máxima produção sustentável (“maximum sustainable yield”) derivou-se a máxima produção economicamente sustentável (“maximum economic yield”), obrigando a incorporação de viabilidade econômica ao uso de um determinado recurso natural. Por analogia, aplicou-se este conceito à agricultura, que presume formas de manejo de agroecossistemas que assegurem a proteção da base de recursos em que ela esta inserida. A conservação de solos, a utilização racional de agroquímicos, dos recursos hídricos, da proteção da biodiversidade, são práticas que caminham nesta direção. Há, sobretudo, uma preocupação com o longo prazo, com a viabilidade social, econômica e ecológica do sistema agrícola, numa solidariedade sincrônica com a sociedade presente e diacrônica com as gerações futuras, como discute Sachs (1986).

O conceito central encontrado nesta abordagem é de ecossistema¹⁰. Fundamentalmente, trata-se, nesta análise, de estabelecer uma analogia dos agroecossistemas aos ecossistemas, estudando-se suas funções, estruturas e propriedades. Esta modelização através de um modelo abstrato que mimetiza os fenômenos do mundo real tenta, assim, ajudar a compreender o funcionamento e a estrutura dos sistemas agrícolas.

Agroecossistema é definido aqui como um sistema ecológico, sócio-econômico e cultural, inclusive a forma como os agricultores tratam as plantas e/ou animais para obter a produção de alimentos, de fibras ou de outros produtos agrícolas.

Conway (1985) define sistema como um conjunto de elementos inscritos num certo limite, de forma que estes elementos possuem relações entre eles,

¹⁰ Foi Odum (1953) quem recuperou o conceito de ecossistema há mais de quarenta anos e o aplicou aos estudos dos sistemas ecológicos. No entanto, o conceito de ecossistema é geralmente atribuído a Tansley (1935), mesmo se ele já estava citado na literatura russa e alemã.

mas relações limitadas com outros conjuntos de elementos vizinhos. O resultado deste conjunto de relações funcionais, no que se pode considerar como um sistema, é a tendência a reagir como um todo, mesmo se um estímulo é aplicado a um só de seus elementos.

Todos os ecossistemas são considerados como sistemas mais ou menos abertos, que trocam energia e matéria com o meio biótico e abiótico que os envolvem. A grande diferença entre os ecossistemas naturais e os agroecossistemas é que estes últimos são geridos para ser muito abertos¹¹. A exportação, a retirada da produção de biomassa no momento da colheita, é o objetivo principal de um agroecossistema. Para otimizar esta produção, é imperativo que os agricultores intervenham, direcionando a sucessão ecológica.

A ecologia dispõe de um conjunto de metodologias para medir as características de um ecossistema, quantificando o ciclo de nutrientes e os fluxos de energia e de água, a dinâmica da população dos insetos, a interação entre as espécies e as modificações de seu habitat. Este conjunto de princípios e de conceitos também pode ser utilizado para estudar a estrutura e as funções dos agroecossistemas. Medidas podem ser feitas para quantificar os insumos energéticos (energia solar, o trabalho humano e animal, a quantidade de energia fóssil sob a forma de combustível utilizada pelas máquinas agrícolas, etc.), além dos produtos do agroecossistema sob a forma de biomassa total ou de produto agrícola.¹²

Odum (1984) empregou o ciclo de energia como um conceito federativo no estudo da dinâmica dos ecossistemas. As leis da termodinâmica são, de certa forma, aplicadas também às comunidades biológicas e à sociedade humana, numa transição da lógica dos estudos físicos e biológicos (Pimentel, 1980; Moulik, 1988).¹³

¹¹ É difícil de estabelecer uma distinção clara entre um ecossistema natural e um outro artificial. A maior parte dos ecossistemas considerados como naturais, sobretudo na zona temperada – lagos, rios, florestas –, é também gerido ou é submetido a um tal grau de interferência humana que esta distinção entre natural e artificial não tem sentido.

¹² É extremamente interessante a aplicação deste procedimento – a ‘análise agroenergética’ –, para usar os termos dos próprios autores, em diversos agroecossistemas na Flórida, na Suíça e no Japão feita por Pillet & Odum (1994).

¹³ A compreensão do conceito de ecossistema e de sua aplicação nos agroecossistemas é fundada nas leis da termodinâmica. O princípio daquilo que se chama de ‘leis da entropia’ estabelece que nenhum processo que inclua a transformação da energia pode se realizar espontaneamente. Como consequência da degradação de uma parte da energia acumulada sob sua forma concentrada em direção a uma forma dispersa, nenhum trabalho útil não é

Gliessman (1990) procurou demonstrar a importância da agroecologia, de seus conceitos e princípios ecológicos, afirmando que os mesmos permitem uma abordagem holística da agricultura. Desta forma é possível determinar: a) o grau de sustentabilidade de uma certa prática agrícola, o uso de um insumo qualquer (produtos agroquímicos) ou uma forma de gestão do sistema; b) as bases ecológicas de funcionamento, no longo prazo, de uma estratégia de gestão escolhida; e c) a articulação deste conhecimento da sustentabilidade ecológica com as questões sociais, políticas, culturais e econômicas na agricultura e no espaço rural.

Analisando-se o funcionamento de um agroecossistema em perspectiva histórica é possível escolher um leque de práticas agrícolas mais adaptadas ao conceito de sustentabilidade. O estudo dos problemas relativos à adoção destas práticas permite, através de um processo de modelização, a compreensão de seu funcionamento, facilitando o “design”, o teste e a avaliação de um agroecossistema considerado sustentável.

Esta abordagem, que toma em consideração a perspectiva histórica do desenvolvimento da agricultura, pode ajudar a compreender as bases ecológicas da seleção de práticas agrícolas mais adaptadas do ponto de vista da sustentabilidade, como demonstram Hart (1984), Altieri (1989) e Sauget (1994). Entretanto, a abordagem agroecológica é mais que a simples aplicação da ecologia à agricultura. Ela considera também a perspectiva sócio-cultural, na medida em que ela se amplia para incluir o homem e seus impactos no ambiente onde se desenvolve a agricultura (Lages, 1988).

Os agroecossistemas desenvolvem-se como o resultado de uma co-evolução entre a cultura e a base de recursos através de um processo de tentativas, de erros e de aprendizagem cultural, de forma que a manutenção de alguns, em detrimento de outros, é tributária das relações entre agricultor, ambiente e sistemas agrícolas. É certamente aí que reside a riqueza desta abordagem, que aproximou a ecologia das ciências sociais, como nos lembram Altieri (1989) e CGIAR (1994), acentuando o fato de que, devido ao diálogo que se estabelece, principalmente entre a agronomia, a geografia, a economia, a sociologia, a antropologia e a etnologia, o agricultor é visto enquanto sujeito.

mais capaz de ser realizado – trata-se do estado da ‘entropia’ ou da ‘desordem’. Esta ‘entropia’ é uma espécie de taxa que é preciso pagar para realizar um trabalho, e nenhum processo é 100% eficaz.

Para caracterizar esta abordagem, passa-se a discutir, em primeiro lugar, a análise do desempenho dos agroecossistemas do ponto de vista de suas propriedades intrínsecas, para, em seguida, apresentar o conjunto de seus determinantes e, por fim, os processos ecológicos que lhes são associados.

a) propriedades

Segundo Conway (1987) e Altieri (1989), o desempenho de um agroecossistema pode ser analisado tomando-se em consideração as seguintes propriedades: produtividade, estabilidade, sustentabilidade e equidade. As três primeiras são correspondentes às propriedades dos ecossistemas naturais, enquanto a equidade (social) não teria nenhuma equivalência com estes sistemas.

A produtividade de um agroecossistema é definida por estes autores como a produção de um item agrícola qualquer por unidade de recurso. Isto é, ela pode ser medida quanto a peso, folhas, litros de leite por superfície (m^2 , área, hectare, etc.), podendo-se converter estes valores em equivalente energético (kcal, kJ), monetário ou em valor nutritivo (amido, proteínas, vitaminas, etc.) por unidade de superfície empregada na sua produção.

Suas medidas servem para avaliar o desempenho de um agroecossistema vis-à-vis a outro. Entretanto, é preciso fazê-lo sempre em relação à quantidade de insumos que foi empregada na produção. No caso de regiões semi-áridas ou áridas, por exemplo, a relação entre a quantidade de água (m^3) utilizada na produção de uma tonelada de grãos é um dado fundamental, já que este recurso é considerado como limitante para o desenvolvimento da agricultura. Desde a crise decorrente do choque do petróleo no início dos anos 70, a agricultura também vem sendo submetida à análise de seu balanço energético, obrigando-se à reflexão de modelos alternativos menos consumidores de energia fóssil.

Quanto aos três conceitos fundamentais, a estabilidade, em primeiro lugar, é definida como a regularidade da produtividade em face das pequenas perturbações, como as mudanças climáticas ou as flutuações do mercado. Ou seja, a estabilidade pode ser expressa em um coeficiente de variação da produtividade numa série temporal, indicando uma tendência à alta ou à baixa. A sustentabilidade, por sua vez, é definida como a capacidade de um agroecossistema de manter a produtividade quando este está submetido a perturbações maiores. O ataque de pragas e doenças e os efeitos decorrentes de secas e inundações estão entre estas perturbações. No que concerne à terceira propriedade, a equidade, ela é definida como a

igualdade de distribuição de uma produção entre a população, quer seja medida em relação à fazenda, ao povoado, a uma região ou a um país.

b) Determinantes

Cada região no mundo, ou dentro de um determinado país, tem um conjunto de agroecossistemas que resulta de variações locais de processos históricos de co-evolução entre as sociedades rurais, sua cultura e as diferenciações no meio físico e biótico. Fatores político-institucionais têm também um papel importante neste contexto.

Para compreender o funcionamento de um agroecossistema é preciso ter claro que as decisões de “design” e controle são cíclicas, ou seja, variam conforme o andamento da cultura e dependem de um conjunto de fatores que se articulam. As decisões relativas ao “design” do agroecossistema, quer dizer, as espécies a serem cultivadas e seus arranjos espaciais, são tomadas ainda na fase de implantação do sistema, enquanto as decisões de controle e as práticas culturais são tomadas de forma contínua, durante as fases da cultura, seguindo as estações do ano ou as alterações decorrentes de mudanças climáticas, por exemplo.

Quanto mais complexo é um agroecossistema em seus arranjos espaciais, em suas práticas culturais e no número de espécies cultivadas, mais difícil se torna a identificação ou a explicação precisa da tomada de certas decisões por parte do agricultor. Esta dificuldade é ainda maior quando se trata da pequena produção familiar, que nem sempre segue uma racionalidade econômica esperada.

Outro aspecto relevante é a identificação de fatores determinantes ou condicionantes de certas decisões de “design” e controle. Hart (1984) aponta que as decisões de “design” e controle dos agroecossistemas são tomadas com base nos seguintes tipos de determinantes: i) meio ambiente: alguns são relativamente estáticos, como as propriedades físicas do solo, sua fertilidade, a topografia do terreno, a radiação solar, enquanto outros são imprevisíveis, como a pluviosidade, a temperatura, a ocorrência de pragas e doenças; ii) recursos agrícolas: estes fatores incluem a disponibilidade de terra e seu parcelamento, disponibilidade de mão-de-obra, de capital, capacidade gerencial, insumos e energia; iii) objetivos da própria família do agricultor: quando e para quem vender a produção, que parte da produção vai está voltada para o autoconsumo, etc.; iv) outros agroecossistemas: a existência de outras culturas vizinhas à área cultivada pode determinar o grau de integração entre os dois sistemas, quer pela utilização de resíduos e restos culturais, quer pela presença de animais para aproveitamento de seu

estrupe ou força de tração, etc.; v) do próprio agroecossistema: a experiência de cultivo de uma determinada cultura pode ser também fonte de informação importante para as decisões de “design” e práticas agrícolas do agroecossistema a ser implantado.

Os fatores ambientais, quer do meio físico, quer do meio biótico, têm grande influência no desenvolvimento da agricultura. No entanto, a partir de processos de hibridação e de produção de novas cultivares pela engenharia genética ou biologia molecular, já é possível autonomizar significativamente as novas variedades usadas na agricultura em relação a estes fatores.

c) Processos ecológicos que se associam na análise

Na condução de suas culturas os agricultores manipulam os recursos existentes num agroecossistema, como o solo, a água, além de introduzir os insumos que podem afetar alguns processos ecológicos. Altieri (1989) aponta os seguintes processos ecológicos que apresentam relação com o desenvolvimento dos agroecossistemas:

i) processos biogeoquímicos: os principais insumos biogeoquímicos num agroecossistema são os nutrientes liberados pelo solo, a fixação atmosférica de nitrogênio por plantas leguminosas, a fixação não simbiótica de nitrogênio, os nutrientes introduzidos pela água de chuva ou de drenagem de áreas adjacentes, os fertilizantes sintéticos ou estrume animal e produtos fitossanitários. No caso dos agroecossistemas que incluem a criação de animais, entram também os alimentos e medicamentos ou outros insumos introduzidos em seu manejo. A compreensão dos ciclos biogeoquímicos, portanto, é fundamental para o manejo sustentado dos agroecossistemas. A reciclagem dos nutrientes chega mesmo a ser um elemento-chave que diferencia as agriculturas familiares com base na policultura. Como produto do sistema, têm-se a colheita ou os animais e seus produtos (leite, lã, etc.), além das perdas de nutrientes provocadas pelos processos erosivos e de lixiviação, a denitrificação e volatilização do nitrogênio, ou a exportação da matéria orgânica em forma de estrume;

ii) processos hidrológicos: a água, além de sua importância nos processos fisiológicos das plantas cultivadas e dos animais, interfere também na lixiviação de nutrientes e na erosão dos solos. Ela entra no agroecossistema sob a forma de irrigação ou precipitação, mas também pela drenagem superficial de áreas adjacentes. O balanço hídrico, que indica a disponibilidade de água para uma cultura, é um fator importante na condução de uma certa cultura. As práticas agrícolas, as condições do solo e da vegetação afetam os fatores que interferem no balanço hídrico;

iii) processos de regulação biótica: num agroecossistema, o controle da sucessão ecológica (eliminação de plantas invasoras, por exemplo) e a proteção contra ataques de pragas e doenças demandam grande esforço dos agricultores. Várias são as práticas adotadas para este fins, que por sua vez dependem muito da disponibilidade de conhecimento sobre os mecanismos de controle, da existência de recursos técnicos e financeiros para sua execução. Geralmente, utilizam-se práticas como a rotação de cultura ou a introdução de uma espécie hospedeira para atrair os insetos, o controle químico através de produtos fitossanitários ou herbicidas, ou controle biológico por meio da utilização de inimigos naturais das pragas e doenças.

As práticas culturais, como a introdução de insumos químicos, interferem significativamente nos processos bióticos do agroecossistema, quer por alterarem a dinâmica populacional de uma determinada espécie, quer por deixarem resíduos químicos no solo, contaminando a água, a biocenose e os próprios produtos agrícolas. Os insumos introduzidos nos agroecossistemas sob a forma de fertilizantes ou produtos fitossanitários podem reduzir significativamente a diversidade biológica de um agroecossistema. No caso dos agroecossistemas em que se pratica a monocultura e a utilização destes produtos é intensa, geralmente a biodiversidade é reduzida, as estruturas tróficas simplificam-se, e muitos nichos são deixados inocupados (Gliessman, 1990). O risco de ataques de pragas e doenças é alto, além de demandar um esforço de controle continuado pelos agricultores, ampliando os custos de produção;

iv) processos energéticos: por intermédio da insolação, a energia entra num agroecossistema e transforma-se através da fotossíntese, acumulando-se na biomassa. Outras formas de energia incluem o conteúdo energético dos insumos (fertilizantes, produtos fitossanitários, energia humana e animal, combustíveis fósseis usados pelas máquinas, etc.). O fluxo energético nos agroecossistemas é significativamente alterado pela interferência humana por meio das práticas culturais. Uma parte da energia é exportada no momento da colheita, ao invés de ser acumulada na biomassa, como nos ecossistemas sem interferência.

A compreensão do sistema agrário

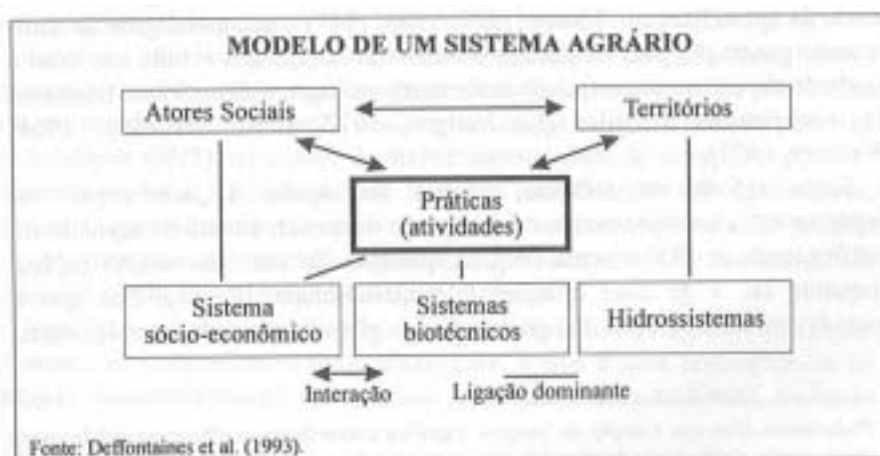
A segunda forma de compreender o desenvolvimento agrícola e rural que se salienta é expressa na criação e no desenvolvimento do departamento Systèmes Agraires et Développement–SAD, do INRA, para o qual chamamos a atenção da organização da pesquisa agrícola brasileira como

Do produtivismo à construção da agricultura sustentável:

uma importante experiência a ser estudada, no sentido de pensar a formulação de políticas de pesquisa da agricultura sustentável.

A partir de 1979 consubstanciou-se no seio do INRA a criação do departamento SAD, fruto de um conjunto de elementos históricos e científicos de uma equipe de pesquisa desta instituição, envolvendo mais de cinquenta pesquisadores. Certamente, não se pretende ser exaustivo na descrição deste rico processo que resultou na fundação do departamento, e na sua própria gestação. A finalidade deste texto é apenas ressaltar algumas noções fundadoras de sua abordagem, discutindo como esta se articula na análise e no desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

A originalidade do SAD reside principalmente na problemática e na metodologia de pesquisa utilizada, notadamente a análise sistêmica. Sua própria denominação expressa esta fundamentação metodológica. O termo sistema agrário significa, em particular, a interação entre um sistema bioecológico, representado pelo meio natural, e um sistema sócio-cultural, visto através dos estudos das práticas sociais de intervenção neste meio. A figura reproduzida a seguir ilustra esquematicamente esta compreensão de sistema agrário.



De fato, a ciência agrônoma, tradicionalmente, sempre se interessou pelos estudos na escala da parcela e de uma cultura agrícola¹⁴. A noção de

¹⁴ Poderíamos dizer que a noção de 'parcela' significa a área de uma cultura, entendida como uma porção do território da propriedade que é ocupada pela mesma cultura e submetida a uma série de intervenções técnicas pelas práticas dos agricultores.

sistemas de culturas decorre diretamente desta perspectiva de estudo, mas deve ser vista como uma ampliação do enfoque da própria ciência agrônômica. Ela inclui duas outras noções de base da agronomia: a rotação de culturas (a sucessão no tempo e na mesma parcela) e de fixação e organização num espaço (a parcela agrícola), mas também a incorporação do estudo dos fatos técnicos (práticas e maneiras de condução do agroecossistema). O desenvolvimento da noção de itinerário técnico (Sebillote, 1978; Gras et al., 1989) constitui-se num fio condutor da pesquisa sobre a interação dos diferentes 'subsistemas' presentes na análise do desenvolvimento da agricultura. É interessante ressaltar que esta forma de ver a atividade agrícola, como sistemas de culturas, aparece como uma parte de um outro sistema maior, o sistema de produção. A técnica não é mais considerada somente como um, entre outros fatores de produção, mas igualmente um resultado, um produto da articulação de uma escolha individual dentro de uma dimensão mais abrangente do contexto sócio-cultural (Deffontaines, 1992).

Do ponto de vista do suporte teórico que fundamenta as análises do SAD, pode-se tomar como representativo desta questão a obra coletiva (Brossier et al., 1990) que afirma um triplo enraizamento epistemológico do SAD: Simon (1981) e sua teoria da decisão ótima e da racionalidade procedural; Piaget (1967) e sua epistemologia construtivista portadora da teoria da aprendizagem; Morin (1977, 1980, 1987) e seu paradigma da auto-ecorreorganização para modelizar os sistemas complexos – tudo isto com a ajuda de diversos outros trabalhos de epistemólogos e de teóricos franceses da modelização sistêmica (Le Moigne, 1977, 1990; Bertangly, 1968; Walisser, 1977).

Estas referências teóricas servem de apoio à intervenção do departamento, concretamente, no campo do desenvolvimento da agricultura, confrontando-o efetivamente com as questões de sua intervenção (ação), enquanto tal, e de suas relações interinstitucionais. Isto significa que a tomada em consideração dos postulados na globalidade e da complexidade, no interior da análise, engendram, necessariamente, a integração dos atores sociais e de suas decisões quanto às representações sistêmicas.

Atualmente, se se tentasse resumir os objetivos das pesquisas do SAD, dir-se-ia junto com Vissac et al. (1992) que elas se concentram numa tentativa de contribuir para o conhecimento das atividades humanas por intermédio do estudo das inter-relações entre os processos ecológicos, biotécnicos e sociais que concertem particularmente a agricultura e o mundo

rural (finalidades e organização das atividades; concepção e tomada de decisões; desenvolvimento, conteúdo e conseqüências dos atos produtivos).

Enfim, tem-se a impressão de que, considerando a experiência de mais de dez anos do SAD se confrontando com esta questão, os elementos de perspectiva de desenvolvimento que para ele se colocam podem ser interpretados como reveladores de um conjunto de problemáticas a ser considerado na construção de um modelo de pesquisa que intervenha na interface dos sistemas naturais e sociais, como é o caso do paradigma da agricultura sustentável. Estes elementos apresentados em Bonnemaire (1993) são os seguintes:

- a) melhor compreender a ‘demanda social’, o que significa acentuar a atuação *in situ*, tirando os experimentos dos laboratórios e das parcelas experimentais e se alimentando da ação direta junto aos agricultores;¹⁵
- b) articular-se com as pesquisas mais analíticas. Na medida em que o SAD se constitui num departamento pluridisciplinar, o problema de linguagem, conceitos e métodos empregados torna-se elementos centrais no sucesso do esforço coletivo de pesquisa e de intervenção social;
- c) tomar em consideração a multiplicidade de funções da agricultura, isto é, superar a visão da cultura meramente nos marcos de suas funções produtivas e compreendê-la numa função social mais ampla ou, para usar as palavras de Sebillotte (1993), no quadro da multifuncionalidade do espaço rural;
- d) compreender e instrumentalizar as novas qualificações dos agricultores, que se tornam-se cada vez mais complexas, em conseqüência da própria complexificação da atividade agrícola, superando a visão tradicional da extensão rural e da integração dos agricultores;
- e) identificar as redes de relações em que se inserem os agricultores, num contexto sócio-econômico mais abrangente, o que é uma conseqüência do próprio desenvolvimento da interface agricultura/meio ambiente, trazendo para a discussão do modelo agrícola novos atores sociais não necessariamente baseados no campo;
- f) considerar a atividade agrícola também como gerenciadora do meio ambiente, na medida em que os agricultores não são mais os únicos a fazer face ao espaço rural e com interesses no tipo de seu desenvolvimento a adotar. A emergência da questão da proteção e gestão do meio ambiente rural, da proteção das paisagens, que se caracterizam pela interferência de

¹⁵ Efetivamente, a discussão do modelo de pesquisa-ação proposta pelo SAD ultrapassaria nossas proposições neste texto.

processos sociais, de um lado, e naturais, de outro, evidencia novas formas de coordenação social e a incorporação de novos atores para discutir esta questão.

Para concluir esta apresentação da abordagem de systemes agraires, o qual, sem dúvida, pode se constituir numa pesquisa organizada e moderna¹⁶ sobre os diferentes ‘sistemas agrários’ e seus componentes, e, neste sentido, trazer para a pesquisa agrônômica uma nova direção de orientação e mesmo de valorização da pesquisa de uma agricultura sustentável, deve-se salientar seu lugar no futuro das pesquisas do Instituto (INRA) como um todo. Em primeiro lugar, o aprofundamento das pesquisas das ciências humanas e sociais, notadamente pelos problemas colocados pelo conjunto de atores sociais em interação. Em seguida, a fim de melhor captar os novos obstáculos da produção agrícola, da agroindústria e da gestão do espaço rural, assim como da sua intensidade e/ou da sua instabilidade, os esforços devem se concentrar nas ‘ciências do contexto’ (exemplo: abordagem dos sistemas de produção centrados principalmente nos atores, em vez de nos produtos). E, finalmente, para conseguir construir uma abordagem mais operacional, trata-se de solicitar o concurso das ‘ciências da integração’, que podem ser caracterizadas pelas ciências do espaço, dos recursos naturais e do estudo de ‘itinerários técnicos’ e de sistemas produtivos pilotados mais flexíveis, para responder ao duplo desafio da agricultura nesta virada de século: um ótimo desempenho de produtividade, associada ao respeito ao meio ambiente (INRA, 1993).

Questões para debate

Uma das questões que decorrem da crítica a um determinado paradigma, sobretudo institucional e tecnológico, é a existência ou não de alternativas. No caso do produtivismo, parece evidente que o debate sobre a sustentabilidade do desenvolvimento agrícola e rural aponta saídas para a crise que este produziu.

Do ponto de vista meramente tecnológico, as respostas dadas tanto pela pesquisa agrônômica, quanto pelas práticas tradicionais, ou referendadas pelos movimentos da agricultura ‘alternativa’, são exemplificativas destas soluções (sobretudo na racionalização do uso de insumos e na proteção do meio ambiente). Ainda que marginal frente ao “establishment” da pesquisa

¹⁶ Somos conscientes da dubiedade que pode ocorrer na utilização do termo ‘moderno’. Ver, a respeito, Latour (1994).

oficial, a agricultura sustentável vem ganhando cada vez mais espaço, e consolida-se como paradigma viável, inclusive do ponto de vista sócio-econômico.

Do manejo mais racional de solos, água e dos recursos da biodiversidade, da economia de energia, da melhor integração entre agricultura e pecuária, surge um modelo de agricultura que se aproxima da sustentabilidade desejável. Acredita-se, no entanto, que mesmo esta agricultura, que se apresenta sustentável do ponto de vista agroecológico, pode não necessariamente ser sustentável do ponto de vista social. Nem sempre “clean or least polluted is beautiful” quer dizer que, por ser menos poluidora, ela não é necessariamente sustentável socialmente. Pode estar atrelada aos mesmos mecanismos de reprodução da marginalização social da pequena produção ou da mão-de-obra assalariada e sem terra, e desta forma ser socialmente tão perversa quanto as práticas do produtivismo.

Para discutir estas questões sobre equidade social, justiça social ou sobre a dimensão cultural deste paradigma da sustentabilidade, crê-se que está mais do que claro que a ciência agrônoma, sozinha, não é capaz de dar respostas adequadas. Neste contexto, inscreve-se a necessidade de um diálogo entre disciplinas, permitindo a análise mais ampla de suas implicações. O debate sobre a interdisciplinaridade, seja do seu ponto de vista epistemológico ou de encaminhamento prático do problema, parece extremamente pertinente e frutífero, trazendo elementos para esta busca da sustentabilidade na agricultura, como nas abordagens que se apresentam (Teixeira, 1995).

É preciso, contudo, ir além da ecologia aplicada e, como nos ensina a abordagem do SAD-INRA, compreender melhor a agricultura como um sistema, seu funcionamento e estruturas, e a manejar de forma mais sustentável seus diferentes (sub) agroecossistemas. É preciso também ir além das porteiras das propriedades, discutindo o que Dahlberg (1993, 1994) chama de “food systems”, ou seja, toda a cadeia de produção de alimentos e seu beneficiamento, armazenamento, transporte e consumo. Para que uma agricultura avance na direção da sustentabilidade, é preciso buscar alternativas não apenas na própria agricultura, mas também em outros setores da economia. As transformações na agricultura devem ocorrer paralelamente às transformações nos sistemas de transporte, energia, armazenamento, educação e saúde, de forma a reorientar o desenvolvimento rural e agrícola como um todo, articulando-o intersetorialmente. Só desta forma, acredita Dahlberg (1991), estar-se-ia de fato integrando toda a

complexidade que envolve a sustentabilidade do desenvolvimento agrícola e rural. Não faz sentido discutir sustentabilidade agrícola somente no que diz respeito aos agroecossistemas, pois é na cadeia da produção até o consumo que muitas vezes estão os maiores problemas, quer de ordem puramente ecológica, quer dos seus limites de viabilidade econômica e social. Portanto, não parece sensato discutir sustentabilidade agrícola somente do ponto de vista de sua produção no espaço rural. Mais do que nunca, precisa-se hoje repensar as articulações do rural com o urbano, do agrícola com o industrial, de forma a fazer emergir novas configurações espaciais. A exclusão social e a hipertrofia urbana em países como o Brasil parecem questões extremamente complexas para serem pensadas somente a partir de respostas esperadas pelo crescimento econômico e pelo planejamento urbano. Sustentabilidade agrícola e rural, do ponto de vista social, neste caso, deve ser pensada também como resposta à crise em que se vive, auxiliando no combate à exclusão e à marginalização social engendradas pelo modelo econômico vigente. Acredita-se que, no Brasil, onde a hipertrofia do urbano tem repercussões no conjunto da sociedade, a agricultura familiar em bases sustentadas pode e deve desempenhar um papel na solução destes problemas. Para isto, o debate ‘menos Estado ou mais Estado’ deveria ser recolocado em função de ‘qual Estado, para qual desenvolvimento?’, como nos aponta Sachs (1996), em que as políticas públicas têm importante papel a desempenhar.

O objetivo, portanto, ao discutir as contribuições destes dois enfoques, foi de colaborar na proposição de novos paradigmas para a agricultura brasileira e, particularmente, para a agricultura familiar, em bases agroecológicas e sócio-econômicas sustentáveis. Os sinais vindo do campo no Brasil de hoje indicam que a questão agrária não é uma questão do passado, e que a agricultura familiar ainda pode desempenhar um importante papel no combate à fome e à pobreza dos milhões de excluídos da sociedade brasileira, através de sua inserção na cadeia produtiva. Acredita-se, sobretudo, que a prioridade de um esforço de políticas públicas de apoio à agricultura familiar sustentável, no caso brasileiro, deva ocorrer como estratégia central de desenvolvimento, e não como parte das políticas sociais compensatórias do ajuste estrutural vigente.

A emergência de programas como o PRONAF (1995) e a discussão provocada pelo documento FAO/INCRA(1994) indicam respostas nesta direção. A leitura de experiências de outros países que apresentem especificidades com o caso brasileiro poderia e deveria também ser

Do produtivismo à construção da agricultura sustentável:

incentivada¹⁷. Neste sentido, aposta-se na ampliação de fóruns de debate desta questão dentro das estruturas da pesquisa voltada para a agricultura brasileira, como a recente edição de 'Agricultura Sustentável' e a reestruturação dos 'Cadernos de Ciência & Tecnologia', da EMBRAPA, que fornecem um belo exemplo.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Hucitec/ANPOCS/Ed. Unicamp, 1992.
- ABRAMOVAY, R. A dualização como caminho para a agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, n.24, 1994.
- ALTIERI, M.A. Agroecology; a new research and development paradigm for world agriculture. **Agriculture, ecosystems and environment**, Amsterdam, n.27, p.37-46, 1989.
- ALVARES-AFONSO, F.M. Rondônia; ocupação, crescimento e organização agrária. In: I ENCONTRO Internacional sobre Alternativas para a Agricultura Itinerante, Porto Velho, 1992.
- BERTHELOT, J. La mondialisation et la faim. **Défis-Sud**, n.20, décembre, 1995.
- BONNEMAIRE, J. Une expérience française de création d'une structure de recherche sur les systèmes agraires et le développement. In: FIRST European Convention on Farming System Research/Extension, Edinburgh, 1993.
- BRYANT, C.R.; MAROIS, C. (Eds.). **The sustainability of rural systems**. Montréal: Université de Montréal-Département de Géographie, 1955.
- BROSSIER, J. et al. **Modélisation systémique et système agraire**; décision et organisation. Paris: Editions INRA, 1990.
- BOURGUIGNON, C. **Le sol, la terre et les champs de l'agronomie à l'agroécologie**. Paris: La Manufacture, 1989.
- CGIAR. Sustainable agriculture for a world food security; a vision for international agricultural research. In: CONWAY, G. **The Consultative Group on International Agricultural Research**. Stockholm: CGIAR, 1994.

¹⁷ Ver Swaminathan (1995) e ICPF (1994), em que a criação de empregos no campo, quer agrícolas ou não agrícolas, é a base das estratégias dos projetos de "biovillages" na Índia.

- CONWAY, G.R. The properties of agroecosystems. **Agricultural Systems**, v.24, n.2, p.95-177, 1987.
- CONWAY, G.R. Agroecosystems analysis. **Agricultural Administration**, n.20, p.31-35, 1985.
- CSA/DATAR. **L'espace rurale**; sondage exclusif. Paris: 1994. Mimeo.
- DAHLGERG, K.A. Sustainable agriculture; fad or harbinger? **BioScience**, v.41, n.5, p.337-340, 1991.
- DAHLBERG, K.A. Regenerative food systems; broadening the scope and agenda of sustainability. In: ALLEN, P. (Ed.). **Food for the future**; conditions and contradictions of sustainability. New York: John Wiley, 1993. p.74-102.
- DAHLBERG, K.A. A transition from agriculture to regenerative food systems. **Futures**, v.26, n.2, p.170-179, 1994.
- DEFFONTAINES, J.-P. et al. **Agriculture et qualité des eaux**; diagnostic et propositions pour un périmètre de protection. Paris: Editions INRA, 1993.
- DEFFONTAINES, J.-P. L'agronomie; discipline et interdiscipline. In: JOLLIVET, M. **Les passeurs de frontières**. Paris: CNRS, 1992. p.113-128.
- FAO/INCRA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável**. Brasília: 1994. Mimeo.
- GERVAIS, M.; JOLLIVET, M.; TAVERNIER, Y. **Histoire de la France rurale**; la fin de la France paysanne depuis 1914. Paris: Editions du Seuil, 1977.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture. In: GLIESSMAN, S.R. (Ed.). **Ecological analysis and synthesis**. 1990. p.3-10.
- GRAZIANO DA SILVA, J. **A modernização dolorosa**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- GRAS, R. et al. **Le fait technique en agronomie**; activité agricole, concept et méthodes d'étude. Paris: INRA/L'Harmattan, 1989.
- HART, R.D. Agroecosystems determinants. In: STINNER, L.R.; HOUSE, J.G. (Eds.). **Agricultural ecosystems**; unifying concepts. New York: John Wiley, 1984. p.105-119.
- HERVIEU, B. **Les champs du futur**. Paris: Julliard, 1994.
- INRA. **INRA 2000**; le projet d'établissement de l'INRA. Paris: 1993. Mimeo.

Do produtivismo à construção da agricultura sustentável:

- INTERNATIONAL Commission on Peace and Food–ICPF. **Uncommon opportunities**; an agenda for peace and equitable development. London: Zed Books, 1994.
- LAGES, V.N. **Ecofarming**; a holistic approach towards environmentally sound agriculture. Salford: Salford University, 1988. Dissertação de Mestrado.
- LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.
- LE MOIGNE, J.-L. **La théorie du système générale**; théorie de la modélisation. Paris: PUF, 1977.
- LE MOIGNE, J.-L. **La modélisation des systèmes complexes**. Paris: Dunod, 1990.
- LE MONDE. **Sondage**; l'état sans territoire. 31/10/94.
- MARA. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Brasília: PRONAF, 1995.
- MORIN, E. **La méthode**. Paris: Editions du Seuil, 1977, 1980, 1987. 4v.
- MOULIK, T.E. (Ed.). **Food-energy nexus and ecosystems**. New Delhi: United Nations University, 1988.
- ODUM, E.P. Properties of agroecosystems. In: STINNER, L.R.; HOUSE, J.G. (Eds.). **Agricultural ecosystems**; unifying concepts. New York: John Wiley, 1984. p.5-11.
- ODUM, E.P. **Fundamentals of ecology**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1953.
- PASCHOAL, A.D. Modelos sustentáveis de agricultura. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v.2, n.1, p.11.16, jan./jun. 1995.
- PIAGET, J. (Ed.). **Logique et connaissance scientifique**. Paris: Gallimard, 1967.
- PILLET, G.; ODUM, H.T. **Energie, écologie, économie**. Genève: Georg Ed., 1994.
- PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilisation in agriculture**. Boca Raton, Flórida: CRC Press, 1980.
- RAO, C.H. **Indian agriculture**; emerging perspectives and policy issues. Economic and Political Weekly, December, 1994.
- RIBEIRO ROMEIRO, A. Agriculture et progrès technique: étude de la dynamique des innovations. **Cahiers du Brésil Contemporain**, Paris, n.4, p.3-26, 1988.
- SACHS, I. **Ecodesenvolvimento**; crescer sem destruir. São Paulo: Vértice, 1986.

- SACHS, I. Quel État, pour quel développement? In: SÉMINAIRE International "Transition Démocratique en Amérique Latine et en Europe de l'Est; Ruptures et Continuités". Paris, MSH, 1996
- SAUGET, N. Une approche américaine de l'agroécologie. **Natures, Sciences, Sociétés**, v.1, n.4, p.353-361, 1994.
- SEBILLOTTE, M. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. **Cahiers de Recherche de l'Académie d'Agriculture Française**, n.11, p.906-914, 1978.
- SEBILLOTTE, M. **Avenir de l'agriculture moderne**. Paris: Editions du Seuil, 1989.
- SIMON, H.A. **Science des systèmes, sciences de l'artificiel**. Paris: Dunod, 1981.
- SWAMINATHAN, M.S. Agriculture, food security and employment; changing times, uncommon opportunities. **Nature & Resources**, v.31, n.1, p2-15, 1981.
- TEIXEIRA, O.A. Agricultura, meio ambiente e pesquisa interdisciplinar; alguns elementos para o debate. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v.2, n.1, p.31-37, jan./jun. 1995.
- VISSAC, B. et al. **Plan à cinq ans du Département**; (1992-1996). Paris: INRA/SAD, 1992.
- VON BERTLANFFY, L. **General system**; theory, foundation, development. New York: Braziler, 1968.
- WALLISER, B. **Systèmes et modèles**; introduction critique à l'analyse de systèmes. Paris: Editions du Seuil, 1977.