

Série Ensino, Aprendizagem e Tecnologias

Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários

Lovois de Andrade Miguel
Organizador


UFRGS
EDITORA

 **SEAD**
UFRGS
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL

Reitor

Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora e Pró-Reitora
de Coordenação Acadêmica

Jane Fraga Tutikian

EDITORA DA UFRGS

Diretor

Alex Niche Teixeira

Conselho Editorial

Álvaro Roberto Crespo Merlo

Augusto Jaeger Jr.

Carlos Pérez Bergmann

José Vicente Tavares dos Santos

Marcelo Antonio Conterato

Marcia Ivana Lima e Silva

Maria Stephanou

Regina Zilberman

Tânia Denise Miskinis Salgado

Temístocles Cezar

Alex Niche Teixeira, presidente

Série Ensino, Aprendizagem e Tecnologias

Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários

Lovois de Andrade Miguel

Organizador

2ª edição revista e ampliada

© dos autores
1ª edição: 2009

Direitos reservados desta edição:
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Coordenação da Série:
Laura Wunsch, Gabriela Trindade Perry, Tanara Forte Furtado e Marcelo Ferreira

Revisão: Equipe de Revisão da SEAD
Capa: Ely Petry
Editoração eletrônica: Ely Petry

Curso de Graduação Bacharelado em Desenvolvimento Rural (PLAGEDER)
Coordenação Pedagógica: Rumi Regina Kubo
Coordenação de Tutoria: Laura Wunsch
Coordenação Núcleo EAD: Tânia Rodrigues da Cruz
Secretário: Jorge Luis Aguiar Silveira

A grafia desta obra foi atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, de 1990, que entrou em vigor no Brasil em 1º de janeiro de 2009.



D585 Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários [recurso eletrônico] / organizador Lovois de Andrade Miguel ; coordenado pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – 2. ed. rev. e ampl. – dados eletrônicos. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018.

212 p. ; pdf

(Série Ensino, aprendizagem e tecnologias)

Inclui figuras, mapas e gráficos.

Inclui referências.

1. Agricultura 2. Agricultura - Expansão mundial. 3. Sistemas agrários - Abordagem sistêmica. 4. Sistemas agrários - Europa Ocidental - Evolução - Diferenciação. 5. Sistemas agrários – Rio Grande do Sul – Origem – Evolução. I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Secretaria de Educação a Distância. Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural. I. Miguel, Lovois de Andrade. II. Série.

CDU 631

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
(Jaqueline Trombin– Bibliotecária responsável CRB10/979)

ISBN 978-85-386-0417-4

Sumário

PREFÁCIO.....7

Lovois de Andrade Miguel

Capítulo 1

ABORDAGEM SISTÊMICA E SISTEMAS AGRÁRIOS.....11

Lovois de Andrade Miguel, Marcel Mazoyer; Laurence Roudart e Daniela Garcez Wives

Capítulo 2

ORIGEM E EXPANSÃO DA AGRICULTURA NO MUNDO.....55

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

Capítulo 3

AGRICULTURA E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS...81

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

Capítulo 4

EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS NA EUROPA OCIDENTAL.....147

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

Capítulo 5

ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS NO RIO GRANDE DO SUL.....183

Lovois de Andrade Miguel

A sociedade contemporânea, ofuscada pelos avanços tecnológicos proporcionados pela modernidade, tende a relegar a agricultura (em seu sentido amplo) e suas mais diversas formas de expressão a um papel coadjuvante e secundário para a humanidade. No entanto, apesar dos avanços notáveis da tecnologia moderna, a agricultura permanece sendo uma atividade indispensável e incontornável para a humanidade. A produção de alimentos e de matéria-prima, a geração de emprego, a manutenção de paisagens e de modos de vida são algumas das contribuições da agricultura para a humanidade. A agricultura, em suas mais diversas formas e configurações que conhecemos na atualidade, é o resultado de um longo e complexo processo iniciado há mais de 10.000 anos. O resultado desse longo processo, fortemente marcado pelas particularidades sociais e pelas condições locais de produção, deu origem a diversas formas de agricultura nas mais diferentes regiões do globo terrestre. Assim, a reconstituição desse processo e o entendimento dos fatores que condicionaram essa evolução e expansão heterogênea e descontínua da agricultura através do mundo são de fundamental importância para a compreensão das diferentes realidades agrárias e formas de produção atualmente existentes no mundo rural.

A presente publicação aborda os conceitos e a aplicação da teoria sistêmica para o estudo de realidades agrárias complexas, com ênfase especial no conceito de sistema agrário em suas diferentes abordagens. Busca, através do conceito de sistemas agrários, apresentar os grandes momentos que marcaram o surgimento, a expansão e a diferenciação das grandes formas de agricultura no mundo. Em especial, aborda a caracterização, a evolução e a diferenciação dos sistemas agrários no estado do Rio Grande do Sul.

Pretende-se, com esta obra, apresentar um instrumental teórico e metodológico indispensável para o estudo e a compreensão de realidades agrárias complexas. Além disso, busca-se apresentar, de maneira objetiva e direta, as grandes etapas da evolução da história da agricultura, desde suas origens até o período atual. Por fim, aborda-se a origem e a evolução dos sistemas agrários no estado do Rio Grande do Sul.

O **primeiro capítulo** trata da abordagem sistêmica e do conceito de sistemas agrários. O pensamento científico ocidental foi, e ainda é, em grande medida, fundamentado na abordagem cartesiana, também chamada de abordagem analítica. No entanto, a necessidade de compreensão dos fenômenos ditos complexos, em especial a partir do início do século XX, demonstrou as limitações dessa abordagem científica. Frente a essa constatação, a abordagem sistêmica passa a ser vista, por diversas disciplinas e áreas do conhecimento, como uma ciência agrária ferramenta fundamental e incontornável para a compreensão e a análise dos fenômenos ditos complexos. Nas, a abordagem sistêmica será de fundamental importância para dar corpo a uma série de conceitos sistêmicos, entre os quais se destaca o conceito de sistema agrário. Objetiva-se, com este capítulo, retratar, do ponto de vista teórico, a origem, as diferentes aplicações, bem como os principais preceitos e fundamentos da abordagem sistêmica. Busca-se, assim, proporcionar, de maneira clara e objetiva, o embasamento teórico-científico necessário à compreensão das diferentes concepções que embasam o conceito de sistema agrário. Por fim, pretende-se apresentar os principais elementos necessários à aplicação do conceito de sistemas agrários no estudo e análise de realidades agrárias. Passados oito anos desde a primeira edição dessa obra, aproximações e reflexões acadêmicas mais recentes demandaram uma ampliação e maior qualificação dos pressupostos teórico-metodológicos abordados neste capítulo. Dito isso, a segunda edição ora apresentada inclui a contribuição da pesquisadora Daniela Garcez Wives, em especial nos tópicos voltados ao sistema social e à tomada de decisão.

O **segundo capítulo** trata da origem e da expansão da agricultura no mundo. Nitidamente tributária de condições técnicas, ecológicas e culturais bem particulares, o surgimento da agricultura é o resultado de um complexo processo social realizado por poucas sociedades agrárias em apenas algumas regiões do planeta. A introdução da agricultura nas demais regiões da Terra foi fruto de um longo e diferenciado processo de expansão, dando origem a diferentes e peculiares formas de agricultura. Essas diferentes formas de agricultura, com genealogias particulares e portadoras de características específicas e únicas, constituem a herança agrária da humanidade. Identificar as condições que permitiram o surgimento e a diferenciação histórica dessas formas de agricultura, incluindo suas especificidades, limitações e potenciais,

é condição fundamental e indispensável para a compreensão das sociedades agrárias e de suas formas de agricultura na atualidade.

O **terceiro capítulo** retrata as condições e os antecedentes que permitem explicar o surgimento e a expansão da agricultura em diversas regiões do mundo. Visa-se, assim, caracterizar o processo de diferenciação da agricultura e as diferentes formas de agricultura resultantes, em especial explicitando os sistemas agrários baseados em práticas de cultivo de derrubada-queimada, desde seus primórdios até os dias de hoje.

O **quarto capítulo** apresenta, de maneira sistematizada e esquemática, a evolução e a diferenciação de sistemas agrários da Europa ocidental. Tendo em vista que o período de tempo (aproximadamente 5.000 anos) e a escala espacial (aproximadamente 25.000 km²) abrangidos por essa reconstituição são de extraordinária amplitude, buscar-se-á sintetizar, em traços gerais e sem a pretensão de explorar as minúcias e particularidades, as grandes linhas e tendências desse processo. Sendo a evolução e a diferenciação dos sistemas agrários da Europa ocidental um processo histórico marcado por uma enorme diversidade de situações e peculiaridades, a exposição se restringirá a apresentar os principais elementos e situações indispensáveis à compreensão das grandes etapas que marcaram esse processo, desde o período neolítico até o presente. Pretende-se, neste capítulo, demonstrar a contribuição que a reconstituição da evolução e da diferenciação de sistemas agrários pode trazer para a compreensão de uma realidade agrária extremamente complexa e, sobretudo, a estreita vinculação desse processo histórico com as condições sociais e materiais das sociedades a eles vinculadas. A escolha da Europa ocidental para ilustrar esse processo não se deu por acaso: além de ter acumulado um exaustivo e vasto conhecimento científico acerca desse processo histórico, a Europa ocidental exhibe uma evolução e diferenciação de sistemas agrários muito ricos e complexos. Com efeito, desde o período neolítico, com a implantação de sistemas de cultivo de derrubada-queimada, até o presente, marcado pela hegemonia de uma agricultura baseada nos preceitos da Revolução Verde, o espaço agrário da Europa ocidental foi o palco de grandes e intensas transformações econômicas, sociais e ambientais.

O **quinto e último capítulo** procede à reconstituição da origem e da evolução dos sistemas agrários no Rio Grande do Sul. Apesar de relativamente recente, a introdução e a expansão da agricultura neste estado caracterizam-se

como um fenômeno complexo. A evolução dos sistemas agrários no Rio Grande do Sul não foi um processo uniforme, diferenciando-se acentuadamente de acordo com as singularidades naturais de cada região. Essa evolução pode ser dividida em duas linhas evolutivas distintas, condicionadas e fortemente influenciadas pela vegetação natural existente no momento da ocupação do espaço agrário gaúcho. A primeira linha evolutiva foi influenciada pela existência de uma vegetação natural herbácea/arbustiva (“campos”), que deu origem a sistemas agrários baseados na criação bovina/ovina extensiva e, mais recentemente, na lavoura de arroz irrigado. A segunda linha evolutiva foi influenciada pela existência de uma vegetação arbórea (“floresta”), que deu origem a sistemas agrários baseados em atividades de lavoura e de criação de animais de pequeno porte. Este capítulo apresenta os elementos fundamentais para a compreensão da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários que se sucederam no espaço agrário gaúcho, desde o período pré-colombiano até nossos dias. Busca-se, assim, destacar as particularidades e especificidades que marcaram o processo evolutivo das diferentes formas de agricultura no estado do Rio Grande do Sul.

Lovois de Andrade Miguel

ABORDAGEM SISTÊMICA E SISTEMAS AGRÁRIOS

Lovois de Andrade Miguel, Marcel Mazoyer; Laurence Roudart e Daniela Garcez Wives¹

DA ABORDAGEM CARTESIANA À ABORDAGEM SISTÊMICA

Lovois de Andrade Miguel e Daniela Garcez Wives

O pensamento ocidental tem sido embasado, desde o século XVII, em uma concepção de ciência chamada de analítica ou cartesiana. Essa concepção surgiu em oposição ao pensamento hegemônico da Idade Média, pensamento este fortemente marcado pela Igreja e pela fé. Esse período, também chamado de Idade da Revolução Científica, tem como principais precursores pensadores como Copérnico, Kepler, Galileu, Bacon, Descartes, Newton, entre outros.

O fundamento de tal concepção do pensamento era uma visão mecanicista, linear, racionalista do homem e da natureza. Para aqueles pensadores, o homem

¹ A nominata de autores deste capítulo, já existente na primeira edição da obra, teve a inclusão de um novo autor, a pesquisadora Daniela Garcez Wives (PGDR/UFRGS). A participação deste novo autor deve-se à relevância da contribuição aportada ao texto original, especialmente no que tange à discussão teórico-metodológica relacionada aos conceitos de sistema social e tomada de decisão.

era “dono e possuidor da natureza” e a natureza era regida por leis “eternas” e universais que estabeleciam entre os elementos relações rigorosamente determinadas e de comportamento previsível, absolutamente objetivas, aplicáveis a todo e qualquer objeto e passíveis de verificação a qualquer momento. Pregava-se, assim, uma concepção da natureza como sendo uma “máquina” governada por leis matemáticas exatas e absolutas (CAPRA, 1982).

O filósofo francês René Descartes, no livro *Discurso do Método*, publicado na primeira metade do século XVII (1637), sintetiza de maneira exemplar os princípios que embasam o enfoque cartesiano/análítico. De maneira resumida, esses princípios são:

- **Evidência** – aceitar por verdadeiro aquilo que é comprovadamente verdadeiro;
- **Redução** – dividir as dificuldades em partes mais simples;
- **Causalidade** – estudar um problema pela parte de mais fácil solução;
- **Exaustão** – estudar os desdobramentos de um problema à exaustividade.

Essa concepção de ciência permitiu à humanidade realizar notáveis avanços no campo científico; as grandes descobertas científicas e o desenvolvimento tecnológico atualmente vivenciado pela humanidade são inegavelmente tributários dessa concepção científica. Hegemônica no pensamento científico, ela é fortemente embasada na disciplinaridade, no reducionismo, na especialização, na validação experimental e na priorização dos aspectos quantitativos. Segundo essa concepção, a ciência é o conhecimento das leis eternas (estáveis), universais (aplicáveis a todo objeto, verificáveis pelo pesquisador), que estabelecem entre os elementos simples relações rigorosamente determinadas e absolutamente objetivas, ou seja, independentes do ponto de vista e dos instrumentos de observação e de medição do pesquisador.

No entanto, o avanço da ciência, no século XIV e sobretudo no decorrer do século XX, apontou para os limites e restrições desta concepção científica. A impossibilidade de explicar e compreender comportamentos e fenômenos naturais ditos complexos (como, por exemplo, os eventos climáticos, o funcionamento dos seres vivos, os ecossistemas, etc.) passa a evidenciar os obstáculos e restrições da abordagem analítica/cartesiana na pesquisa científica.

Edgar Morin, citado por Lapierre (1992), ao participar de um colóquio, em 1979, apresentou de maneira clara e direta essa “crise” da ciência clássica cartesiana no decorrer da segunda metade do século XX:

Este método (cartesiano) efetivamente conduziu a ciência a descobertas extraordinárias. Falso em seu princípio, ele se mostrou fecundo em um primeiro momento. É aí que reside um dos paradoxos da história. A obsessão atomista, ou seja, a ideia obsessiva de que é preciso encontrar a menor unidade que será o “tijolo” a partir do qual se poderia reconstruir o universo, essa obsessão conduziu, assim mesmo, à descoberta da molécula, do átomo, da partícula e, atualmente, ela nos conduz, não mais à busca da unidade elementar, mas à busca dos paradoxos fundamentais, ou seja, à complexidade da base. A passagem do elementar ao fundamental é ao mesmo tempo a passagem da simplicidade à complexidade. O mesmo ocorreu na biologia. A obsessão pela unidade de base nos fez passar do organismo à célula e, em seguida, da célula à biologia molecular, e a biologia molecular acreditou encontrar finalmente o elementar nas interações entre moléculas, na interação química. Em uma reviravolta absolutamente inacreditável, é essa mesma biologia molecular que, no fundo, nos apresentou os problemas fundamentais da organização autônoma da vida. (...) Assim, princípios insuficientes impulsionaram a descoberta e, ao mesmo tempo, eles mesmos provocaram seu próprio desmantelamento. Esses princípios ultrapassados sobrevivem, enquanto o novo princípio, o princípio da complexidade, ainda não emergiu completamente! O princípio “morto” ainda não está “morto”, e o princípio “vivo” ainda não vive (p. 98-99).²

Entre os cientistas precursores da abordagem sistêmica, pode-se destacar Wiener (matemático, 1930-1956), com a Teoria Cibernética (com trabalhos sobre sistemas de regulação e controle de máquinas e sistemas artificiais) e Bertalanffy (biólogo, 1925-1960), com a Teoria Geral dos Sistemas (com trabalhos acerca de sistemas complexos na natureza e crescimento dos seres

² As passagens citadas de obras em língua francesa foram traduzidas por Lovois de Andrade Miguel.

vivos e sistemas naturais) (LAPIERRE, 1992). Esses cientistas pautam-se pela constatação das limitações dos procedimentos analíticos na investigação científica, consagrados por Descartes, Galileu e Newton, pensadores conhecidos como os pais da ciência moderna (PRADO, 2009).

Pode-se dizer que, apesar deste ponto inicial bem definido, não há unanimidade na formulação da concepção de sistema complexo. Pelo contrário, coexistem inúmeras teses díspares sobre a questão da definição adequada desse objeto, que tem revelado contornos imprecisos.

No tocante a sistemas complexos, existem três vertentes que apresentam diferenças em suas concepções epistemológicas, e com noções específicas de emergência³. De acordo com Prado (2009), a primeira vertente, denominada dedutivista, fundamenta-se na ideia de que esse tipo de objeto científico pode ser apreendido satisfatoriamente com base na construção de sistemas dinâmicos. A segunda, chamada pelo autor de saltacionista, diz que os sistemas complexos apresentam mudanças qualitativas que se manifestam como novos e irreduzíveis. A terceira, denominada estrutural, assegura que, entre os elementos de um sistema, não há somente nexos externos, mas também nexos internos; e que esses nexos vêm a ser inerentemente constitutivos, tanto dos elementos enquanto tais quanto do todo sistêmico. Nessa perspectiva, os sistemas são objetos com estrutura de relações e posições, de tal modo que suas propriedades emergentes passam a ser encaradas como formas de manifestação dessas estruturas subjacentes.

Note-se que a concepção estrutural de sistema complexo acima esboçada não se encaixa nos padrões consagrados de cientificidade da ciência moderna, mesmo quando esta última extrapola os limites do mecanicismo, pois tal concepção tem como característica diferencial admitir centralmente que as relações ditas estruturais entre os componentes de um sistema são essencialmente internas e que, por isso mesmo, têm natureza constitutiva, e não meramente vinculante. Essas relações, então, não só definem cada sistema como totalidade parcial, mas também definem seus componentes característicos. Assim, por exemplo, a relação entre o professor e o aluno não somente define o sistema – classe escolar –, mas define também, como determinação reflexiva,

³ A *emergência* é provavelmente a noção menos conhecida entre as que se relacionam à auto-organização. A Teoria da Emergência afirma que o todo é maior do que a soma das partes e exhibe padrões e estruturas que surgem espontaneamente do comportamento das partes.

as posições do professor e do aluno enquanto elementos no interior do sistema classe escolar.

Pesquisadores ditos contemporâneos que se destacaram em suas áreas de conhecimento pela utilização da abordagem sistêmica (LAPIERRE, 1992):

- Schannon e Weaver (engenheiros, 1948-1950), com a Teoria da Informação (comunicação e sinais em redes);
- Von Neumann e Morgenstern (matemáticos, 1947), com a Teoria dos Jogos (comportamento econômico a partir de conceitos como estratégia e táticas);
- Thom (matemático, 1940-1950), com a Teoria das Catástrofes (efeito de pequenas perturbações na organização de sistemas);
- Prigogine (físico), com estudos acerca de estruturas dissipativas de energia e acerca da complexidade e caos;
- Bateson (antropólogo), na epistemologia dos sistemas e retroalimentação;
- Foerster (físico), com estudos acerca da capacidade de auto-organização;
- Parsons (sociólogo), com estudos sobre a análise e comparação de normas e valores que motivam um ator social;
- Maturana (biólogo), acerca da biologia do conhecer e da Teoria da Autopoiese.

Morin (1977, p. 122), ao afirmar que “o todo é superior ao todo, o todo é inferior ao todo”, sintetiza de maneira exemplar um importante preceito que orienta a abordagem sistêmica. Assim, em decorrência de fluxos e interações internas, a abordagem sistêmica considera que o comportamento de um objeto pode ser diferente da soma dos comportamentos dos elementos que compõem esse objeto. O conceito de sistema, conforme salienta Morin (2005), é abstrato e pode ser aplicado em variados níveis, como, por exemplo, a uma célula, a um animal, a uma sociedade localizada em uma unidade rural ou em uma cidade. Esse sistema pode ser integrado por outros sistemas de níveis hierárquicos

diferentes. Um conjunto de elementos inter-relacionados que atua dentro de uma estrutura definida caracteriza um sistema de forma mais geral. A definição de fronteira estabelece os limites do domínio interno e o desempenho do sistema em relação ao meio ambiente no qual está inserido, que geralmente é dinâmico, diversificado e imprevisível. Dentro desse contexto, pode-se citar mais algumas definições do que viria a ser um sistema, a partir da abordagem sistêmica. Segundo Bertalanffy (1976, p. 38), um sistema seria um “complexo de elementos em interação”; já para Rosnay (1975, p. 80), um sistema “é um objeto complexo, de estrutura global, formado por componentes distintos e em interação mútua e dinâmica, ligados entre si por um certo número de relações e organizados em função de um objetivo”. Outra contribuição é a de Spedding, citado por Mettrick (1994, p. 50), segundo o qual um sistema “consiste em certo número de componentes que interage, que opera conjuntamente para alcançar um propósito comum, e capaz de reagir como um todo aos estímulos externos”.

De modo geral, de acordo com Walliser (1977), pode-se afirmar que a abordagem sistêmica almeja alcançar os seguintes objetivos:

- restaurar uma abordagem mais sintética que reconheça as propriedades de interação dinâmica entre os elementos de um conjunto/objeto;
- permitir a organização do conhecimento de maneira a facilitar a concepção e o estudo de conjuntos/objetos amplos e complexos;
- promover uma linguagem unitária que possa servir de suporte à articulação e à integração de modelos teóricos e de preceitos metodológicos dispersos em diversas disciplinas.

Em suma, a abordagem sistêmica é a chave para a compreensão de algumas pressuposições que devem marcar as definições de um sistema, e que permitem identificar alguns pressupostos ditos fundamentais que nela se embasam (DURAND, 1990):

- **Complexidade:** pressuposto inerente e essencial à noção de sistema, ele considera que a complexidade se encontra em todos os sistemas. A complexidade não deve ser confundida com complicação. O grau de

complexidade de um sistema depende da quantidade de seus elementos e dos tipos de relações que interligam esses elementos.

- **Totalidade** (ou globalismo): apesar de composto por elementos e partes, um sistema é um conjunto de elementos impossível de ser compreendido unicamente pela apreensão de seus elementos constituintes de forma isolada e desconectada.

- **Interação**: a interação entre os elementos de um sistema é a ação recíproca que modifica o comportamento ou a natureza de seus elementos. Contrariamente ao que propunha a ciência clássica cartesiana, a relação entre dois elementos não é obrigatoriamente uma simples relação causal de um elemento A sobre um elemento B. Ela pode comportar uma dupla ação de A sobre B e de B sobre A.

- **Hierarquia** (ou escala de abrangência): existe uma hierarquia entre os sistemas; e, à medida que se sobe nessa hierarquia, os sistemas apresentam características cada vez mais complexas.

- **Organização**: noção central para o sistemismo, ela se revela em dois aspectos: um aspecto estrutural e um aspecto funcional. A organização de um sistema pode ser considerada como o arranjo das relações entre os elementos do sistema que produzem uma nova unidade detentora de características que seus elementos não possuem individualmente.

Concluída esta primeira etapa de apresentação da abordagem sistêmica, cabe agora apresentar uma descrição sumária do que venha a ser um sistema. Visa-se, com isso, demonstrar que, para entender um sistema, se deve observá-lo a partir de dois ângulos distintos, o estrutural e o funcional (DURAND, 1990).

Do ponto de vista **estrutural**, um sistema compreende quatro componentes:

- **fronteira** (ou limite), que separa o sistema de seu entorno e que é mais ou menos permeável. Essa fronteira pode ser claramente definida (por exemplo, uma membrana de uma célula), ou pode ser difusa, de difícil definição (por exemplo, a abrangência de um grupo social);

- **elementos constitutivos**, que podem ser identificados, contados e classificados. Esses elementos podem ser mais ou menos homogêneos, segundo suas características intrínsecas;

- **redes e canais de transporte e comunicação**, que conduzem quer matérias sólidas, líquidos ou gases, quer energia ou informação sob todas as formas;

- **reservatórios**, nos quais são estocados os materiais, a energia, os produtos, a informação, o capital, etc. A existência de reservatórios é indispensável para o bom funcionamento de um sistema, pois, sem eles, o sistema poderia bloquear-se ou mesmo descontrolar-se.

- Do ponto de vista **funcional**, um sistema comporta cinco aspectos:

- **fluxos** de naturezas distintas (materiais, produtos, energia, informações, etc.), que circulam nas diferentes redes e transitam nos reservatórios do sistema;

- **centros de decisão**, que recebem as informações e as transformam em ações, agindo sobre a vazão dos diferentes fluxos;

- **canais de retroação** (ou de *feedback*), que têm como objetivo informar os tomadores de decisão do que está ocorrendo a montante e a jusante, e assim permitir a estes tomarem as decisões com pleno conhecimento de causa;

- **prazos**, que definem o momento de realização das operações e ações;

- **entradas e saídas** do sistema, que materializam e possibilitam as relações de troca do sistema com seu entorno.

Outro ponto importante a ser levado em conta é que o estudo e a análise de um sistema pressupõem a realização de duas fases sucessivas e complementares:

(1) **fase de análise**, na qual é realizada a “decomposição” do objeto de estudo. Esta fase subdivide-se em duas etapas:

- definição dos componentes/elementos do sistema;

- definição dos subsistemas e de sua hierarquia;

(2) **fase de síntese**, na qual é realizada a “reconstrução” do objeto de estudo, agora como um sistema. Esta fase comporta três etapas:

- descrição dos subsistemas;

- análise dos subsistemas e das interações/fluxos existentes;
- descrição e análise do sistema geral.

Finalizando, é fundamental perceber, por exemplo, que todo ser vivo, todo mecanismo físico, toda organização, animal ou humana, celular, molecular ou social, entre tantas outras, pode ser considerado e estudado como um sistema. Para tanto, merecem ser explicitadas algumas considerações acerca de questões que cercam a análise e a descrição de sistemas. Assim sendo, os sistemas apresentam, em maior ou menor grau, relações com seu entorno. Não existem, portanto, do ponto de vista prático, sistemas fechados ou que não interajam com seu entorno. Assim, a organização dos elementos constituintes é uma propriedade fundamental e imprescindível do sistema. Posto isso, um sistema pode ser decomposto em subsistemas, e estes respeitam uma hierarquia predeterminada.

Além disso, os sistemas são organizados em função de um objetivo a ser alcançado. Esse objetivo pode ter uma abrangência global, e ser buscado continuamente pelo sistema, ou pode ser estratégico, provisório, aleatório ou ocasional, visando a alcançar estados intermediários ou parciais para o sistema.

Outra questão relevante diz respeito à variedade e à heterogeneidade de um sistema, ou seja, às configurações ou estados que o sistema pode assumir. Essa variedade pode ser uma característica intrínseca ao sistema ou pode ser resultado da ação do entorno sobre ele. Apesar de se apresentar como um objeto estruturado e, portanto, aparentemente estável, um sistema evolui de maneira irreversível e contínua no tempo e no espaço. Constata-se a existência de interações dinâmicas nos sistemas, as quais podem ser positivas (acarretando expansão e reprodução), mas também negativas (acarretando conflitos, estagnação e decadência). Também se pode verificar, em maior ou menor grau de importância, a existência, em qualquer sistema, de efeitos de retroação e/ou recursão (*feedback*). Comprova-se a existência de um *feedback* quando o resultado produzido pela ação age e interage sobre esta, ou seja, quando a reação age sobre a causa. Portanto, um *feedback* diferencia-se de uma simples relação de causa-efeito.

A representação de um sistema é, por conseguinte, o produto de uma construção teórica e arbitrária do observador/pesquisador. Essa representação pode, assim, ser fortemente marcada por aspectos subjetivos próprios do

observador. Segue-se que a representação de um sistema, por mais fina e aprofundada, não permite resgatar a totalidade da realidade do objeto estudado. Nesse sentido, dependendo da escala de observação e dos objetivos buscados pelo observador/pesquisador, é pertinente aceitar a existência de “caixas pretas” em um sistema. Uma “caixa-preta” seria um elemento ou componente de um sistema que pode ser delimitado, mas cujo funcionamento interno se ignora, de maneira deliberada ou não.

Portanto, a abordagem sistêmica, ao evidenciar a existência de interações entre os elementos que compõem o objeto em estudo, apresenta-se como um “novo” método para a compreensão e o estudo de fenômenos complexos. Sem se contrapor à abordagem analítica / cartesiana, e sem negá-la, a abordagem sistêmica propõe-se a ser uma metodologia “que permita reunir e organizar os conhecimentos com vistas a uma maior eficácia da ação” (ROSNAY, 1975, p. 72). A abordagem sistêmica passa a ser tão mais importante quanto mais ocorram “interações, retroações, emergências e imposições; onde os antagonismos entre as partes e o todo, entre o emergente e o imergente, o estrutural e o fenomênico se põem em movimento” (MORIN, 1977, p. 144). Apresenta-se, a seguir, uma comparação entre a abordagem sistêmica e a abordagem analítica / cartesiana.

Quadro comparativo entre as principais características e preceitos da abordagem sistêmica e da abordagem analítica / cartesiana

Abordagem analítica	Abordagem sistêmica
Somente o resultado conta.	O importante é o processo.
O objeto complexo é decomposto em elementos que devem ser isolados.	Os elementos são articulados e relacionados entre si e com o todo.
Ela ressalta a superioridade do especialista (processo de transmissão do conhecimento descendente).	O especialista procura compreender e aprender.

Abordagem analítica	Abordagem sistêmica
O especialista acredita conhecer a solução melhor e mais apropriada.	Existem muitas soluções satisfatórias.
Ela constrói teorias e modelos fundamentados na matemática e que priorizam os aspectos quantitativos.	Ela constrói um modelo sabidamente redutor.
A validação se dá pela prova experimental.	A validação se dá pela eficácia e eficiência na transformação da realidade.
Afirma-se a disciplinaridade.	Afirma-se a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade.
Linearidade, monorracionalidade e monocritérios presidem a tomada de decisão.	Plurirracionalidade e multicritérios presidem a tomada de decisão.
Existe independência entre os meios e os resultados.	Existe inter-relação entre os meios e os resultados.
O conhecimento é a descoberta daquilo que é preexistente.	O conhecimento é uma construção da realidade, uma atuação sobre a realidade.
Ela afasta as contradições, para que a realidade se aproxime do esquema construído.	Ela considera os conflitos e as contradições.

Adaptado de: BONNEVIALE et al., 1989, p. 40; ROSNAY, 1975, p. 98.

O resultado dessa análise comparativa entre a abordagem analítica e a abordagem sistêmica mostra claramente que as duas abordagens partem de pressupostos totalmente distintos. Essa nítida distinção pode parecer, em um primeiro momento, a prova de um antagonismo irreconciliável. No entanto,

as diferenças marcantes entre as duas abordagens permitem vislumbrar um enorme potencial de cooperação e de complementaridade. A abordagem analítica, alicerçada em uma visão pontual e focalizada, pode fornecer elementos importantes para o estudo e a compreensão de fenômenos de configuração e impacto pontual e localizado. Em contrapartida, a abordagem sistêmica pode proporcionar uma visão de conjunto, fortemente estruturada e articulada, do fenômeno em estudo e deste com seu entorno. Portanto, a utilização concomitante e articulada das duas abordagens apresenta, indubitavelmente, um interesse notável para a pesquisa científica e aplicada, em especial ao se tratar do estudo de fenômenos ditos complexos.

A ABORDAGEM SISTÊMICA NO ÂMBITO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Marcel Mazoyer, Lovois de Andrade Miguel e Daniela Garcez Wives

A compreensão das condições de existência e as particularidades da evolução das sociedades agrárias e de suas respectivas formas de agricultura, tanto em sua expressão mais local quanto em sua expressão regional e nacional, e, indiretamente, das dinâmicas agrícolas e agrárias próprias à agricultura, vêm sendo, há muito tempo, um enorme desafio para as diferentes áreas do conhecimento envolvidas com a promoção e a ação em prol do desenvolvimento rural.

Segue, no quadro abaixo, uma definição sucinta do que venha a ser agricultura.

A **agricultura**, em seu sentido amplo, é uma atividade social de produção de bens obtidos pela exploração da fertilidade útil de um meio que contém geralmente populações de espécies domesticadas ou não.

A **agricultura** é um **objeto real**:

- **observável** (meio, equipamentos, atividades, hábitat,...);
- **entrevistável** (agricultores, vizinhos, passantes, especialistas,...);
- sempre **complexo**;
- **variável**
 - **de um local a outro**;
 - **de uma época a outra**.

A agricultura é um **campo de estudo** imenso e variável:

- composto de **múltiplas formas** no presente (observável) e no passado (identificável);
- relativamente **impossível de apreender e descrever em sua totalidade**.

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010.

Importantes avanços para a compreensão desses fenômenos foram proporcionados, sem dúvida, pela Geografia e pela História a partir do final do século XIX, particularmente oriundos da França e, sobretudo, da Alemanha, da Holanda e da Inglaterra. Ao superar as abordagens estáticas e restritas até então em voga, essas contribuições proporcionaram elementos fundamentais para a compreensão da gênese e conformação das sociedades agrárias. Identificasse neste período a emergência de elementos e abordagens extremamente relevantes: a necessidade de uma abordagem pluri/multidisciplinar, a necessidade de estudos que abranjam longos períodos históricos, o método regressivo, o uso da cartografia e da estatística, o método comparativo, entre outras importantes contribuições. Nesse sentido, Marc Bloch, em sua obra *Les caractères originaux de l'histoire rurale française (Os caracteres originais da história rural francesa)*, originalmente publicada em 1931, sintetiza de maneira exemplar esta situação ao afirmar:

Sigamos, porque é preciso, em sentido inverso à linha do tempo; mas que seja de etapa em etapa, atentando sempre para cuidar das irregularidades e das variações das curvas e sem querer – como seguidamente foi feito – passar, em um salto, do século XVIII à pedra polida. Com relação ao passado próximo, o método regressivo, saudavelmente praticado, não exige uma fotografia que possa ser em seguida projetada, sempre idêntica a si mesma, para se obter uma imagem fixa de tempos cada vez mais longínquos; o que ele pretende obter é a última película do filme, que ele buscará desenrolar recuando, resignado a descobrir mais de um buraco, mas decidido a respeitar a mobilidade (BLOCH, 1988, p. 51)⁴.

Especialmente a partir da metade do século XX, em grande parte acarretadas pela reconfiguração geopolítica e econômica decorrente da Segunda Guerra Mundial, criam-se demandas de novas abordagens sobre as formas de agricultura, o mundo rural e suas dinâmicas espaciais, socioeconômicas e produtivas. Fortemente instigada por essa situação e buscando fornecer elementos que permitam conciliar aspectos espaciais e temporais com um aprimoramento da compreensão da situação presente, constata-se, no âmbito da Geografia, em particular da Geografia Agrária⁵, a emergência do conceito de sistemas agrários. Essa concepção, oriunda da ciência geográfica, considera o sistema agrário como sendo um objeto de análise e observação que é o produto das relações, em dado momento e em dado território, de uma sociedade rural com seu meio (DEFFONTAINES; BROSSIER, 2000). Cholley (1946), citado por Mazoyer (1986, p. 10), em uma abordagem de cunho geográfico do conceito de sistema agrário, afirmava que “todos os elementos físicos, biológicos, econômicos, sociais, demográficos formam uma verdadeira combinação, onde a expressão no espaço é um certo tipo de hábitat, uma certa organização da região, um certo tipo de paisagem”.

A partir da década de 1960, a ciência agrônômica, confrontada com uma crescente necessidade de aprofundar a compreensão dos processos complexos que cercavam a agricultura e a formatação e dinâmica dos espaços agrários,

4 Tradução livre do original em língua francesa realizada por Lovois de Andrade Miguel.

5 Disciplina da Geografia que busca entender os fenômenos humanos que compreendem as atividades econômicas e ecofisiográficas das áreas cultivadas pelos grupamentos humanos.

procedeu a uma progressiva reelaboração e ajuste do conceito de sistema agrário, originalmente elaborado pelos geógrafos. Na verdade, a descoberta e a apropriação desse conceito pela ciência agrônômica estão intimamente relacionadas à necessidade de abordar dois fenômenos distintos que afetavam fortemente a agricultura na segunda metade do século XX.

O primeiro fenômeno está relacionado à aceleração do processo de modernização e intensificação da agricultura, baseado na disseminação e expansão da Revolução Verde⁶.

O segundo fenômeno pode ser atribuído à avaliação crítica dos resultados obtidos pelos grandes projetos e ações de desenvolvimento rural, implementados tanto em países do norte como nos países do sul, que reforçavam a necessidade de novas abordagens para a promoção do desenvolvimento agrícola. Parte considerável desses projetos e ações, apesar da mobilização de grandes equipes técnicas e de meios financeiros e materiais extremamente importantes, contribuíram minimamente, ou mesmo negativamente, para a promoção do desenvolvimento agrícola das regiões para as quais eles foram concebidos e implementados. Inúmeras são as avaliações e depoimentos de pesquisadores e técnicos sobre os efeitos nefastos que essas intervenções ocasionaram sobre as sociedades rurais e, especialmente, sobre o meio ambiente. Nesse sentido, a bibliografia internacional é pródiga em exemplos de estudos e pesquisas que demonstraram os limites e as insuficiências das abordagens setoriais e de cunho analítico, preconizadas tanto pela pesquisa científica quanto pelos órgãos e instituições encarregados de conceber e executar tais projetos de desenvolvimento rural (DUMONT, 1980; DUMONT, 1986; RAYNAUT, 1997; MARTINE; GARCIA, 1987; GRAZIANO DA SILVA, 1982). O quadro abaixo sintetiza as origens e os antecedentes da abordagem sistêmica nas ciências agrárias.

Constatação do fracasso de uma grande parte dos projetos de desenvolvimento rural concebidos a partir da década de 1960

⁶ Entende-se por *Revolução Verde* o processo de modernização técnica e produtiva ocorrido na agricultura e que teve início no final do século XIX (em algumas regiões do norte), mas, sobretudo, a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Também chamada de *Segunda Revolução Agrícola dos Tempos Modernos*, a *Revolução Verde* está baseada na utilização de insumos externos de origem industrial (adubos químicos, combustíveis fósseis, agrotóxicos, etc.), de motomecanização e de plantas e animais selecionados (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Impacto contraditório das técnicas oriundas da Revolução Verde em unidades de produção agrícola (UPAs) semelhantes
Compartimentalização e isolamento crescente das diferentes áreas de conhecimento (ciências agrárias, ciências sociais, etc.)
Crescente distanciamento entre a pesquisa agrônômica e a extensão rural
Não correspondência entre a racionalidade técnica oriunda do conhecimento científico e a racionalidade dos agricultores

É, portanto, no bojo desse processo de questionamento e busca de novos referenciais conceituais e abordagens metodológicas, que permitissem uma melhor compreensão das realidades agrárias, que o conceito de sistemas agrários foi adotado e reformatado pelas ciências agrárias e, em especial, pela Agronomia.

Evidencia-se que a compreensão das dinâmicas agrícolas e agrárias passa, necessariamente, por um conhecimento aprofundado e sistemático do processo evolutivo e do contexto histórico onde operam e se articulam as sociedades agrárias. Nessa perspectiva, a compreensão do processo de formação de uma agricultura exige uma apreensão adequada das particularidades relacionadas a seus aspectos intrínsecos ou internos (condicionantes ambientais, estrutura social, mercado, conhecimento técnico, etc.) e externos (economia nacional, sistema político, relações de troca, inserção internacional, etc.).

Constata-se, assim, de acordo com Mazoyer e Roudart (2010), ser imprescindível explicar as origens, as transformações e o papel da agricultura no futuro do homem e da vida, em diferentes épocas e nas diferentes partes do mundo. Segundo esses autores, torna-se indispensável dispor de um corpo de conhecimentos que possa ao mesmo tempo integrar-se à cultura geral e constituir uma base conceitual, teórica e metodológica, para todos aqueles que têm a ambição de intervir no desenvolvimento agrícola, econômico e social, conforme sintetizado nos dois esquemas a seguir.

Principais justificativas para a utilização de uma abordagem sistêmica no estudo das formas de agricultura e do mundo rural

- Necessidade de uma **representação inteligível**, criticável e compartilhável do meio de **apropriação do passado**, de **entendimento do presente** e de **compreensão/escolha** dos diferentes futuros possíveis;
- Necessidade de dar conta da **complexidade** e da **diversidade** das diferentes formas de agricultura;
- Necessidade de avaliar as **semelhanças** e as **diferenças** entre as diferentes formas de agricultura (identificação, classificação, lugar no espaço e no tempo);
- Necessidade de explicar as **origens**, as **transformações** e o **papel da agricultura** no futuro do homem e da vida, em diferentes épocas e nas diferentes partes do mundo;
- Necessidade de dispor de um **corpo de conhecimentos** que possa ao mesmo tempo integrar-se à cultura geral e constituir uma base conceitual, teórica e metodológica para todos aqueles que têm a ambição de intervir no desenvolvimento agrícola, econômico e social.

Principais demandas e necessidades de novos métodos para a compreensão de realidades agrárias complexas

- Conhecer a estrutura e as condições reais de produção e funcionamento das sociedades agrárias;
- Compreender que as mudanças técnicas estão em estreita relação com as mudanças sociais e econômicas, nas mais diferentes escalas de análise;
- Compreender o processo de mudança na estrutura e no funcionamento das sociedades agrárias;
- Reconhecer que as transformações de realidades agrárias necessitam da real adesão dos atores sociais envolvidos.

Adaptado de: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 71-77.

É importante salientar que o maior esforço acadêmico-científico com vistas à elaboração e ao desenvolvimento do conceito de sistemas agrários tem

como origem a França⁷. Do lado dos anglo-saxões, não se identifica um conceito equivalente ou aproximado ao de sistema agrário e que tenha como abrangência unidades de análise mais amplas e regionais ou as transformações históricas que afetam o processo de produção e as realidades agrárias. Apesar de manifestarem um grande interesse pela compreensão das atividades não agrícolas em suas análises de sistemas de produção ou sobre as relações sociais, muitas vezes complexas, que ocorrem entre as unidades de produção agrícolas, os anglo-saxões consideram como “circunstâncias” ou “condições englobantes” a escala de análise que extrapola as unidades de produção agrícola (PILLOT, 1987).

Essa concepção supõe, no entender dos autores, uma nova organização da pesquisa científica e técnica, que não despreze as práticas agrícolas, os implementos e as riquezas biológicas herdadas das tradições agrícolas de cada região, e que, assim, delegue à pesquisa a responsabilidade de inventariar o legado das tradições agrícolas e de contribuir para sua sustentabilidade, em função das necessidades e das condições locais.

As ciências agrárias, ao menos em um momento inicial, vislumbravam a utilização do referencial teórico-metodológico proporcionado pelo conceito de sistemas agrários como uma ferramenta para aprimorar e qualificar a compreensão de realidades agrárias complexas. No entanto, a utilização desse instrumento demonstrou o elevado potencial dessa abordagem tanto para a elaboração como para a execução de ações e intervenções em prol do desenvolvimento rural. A esse processo de implementação e confrontação com a realidade, foram sendo incorporados progressivamente novos elementos: a questão da participação dos atores locais, a questão do tempo e a operacionalização das ações, entre outros.

De maneira geral, alguns elementos teórico-metodológicos distintos são recorrentes e podem ser identificados nas principais definições e abordagens inspiradas no conceito de sistemas agrários nas ciências agrárias, como mostra o quadro abaixo.

7 Na França, essa abordagem começou a ser utilizada de maneira efetiva nas ciências agrárias nos anos 1950 e 1960 pelo professor-pesquisador do Instituto Nacional Agrônomo (INA-PG) René Dumont. Ao longo das décadas posteriores, essa abordagem foi aperfeiçoada e afinada através de ações e programas de pesquisa realizados por diferentes pesquisadores e centros de pesquisa, em especial na França, na Holanda, na Austrália e nos EUA.

Principais elementos teórico-metodológicos recorrentes nos diferentes conceitos de sistemas agrários no âmbito das ciências agrárias

- **Enfoque sistêmico:** considera a agricultura, em seu sentido mais amplo, não somente uma simples justaposição de atividades produtivas e fatores de produção, mas, sim, um sistema organizado em torno de interações entre seus múltiplos componentes.
- **Análise dinâmica e histórica:** evidencia os aspectos contraditórios do processo de desenvolvimento, abordando os processos históricos e a evolução de suas condições de existência (“temporalidade”).
- **Materialidade espacial:** demonstra a necessidade de utilização de categorias de análise próprias da Geografia, como paisagem e espaço, para delimitar os objetos de estudo e análise.
- **Estrutura social:** demonstra a necessidade de se evidenciar e explicitarem as relações sociais e as lógicas de funcionamento predominantes e hegemônicas.
- **Estrutura produtiva:** requer a caracterização e a avaliação dos processos produtivos, em especial do ponto de vista agrônômico.

A utilização do enfoque sistêmico permite explicar os mecanismos internos que orientam e condicionam uma realidade agrária e que, muitas vezes, dependem não somente das propriedades de seus elementos constitutivos, mas, sobretudo, de suas inter-relações. Esse preceito impõe considerar que a agricultura, em seu sentido mais amplo, não é uma simples justaposição de atividades produtivas e de fatores de produção, mas, sim, um sistema organizado em torno de interações entre seus múltiplos componentes (MIGUEL, 1999).

Segundo Gret (1984), a abordagem multidisciplinar permite compreender os elementos que compõem uma realidade rural e organizá-los em torno de hipóteses comuns sobre seu funcionamento no tempo e no espaço. Nesse sentido, a multidisciplinaridade é vista como sendo não somente uma justaposição de disciplinas, mas um processo dinâmico de interrogação mútua, organizado em torno de uma problemática comum. A cada disciplina corresponde uma área de investigação específica a seu objeto de estudo e com seus métodos

de trabalho específicos. Como cada disciplina intervém mais particularmente em determinado nível de compreensão dos fenômenos, a contribuição da multidisciplinaridade consiste em permitir a organização do questionamento entre esses diferentes níveis. A pesquisa multidisciplinar é, portanto, concebida como o afinamento de uma série de hipóteses e interrogações, bem como de respostas formuladas a cada etapa do procedimento de pesquisa-desenvolvimento. Um primeiro nível corresponde às respostas que remetem a uma escala mais apurada de compreensão dos fenômenos, a qual gera novas interrogações, e assim por diante, em um processo contínuo e progressivo.

Ao recorrer à análise dinâmica, busca-se evidenciar os aspectos contraditórios do processo de desenvolvimento, abordando não somente as lógicas de funcionamento de uma realidade agrária, mas, igualmente, a evolução de suas condições de existência (GRET, 1984; JOUVE, 1992).

Partindo desses pressupostos, algumas definições originadas do processo de construção do conceito de **sistema agrário** por parte das ciências agrárias são pertinentes e merecem ser explicitadas. Segundo Vissac (1979), citado por Mettrick (1994),

[...] o sistema agrário é definido pela associação das produções e das técnicas colocadas em prática por uma sociedade com vistas a satisfazer suas necessidades. Ele exprime a interação entre um sistema bioecológico representado pelo meio natural e um sistema sociocultural, por intermédio das práticas adquiridas principalmente da experiência e do saber técnico (p. 54).

No entender de Maigrot e Poux (1991),

[...] o conceito de sistema agrário é o mais apto a restituir a região a seu conjunto e à sua dinâmica. É um conceito em que se encontram as ciências necessárias para a concepção de projetos de desenvolvimento: Economia, Socioeconomia, Geografia, História e Agronomia. A pertinência do conceito como ferramenta de desenvolvimento está em sua visão globalizante. Um dos primeiros objetivos do diagnóstico de

um sistema agrário é propor uma hierarquia das dificuldades do desenvolvimento (p. 11-12).

Cabe a Mazoyer (1986) apresentar a definição de sistema agrário mais atual, completa e ampla no âmbito das ciências agrárias. Segundo esse autor, um sistema agrário “é um modo de exploração do meio historicamente constituído e durável, um conjunto de forças de produção adaptado às condições bioclimáticas de um espaço definido e que responde às condições e às necessidades sociais do momento” (p. 11).

Pode-se definir um sistema agrário como sendo a combinação de vários fatores essenciais. Entre estes, considera-se o meio cultivado e a forma como se dá o processo de artificialização do meio organizado, de acordo com as relações de força e de propriedade que regem a repartição do produto do trabalho; requer-se também a definição dos fatores de produção e dos bens de consumo, sendo os instrumentos de produção (materiais e força de trabalho) essências para a implementação das estratégias de organização do sistema; igualmente importante é considerar a força de trabalho, a divisão social do trabalho entre agricultura, artesanato e indústria, os excedentes agrícolas e as relações de troca com outros atores sociais; são relevantes, por fim, as relações de força e de propriedade que regem a repartição do produto do trabalho, dos fatores de produção e dos bens de consumo; e todos esses fatores são organizados de acordo um conjunto de ideias e instituições que permitem assegurar a reprodução social da família.

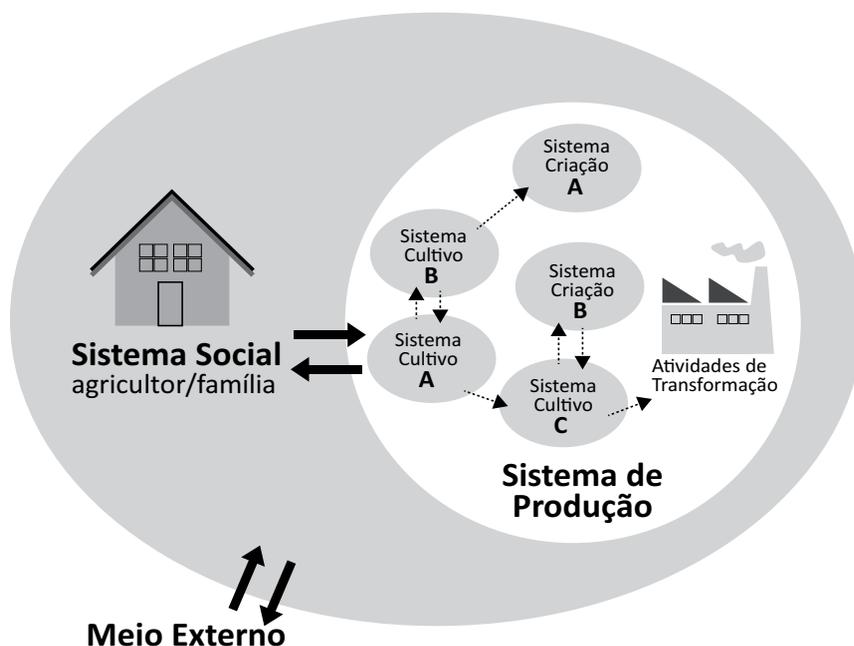
Assim, o sistema agrário, como instrumento intelectual, nos permite observar a complexidade da agricultura, conforme observam Mazoyer e Roudart (2010):

O sistema agrário pode ser conceituado como o instrumento intelectual que permite apreender a complexidade de toda forma de agricultura real pela análise metódica de sua organização e de seu funcionamento. Esse conceito permite também classificar inúmeras formas de agricultura identificáveis no passado ou observáveis no presente em um número limitado de sistemas, caracterizados cada um por um gênero de organização e de funcionamento (p. 76).

O enfoque sistêmico tem exercido, cada vez mais, um papel de extrema funcionalidade, dada a complexidade dos sistemas gerenciados pelos homens e o impacto do conceito de sustentabilidade, o qual fez surgir novos desafios na área rural. Ele sugere, ademais, que a grande maioria dos sistemas agropecuários necessita uma abordagem holística e multidisciplinar para poderem ser mais bem analisados e compreendidos.

Além do conceito de sistema agrário, de abrangência macro, deve-se ressaltar a existência de uma série de conceitos de cunho sistêmico, utilizados no âmbito das ciências agrárias. Esses conceitos sistêmicos, de abrangência mais micro, são utilizados para descrever e caracterizar os processos produtivos e técnicos que ocorrem na unidade de produção agrícola – UPA (MIGUEL, 2014).

Na figura abaixo, apresentam-se, de maneira sintética, conceitos de cunho sistêmico utilizados nas ciências agrárias para caracterizar as unidades de produção agrícola, destacando-se sua organização hierárquica e sua escala de abrangência.



Representação esquemática de uma unidade de produção agrícola, destacando-se a hierarquia de seus componentes estruturantes e suas múltiplas inter-relações

Adaptado de: MIGUEL, 2009.

O quadro a seguir apresenta, resumidamente, os principais conceitos sistêmicos utilizados no âmbito das ciências agrárias para caracterizar e avaliar as unidades de produção agrícola e seu funcionamento.

<ul style="list-style-type: none"> • Unidade de Produção Agrícola (UPA): é um sistema composto de um conjunto de elementos em interação (sistemas de cultivo e/ou criação e/ou transformação), influenciados pelos objetivos do agricultor/ produtor rural e de sua família (sistema social), aberta e em interação com o meio externo (econômico, ambiental e humano). Assim, a UPA pode ser concebida como o objeto resultante da interação do sistema social com o sistema de produção (MIGUEL, 2009; 2014).
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema Social: é a instância em que ocorre efetivamente a determinação da organização das unidades de produção de agrícola. Tal determinação decorre da trajetória, do projeto e das metas adotadas pela família. Ou seja, é o sistema social que define o sistema produção, através de decisões basicamente fundamentadas nos meios de produção; assim sendo, é no seio do sistema social que estes são mais bem articulados no tempo e no espaço, visando a maximizar as metas, os objetivos e os projetos da família, sejam eles quais forem (WIVES, 2013).
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Produção (<i>farming system / système de production</i>): é a combinação de sistema(s) de cultivo e/ou sistema(s) de criação dentro dos limites autorizados pelos fatores de produção de que uma unidade de produção agrícola dispõe (disponibilidade de força de trabalho, conhecimento técnico, superfície agrícola, equipamentos, capital, etc.). Integra igualmente as atividades de transformação e conservação de produtos animais, vegetais e florestais realizados dentro dos limites da unidade de produção agrícola (DUFUMIER, 2007).
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Cultivo (<i>crop pattern / système de culture</i>): consiste na descrição dos cultivos (e de seus itinerários técnicos específicos) realizados em nível de uma parcela e seguindo uma ordem de sucessão conhecida e recorrente. Um sistema de cultivo pode ser definido pelos tipos de cultivos, pela ordem de sucessão dos cultivos em nível da parcela, bem como pelo itinerário técnico implementado em cada cultivo (SEBILLOTTE, 1990).

- **Itinerário Técnico** (*crop system / itinéraire technique*): é a sucessão lógica e ordenada de operações agrícolas utilizadas no cultivo de uma espécie vegetal (SEBILLOTTE, 1990).

- **Sistema de Criação** (*système d'élevage*): pode ser definido pela combinação dos diferentes modos de condução (ou manejos) aplicados às diferentes categorias de uma espécie animal. Consiste nas atividades coordenadas pelo homem para valorizar produtos agrícolas ou não agrícolas através de animais para obter um produto (leite, carne, peles, trabalho, esterco, etc.) ou com outros objetivos: religião, *status* social, etc. (LANDAIS; LHOSTE; MILLEVILLE, 1987).

- **Modo de Condução** (ou manejo da criação): é a sucessão lógica e ordenada das técnicas de criação aplicadas a uma categoria de uma espécie animal, domesticada ou não (LANDAIS; LHOSTE; MILLEVILLE, 1987).

Estes conceitos sistêmicos permitem restituir, de maneira hierarquizada e lógica, a estrutura, a organização e as relações existentes em uma unidade de produção agrícola. Cabe salientar que, por sua abrangência de microanálise, tais conceitos são perfeitamente combináveis e complementares ao conceito de sistema agrário, de abordagem mais macro.

A TEORIA DOS SISTEMAS AGRÁRIOS

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

A teoria dos sistemas agrários proporciona os elementos teóricos capazes de apreender a complexidade de cada forma de agricultura e de perceber, em grandes linhas, as transformações históricas e a diferenciação geográfica das múltiplas formas de agricultura implementadas pela humanidade. Para se compreender o que é um sistema agrário é preciso, em princípio, distinguir, de um lado, a agricultura tal qual ela é efetivamente praticada, conforme se pode observar, o que constitui um *objeto real de conhecimento*; e, por outro lado, o que o observador pensa desse objeto real e o que diz sobre ele, o que forma um conjunto de conhecimentos abstratos, que podem ser metodicamente

elaborados para constituírem um verdadeiro objeto concebido, ou *objeto teórico de conhecimento* e de reflexão.

COMPLEXIDADE E VARIEDADE DAS FORMAS DE AGRICULTURA OBSERVÁVEIS

A agricultura, tal qual se pode observar em dado lugar e em dado momento, aparece, em princípio, como um objeto ecológico e econômico complicado, composto de um meio cultivado e de um conjunto de unidades de produção (ou propriedades) agrícolas vizinhas, que entretêm e que exploram a fertilidade desse meio. Levando para mais longe o olhar, observaremos que as formas de agricultura praticadas em dado momento variam *de uma localidade para outra*. Se estendermos por um longo período a observação em dado lugar, constataremos que as formas de agriculturas praticadas variam *de uma época para outra*.

Dito de outra forma, a agricultura apresenta-se como um conjunto de formas locais, variáveis no espaço e no tempo, tão diversas quanto as próprias observações. No entanto, apesar dessa diversidade, verifica-se também que as formas locais de agricultura, praticadas em uma região, em uma época determinada, se assemelham suficientemente para serem aproximadas e classificadas em uma mesma categoria. Mas, se aprofundarmos essas observações e as seguirmos por mais tempo, discerniremos então formas de agricultura muito diferentes, que podem ser classificadas em várias categorias. Assim, pouco a pouco, descobrimos que as múltiplas formas de agricultura antigas identificáveis podem ser classificadas em um número finito de categorias, cada uma das quais ocupa um lugar determinado no tempo e no espaço, da mesma maneira que classificamos outros objetos mutáveis, como os seres vivos, os solos, os povoamentos vegetais, etc.

As formas de agricultura observáveis aparecem, pois, como objetos muito complexos, que podemos, todavia, analisar e conceber em termos de sistemas. Ora, analisar e conceber um objeto *complexo* em termos de sistema é, em um primeiro momento, delimitá-lo; ou seja, traçar uma fronteira, virtual, entre esse objeto e o resto do mundo; e é considerá-lo como um todo, composto de subsistemas hierarquizados e interdependentes. Por exemplo, a anatomia de um ser vivo superior é concebida como um sistema (ou organismo) composto de

subsistemas (ou aparelhos) ósseo, muscular, circulatório, respiratório, podendo cada um desses subsistemas decompor-se em órgãos, cada órgão em tecidos, em células, e assim por diante.

Analisar e conceber um objeto complexo e animado em termos de sistema é também considerar seu funcionamento como uma combinação de funções interdependentes e complementares, que asseguram a circulação interna da matéria, da energia e, tratando-se de um objeto econômico, do valor, e suas relações com o exterior. Por exemplo, o funcionamento de um ser vivo superior é concebido como um conjunto de funções digestiva, circulatória, respiratória, reprodutiva, etc., que concorrem para a renovação do organismo. Desse modo, analisar e conceber, em termos de sistema agrário, a agricultura praticada em dado momento e lugar consiste em decompor essa mesma agricultura em dois subsistemas principais – o *ecossistema cultivado* e o *sistema social produtivo* –, estudando tanto a *organização* e o *funcionamento* de cada um desses subsistemas como suas *inter-relações*.

O ECOSSISTEMA CULTIVADO E SUA RENOVAÇÃO

O ecossistema cultivado possui uma organização: ele é composto por vários subsistemas complementares e proporcionais, como, por exemplo, os jardins, as terras cultiváveis, os campos de colheita, as pastagens e as florestas. Cada um desses subsistemas é organizado, cuidado e explorado de uma maneira particular e contribui para a satisfação das necessidades dos animais domésticos e dos homens. Cada um deles decompõe-se, por sua vez, em partes: as terras lavráveis, por exemplo, são dispostas em várias glebas distribuídas em terrenos diferentes, e cada gleba é composta por várias *folhas*⁸ (alqueive, trigo de inverno, trigo de primavera...) compostas, por sua vez, de parcelas. O sistema de criação, por sua vez, é composto de rebanhos de espécies diferentes (bovinos, ovinos, suínos, etc.), e cada rebanho de espécies pode ser organizado em lotes manejados separadamente (vacas leiteiras, criação de vitelos, de novilhos, de novilhas, etc.).

⁸ Corresponde ao francês *sole*. Trata-se do conjunto de várias parcelas com o mesmo cultivo ou utilização agrícola. Em decorrência da inexistência de uma denominação consensual em termos agrônômicos no Brasil, optou-se pela utilização do termo agrônômico de origem portuguesa *folha*.

O ecossistema cultivado possui também um funcionamento através do qual ele se renova. Esse funcionamento pode ser decomposto, por sua vez, em várias funções: função de desmatamento e de contenção da vegetação selvagem (derrubada-queimada, aração manual ou com arado, escarificação, controle de ervas invasoras...); função de renovação da fertilidade (pousio de longa duração, esterco, dejetos animais, adubos minerais...); condução dos cultivos (rotações, itinerários técnicos, operações culturais...) e condução dos rebanhos (calendários forrageiros...), etc.

Essas funções, que asseguram a circulação interna de matéria e de energia no ecossistema cultivado, abrem-se a trocas exteriores mais ou menos importantes com ecossistemas próximos ou longínquos: alimentação e evacuação de água, erosão e aluvião, transferências de forragens, de fertilidade, e transferências, voluntárias ou não, de espécies selvagens ou domésticas. Através dessas trocas, as transformações de um ecossistema cultivado podem influenciar ecossistemas muito distantes. Por exemplo, o desflorestamento das encostas de uma bacia hidrográfica pode levar a inundações e aluvionamento das partes mais baixas dos vales. Inversamente, o manejo hidráulico incorreto de um vale de altitude pode privar de água as partes mais baixas dos vales; o desmatamento de vastos espaços continentais pode provocar o ressecamento do clima em regiões periféricas às vezes distantes. Por causa dessas trocas e dessas influências, o estudo de um sistema agrário não pode ser feito isoladamente.

O SISTEMA PRODUÇÃO, ATIVIDADES PRODUTIVAS E SUA RENOVAÇÃO

As atividades produtivas são compostas de meios humanos (força de trabalho, conhecimento e *savoir-faire*), de meios inertes (instrumentos e equipamentos produtivos) e de meios vivos (plantas cultivadas e animais domésticos) de que dispõe a população agrícola para desenvolver as atividades de renovação e de exploração da fertilidade do ecossistema cultivado, a fim de satisfazer diretamente (por autoconsumo) ou indiretamente (por trocas) suas próprias necessidades.

Esses meios de produção e essas atividades produtivas são organizados nas unidades de produção, que são caracterizadas pelo sistema de produção

que praticam, e pela categoria social à qual pertencem. O sistema de produção de uma propriedade agrícola define-se pela combinação (a natureza e as proporções) de suas atividades produtivas e de seus meios de produção. A categoria social de uma exploração define-se pelo estatuto social de sua mão de obra (familiar, assalariada, cooperativa, escrava, serviçal), pelo estatuto do agricultor e por seu modo de acesso à terra (livre acesso às terras comunais, reserva senhorial, posses servis, exploração direta, parceria, arrendamento...) e pela dimensão da propriedade.

Em determinado sistema agrário, as propriedades agrícolas podem praticar sistemas de produção muito similares e pertencer à mesma categoria social. No entanto, elas também podem ser muito diferentes entre si e muito complementares. Por exemplo, em numerosos sistemas agrários, as explorações especializadas na criação e outras especializadas na agricultura se completam, explorando partes diferentes do ecossistema e trocando insumos e produtos animais por grãos e outros produtos vegetais. Em estruturas produtivas de latifúndios, a mão de obra assalariada das grandes propriedades é fornecida por uma multiplicidade de propriedades camponesas demasiado pequenas para empregar plenamente sua própria mão de obra familiar e para prover às suas necessidades. De maneira análoga, na Europa medieval, a mão de obra submetida à corveia utilizada nas reservas senhoriais era fornecida pelos servos dos feudos. Não seria razoável decompor as atividades produtivas em tantos subsistemas quantas são as unidades de produção ou, ao contrário, reduzir a diversidade das unidades de produção a uma média enganosa, ou ainda repartir essas unidades através de uma classificação ilógica, para não dizer estúpida (por classes de superfícies definidas de maneira puramente numeral, de 5 em 5 ou de 10 em 10 hectares, por exemplo). Reagrupando e classificando as explorações conforme o sistema de produção praticado por elas, e classificando a seguir as explorações que praticam um mesmo sistema de produção por categoria social, o sistema produtivo de um sistema agrário aparece como uma combinação particular de um *número limitado de tipos de explorações, definidos técnica, econômica e socialmente*.

As atividades produtivas têm um funcionamento através do qual, de ano em ano, renovam seus meios de produção e suas atividades. Para assegurar essa renovação, cada unidade de produção (ou, simplificando, cada tipo de unidade de produção) pode produzir ela própria suas sementes, seus animais, sua

forragem e uma parte de seus instrumentos e equipamentos (autossustento). Ela pode produzir uma parte dos bens consumidos na propriedade pelos produtores e por suas famílias (autoconsumo). Mas pode também vender a totalidade ou parte de seus produtos para comprar a maioria dos bens de consumo e bens de produção necessários à sua renovação.

Seja pelo autossustento e pela autoprodução, seja pela venda de seus produtos, a produção total de cada propriedade agrícola deve cobrir a totalidade de suas despesas e bens de produção (despesas correntes e amortização) e bens de consumo. Além do mais, o produto da exploração deve eventualmente permitir pagar a terceiros os gastos de diversos títulos: tributos, quotas, arrendamentos, impostos, juros, etc. Essas dívidas podem ser em parte reinvestidas por seus beneficiários no próprio sistema produtivo e contribuir, assim, para desenvolvê-lo. Mas podem também ser pura e simplesmente transferidas em proveito de outras esferas sociais, empobrecendo o sistema agrícola.

DINÂMICA DOS SISTEMAS AGRÁRIOS

O desenvolvimento de um sistema agrário resulta da dinâmica de suas unidades de produção. Costumamos dizer que há desenvolvimento geral quando todos os tipos de unidades de produção agrícola progridem, adquirindo novos meios de produção, desenvolvendo suas atividades, aumentando suas dimensões econômicas e seus resultados. O desenvolvimento é inegável quando certas unidades progridem muito mais depressa que outras. No entanto, ele é contraditório quando certas unidades progridem enquanto outras estão em crise e regridem. A crise de um sistema agrário é considerada geral quando todos os tipos de unidades de produção regridem e tendem a desaparecer.

Em certos casos, as unidades de produção agrícolas que progridem podem adotar novos meios de produção, desenvolver novas práticas e novos sistemas de cultura e de criação e, portanto, engendrar um novo ecossistema cultivável: assim emerge um novo sistema agrário. Chama-se revolução agrícola essa mudança no sistema agrário. Dessa forma, ao longo do tempo, podem nascer, desenvolver-se, declinar e suceder-se, em uma dada região do mundo, sistemas agrários que constituem as etapas de uma série evolutiva característica daquela região. Por exemplo, a série evolutiva dos sistemas agrários hidráulicos do vale do Nilo

(sistemas de cultivo em bacias hidráulicas e de cultivo de inundação de inverno, sistemas de cultivo irrigados em diferentes estações do ano); a série evolutiva dos sistemas agrários das regiões temperadas da Europa (sistemas de cultivo de derrubada-queimada; sistemas de cultivo com tração leve e alqueive associados à criação animal; sistemas de cultivo com tração pesada e alqueive associados à criação animal; sistemas de cultivo com tração pesada e sem alqueive associados à criação animal; sistemas motorizados, mecanizados e especializados); a série evolutiva dos sistemas hidroagrícolas das regiões tropicais úmidas; etc.

A análise da dinâmica dos sistemas agrários nas diferentes partes do mundo e em diferentes épocas permite retomar o movimento geral de transformação, no tempo e no espaço, da agricultura e expressá-lo sob a forma de uma teoria da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários. Outros objetos complexos, variados, animados e em evolução inspiraram análises e teorizações do mesmo tipo: classificação sistemática e teoria da evolução das espécies vivas; classificação e teoria da formação e da diferenciação zonal dos grandes tipos de solos; classificação e teoria da filiação das línguas; etc.

Concebido desta forma, cada sistema agrário é a expressão teórica de um tipo de agricultura historicamente constituído e geograficamente localizado. Ele é composto de um ecossistema cultivado característico e de um sistema social produtivo definido, que permite explorar sustentavelmente a fertilidade do ecossistema cultivado correspondente. O sistema produtivo é caracterizado pelo tipo de instrumento e de energia utilizado para desmatar o ecossistema, para renovar e para explorar sua fertilidade. O tipo de instrumento e de energia utilizado é, por sua vez, condicionado pela divisão do trabalho hegemônico na sociedade da época.

Um sistema agrário não pode ser analisado independentemente das atividades a montante que os meios de produção proporcionam. Tampouco pode ser analisado independentemente da utilização que é feita de seus produtos pelas atividades a jusante e pelos consumidores. Tampouco pode ser analisado independentemente de outros sistemas agrários concorrentes, pois estes também colaboram para satisfazer as necessidades da sociedade.

POR QUE UMA TEORIA?

Afinal de contas, o conceito de sistema agrário é o instrumento intelectual que permite apreender a complexidade de toda forma de agricultura real pela análise metódica de sua organização e de seu funcionamento. Esse mesmo conceito possibilita classificar inúmeras formas de agricultura identificáveis no passado ou observáveis no presente em um número limitado de sistemas, caracterizados cada um por um gênero de organização e de funcionamento. A teoria da evolução dos sistemas agrários é o instrumento que permite representar as transformações incessantes da agricultura de uma região do mundo como uma sucessão de sistemas distintos, que constituem as etapas de uma série histórica definida. Enfim, a teoria da diferenciação dos sistemas agrários é o instrumento que torna possível captar em suas grandes linhas e explicar a diversidade geográfica da agricultura em uma dada época.

Esses instrumentos intelectuais têm uma função heurística: eles são a chave para se captar, analisar, compreender e explicitar uma realidade infinitamente complexa, extremamente diversificada e constantemente mutável. Mas, por outro lado, explicando metodicamente a organização e o funcionamento de um sistema agrário, concebemos um tipo de arquétipo que proporciona uma imagem coerente e harmoniosa dessa agricultura. Esse arquétipo – que evidencia a racionalidade de uma espécie particular de agricultura, que no fundo é sua razão de ser, de estender-se, de perpetuar-se, adaptando-se no espaço e no tempo – é necessário para identificar e para classificar as formas de agricultura observáveis como pertencentes àquela espécie e para reconhecer suas particularidades e suas eventuais disfunções. Nesse sentido, a concepção de um sistema agrário típico não deve cair na idealização e, menos ainda, na apologia. É preciso fazer a análise dos limites espaciais e temporais daquele sistema.

O PORQUÊ DAS ANÁLISES CONCRETAS

A teoria dos sistemas agrários não tem por função esgotar a riqueza da história e da geografia agrárias, e tampouco pretende fazê-lo. Essa teoria não é a soma da multiplicidade de conhecimentos acumulados neste domínio. Ela constata as formas de agricultura mais correntes e mais duráveis, mas não dá

conta das particularidades de formas de destino de cada agricultura singular. Tais particularidades só podem ser concebidas e compreendidas através da observação e da análise concreta de cada agricultura, às quais a teoria oferece um método e um referencial comprovados, mas não um conhecimento preconcebido da realidade que possa substituir-se àquela observação e àquela análise. A teoria não é um dogma.

Assim como a anatomia e a fisiologia humanas não podem dispensar o homem da arte de examinar seu paciente, a teoria dos sistemas agrários não autoriza a dispensar a observação, a pesquisa e a análise de cada agricultura particular. Inversamente, se a teoria do corpo humano é necessária para dar sentido à auscultação de um paciente e para fundar razoavelmente um diagnóstico e um tratamento, uma teoria é necessária para dar sentido ao estudo de uma agricultura e para fundamentar propostas apropriadas de intervenção (projetos, políticas).

A OPERACIONALIZAÇÃO DO CONCEITO DE SISTEMA AGRÁRIO

Lovois de Andrade Miguel e Daniela Garcez Wives

A operacionalização do conceito de sistema agrário no estudo de uma realidade agrária ou de uma forma de agricultura é realizada basicamente através da realização de um diagnóstico de sistemas agrários, também chamado “análise-diagnóstico de um sistema agrário” (ADSA).

Para a realização do diagnóstico de um sistema agrário, recomenda-se observar, com grande cuidado e atenção, alguns princípios, tais como: avaliar de forma ampla em que meio ou espaço está inserido o sistema e caracterizá-lo, analisando as possibilidades de implementação de inovações nesse meio rural, através do estudo e da experimentação das condições de apropriação de tais inovações pelos grupos sociais locais (MIGUEL, 2014); considerar as relações sociais, as contradições e limitações dos grupos sociais, sendo fundamental a concepção e a elaboração de inovações social, ecológica e economicamente apropriadas, adaptadas às condições reais das atividades produtivas; e, por fim, buscar a participação, ao lado dos técnicos e pesquisadores, dos produtores e agricultores envolvidos (MIGUEL; MAZOYER, 2014).

O diagnóstico de um sistema agrário, segundo Gret (1984), Brossier (1987) e Jouve (1992), tem como objetivos maiores: detectar os principais fatores e condições limitantes da produção agrícola, hierarquizá-los e experimentar localmente as propostas de solução; verificar as condições de apropriação das inovações propostas e as condições para difundi-las junto ao maior número de agricultores e produtores rurais, realimentando, assim, a pesquisa fundamental e fornecendo um diagnóstico pertinente e realista do meio rural em questão; incentivar a capacitação e o aperfeiçoamento de pesquisadores, técnicos, agricultores e produtores rurais; e, finalmente, subsidiar a concepção e a implantação de políticas e programas de desenvolvimento rural de abrangência local, regional e/ou nacional.

As principais etapas de um diagnóstico de sistemas agrários, segundo Gret (1984), Jouve (1992), Mondain-Monval (1993), Miguel e Mazoyer (2014), Cochet (2011) e Dufumier (2007), são as seguintes:

- **zoneamento regional (leitura da paisagem):** consiste na identificação do espaço geográfico, ou seja uma leitura da paisagem, onde os elementos do tipo ecológico e do tipo antrópico se articulam entre si de maneira organizada e finalizada. O espaço geográfico deve ser necessariamente definido e delimitado de maneira clara e precisa pelo pesquisador. Essa delimitação do espaço geográfico é uma “construção” progressiva, segundo a necessidade e o interesse do pesquisador. Igualmente, deve-se proceder utilizando a categoria analítica de leitura da paisagem, visando a uma descrição das diferentes “paisagens agrárias” e de suas características fundamentais do ponto de vista geomorfopedológico, climático, de vegetação, de recursos hídricos e humanos, etc.;

- **caracterização da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários:** consiste na reconstituição da evolução e diferenciação dos sistemas agrários que se sucederam no espaço e no tempo na área geográfica em estudo. Essa reconstituição, além da utilização de informações qualitativas, deve fazer uso, dentro do possível, de “variáveis socioeconômicas e produtivas” que apresentem informações relevantes acerca da agricultura e do mundo rural. Nesse sentido, deve-se ter o cuidado de buscar explicitar as causas e fatores desencadeadores do declínio/decadência e do surgimento/apogeu dos sistemas agrários que se sucederam ao longo da história agrária.

RELEVÂNCIA DA LEITURA DA PAISAGEM

Os contrastes entre as paisagens geográficas são geralmente de rica fisiografia e muito diversificadas, provocando, assim, problemas de extrema complexidade relacionados à sua ocupação, aos contatos entre grupos que as povoaram (ou que para elas migraram) e aos processos de adaptação ecológica, social e cultural. Entendendo a importância dos fatores naturais que integram a paisagem, tais como solo, flora, hidrografia e clima, compreende-se, em parte, o impacto desses fatores sobre a vida das sociedades; ou seja, para atuar sobre o meio, o homem não se coloca fora dele, como argumenta Paul Vidal de La Blache (1954):

O meio – quadro complexo de condições variadas de clima, solo, associações vegetais [...], situação, relevo – atua sobre os grupos humanos, estes respondem, reagindo adaptando-se ativamente a essas condições, determinando-se por uma ou várias das possibilidades que o meio oferece. Não há aqui uma relação de causa e efeito [...] (p. 6).

Sabe-se que um mesmo território propicia múltiplas leituras, e que, dada a relevância da leitura ou do conhecimento da paisagem, o homem não é passivo perante o meio, mas está sujeito a reações em graus e intensidades diversos, sendo, muitas vezes, esta leitura e este conhecimento fatores de diferenciação social. Eles proveem os homens de meios para melhor interagirem com a paisagem e o espaço.

Um estudo que busque utilizar o conceito de paisagem pode valer-se da perspectiva da complexidade, já que a paisagem é dotada de inúmeras dimensões. De acordo com Deffontaines (1973), a paisagem não pode ser entendida como uma estrutura estática ou estável no tempo, pois é uma estrutura dinâmica. No mesmo sentido, escreve Bertrand (1972):

[...] a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente

uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução [...] (p. 2).

Segundo Schier (2003), a paisagem deve ser encarada não apenas como um objeto de estudo, refletido e interpretado intelectualmente, mas como uma forma de vivência na plena positividade do cotidiano das pessoas. O estudo da combinação dos elementos físicos, biológicos e sociais – um conjunto geográfico indissociável, uma interface entre o natural e o social, uma análise em várias dimensões – caracteriza a paisagem sistêmica. A complexidade da paisagem é o tempo morfológico (forma), constitucional (estrutura) e funcional (funcionalidade), que não pode ser reduzido em partes.

A leitura da paisagem trata do espectro de complexidade que envolve aspectos teóricos, mas também o olhar do observador e toda sua subjetividade. Observador é, pois, aquele que vê e sente a paisagem, e que a interpreta e decodifica em suas significações subjetivas e objetivas. Assim, a paisagem pode ser tanto um recurso utilizado pelo senso comum quanto um recurso teórico (HEIDRICH; GAMALHO, 2012).

O processo histórico na formação da paisagem, quando visto como resultado da análise das transformações naturais e antrópicas no decorrer do tempo, contribui para que se identifiquem os arranjos sociais atuais e se compreenda em que medida os modelos de ocupação do território foram provocando alterações no ambiente natural. As paisagens agrárias oferecem as informações iniciais relevantes para a apreensão da realidade do espaço rural. Numa primeira aproximação da área de estudo, busca-se resgatar informações referentes a descrições das formações vegetais, da geologia, da geomorfologia, dos solos, do clima e da hidrografia. Um fator balizador para se apreender a complexidade do espaço rural encontra-se nos ecossistemas, os quais se constituem em potencialidades e, na mesma medida, em limites, decisivos para o desempenho das atividades agrícolas.

O modo de utilização do espaço adotado pelas sociedades representa um esforço de adaptação ao ecossistema, no sentido de explorar da melhor maneira possível seu potencial ou de minimizar os obstáculos. Essas formas de uso do espaço evoluem ao longo da história, em virtude de fatos que se relacionam entre si, sejam eles ecológicos (mudanças climáticas, desmatamento, depauperação do solo, etc.), técnicos (surgimento de novas tecnologias ou variedades, introdução

de novas culturas) ou econômicos (variações de preços, mudanças nas políticas agrícolas, etc.). As paisagens agrárias são a imagem visível do modo como uma sociedade organizou, explorou e antropizou seu espaço rural, no tempo e no espaço. Podem-se, assim, delimitar os espaços geográficos segundo os modos de exploração do meio implementados pelas sociedades agrárias locais.

Destarte, os principais objetivos a serem vislumbrados ao se realizar uma leitura da paisagem estão vinculados à verificação das heterogeneidades da região de estudo, à identificação dos diferentes tipos de agriculturas, à determinação dos condicionantes ecológicos das atividades agrícolas e, por fim, à formulação de hipóteses acerca das heterogeneidades e da formatação das paisagens agrárias. Para atingir tais objetivos, o que se deve então observar ao realizar a leitura da paisagem? Para responder a esta questão, cumpre levar em conta alguns elementos fundamentais, entre os quais: a distribuição espacial dos ecossistemas e a descrição dos diferentes tipos de formações; os modos de exploração do meio (ou tipos de agriculturas) predominantes e as infraestruturas sociais e produtivas (tipo, localização, estado de conservação, etc.); e, por fim, os indicadores de nível de vida e de condições de vida.

O principal resultado esperado de uma leitura da paisagem consiste na formatação de um zoneamento agroecológico preliminar da região de estudo, bem como na caracterização inicial das diferentes agriculturas existentes e na formulação de hipóteses sobre os condicionantes, com vistas a atingir um grau de aprofundamento (um grande quadro e/ou cenário) tal que permita inferir indagações e conclusões preliminares sobre a história regional. Tais resultados podem ser apresentados de várias formas, como, por exemplo, mediante a construção de um mapa com o zoneamento agroecológico da área de estudo ou mediante os perfis ou topossequências com a distribuição espacial das formas e modos de exploração do meio.

O que olhar durante esse percurso de construção da leitura da paisagem? Quais são os cuidados metodológicos necessários para a caracterização da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários?

Primeiro, o olhar deve recair sobre as fontes de informação, visando à realização de um diagnóstico de sistemas agrários. Essas fontes são bastante variadas e ricas; podem ser primárias (informações e dados coletados diretamente pelo pesquisador) ou secundárias (coletadas por terceiros e apropriadas pelo

pesquisador). Podem ser destacadas como fontes relevantes: as informações locais (entrevistas com “informantes-chave”, “leitura da paisagem”, etc.); os acervos históricos (relatórios, antigos registros, etc.) e dados secundários (censos, mapas, fotos aéreas, cadastros, trabalhos acadêmicos, etc.); e a bibliografia geral de abrangência nacional, regional e local (MIGUEL, 2014).

A realização de um diagnóstico de sistemas agrários demanda alguns cuidados de cunho metodológico e operacional, como os que são apontados na sequência. Deve-se procurar utilizar espaços geográficos homogêneos e delimitados, ou seja, proceder à realização de um zoneamento regional agroecológico no qual sejam descritos as características geomorfoclimáticas e os modos de ocupação e utilização do espaço geográfico em estudo; cumprir elaborar hipóteses sucessivas e progressivas sobre as situações e as realidades identificadas, de modo a permitir um avanço progressivo e contínuo no processo de conhecimento e diagnóstico da realidade agrária; ficar atento, durante o processo de construção do diagnóstico, para não desviar o foco do estudo, que deve ter como objeto central a caracterização da realidade agrária local e a evolução do modo de exploração do meio, nunca esquecendo que o foco principal é a história da agricultura e do meio explorado, e não a história dos personagens e pessoas eminentes locais (MIGUEL; MAZOYER, 2014).

Outro ponto importante a considerar é que a evolução de um sistema agrário não é necessariamente linear e completa; ou seja, as diferentes etapas de um processo de evolução e diferenciação dos sistemas agrários dificilmente eliminam resíduos de formas e modos de agricultura anteriores; e, além disso, a temporalidade dos eventos nem sempre pode ser definida com precisão, persistindo períodos de sombreamento e de transição entre o novo sistema agrário emergente e o antigo sistema agrário em regressão e em vias de desaparecimento.

Uma orientação que não pode ser ignorada sugere explorar as diferentes dimensões e escalas espaço-temporais e suas articulações, pois, com tal procedimento, é possível confrontar os acontecimentos e situações de cunho mais local com eventos mais gerais ou de maior abrangência. Isso implica

9 São informantes-chave indivíduos detentores de conhecimento e de informações de abrangência local, seja por suas atividades profissionais (agrônomos, médicos, engenheiros, etc.), seja por seu período de permanência como moradores ou produtores na região (antigos moradores, agricultores aposentados, políticos, etc.). Muitas vezes, as informações obtidas de forma oral junto aos informantes-chave são a única fonte histórica disponível em nível local e microrregional para embasar o processo de reconstituição da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários.

recorrer constantemente ao estudo das regiões ditas “de entorno”, pois muitos dos eventos e das realidades vivenciadas e identificadas nessas áreas “de entorno” podem reproduzir-se, em maior ou menor grau, na área de estudo.

Deve-se, ademais, buscar identificar e descrever os eventos e fatos históricos (locais, nacionais ou internacionais) que permitam explicar as grandes tendências evolutivas (crises, tensões e fatos históricos locais/regionais/nacionais ou internacionais causadores de rupturas e mudanças) que influenciaram a emergência ou o declínio de um sistema agrário.

Prosseguindo, faz-se mister estar atento para evitar particularidades e especificidades não representativas da região de estudo, pois é bastante comum a generalização equivocada de fatos ou eventos únicos, ou particulares de poucos indivíduos, para o contexto de toda a área ou região de estudo.

Durante a elaboração de um diagnóstico de sistemas agrários, é de todo pertinente confrontar e cruzar informações e dados obtidos em diferentes fontes (prática chamada de “triangulação” de fontes). Esses procedimentos são indispensáveis, e são tanto mais úteis e válidos quanto mais precários forem as fontes de informação escritas. O cruzamento de fontes diferentes possibilita realizar uma triagem das informações equivocadas ou avaliadas de maneira errônea e, assim, apurar a qualidade dos dados disponíveis. Não hesitar em descartar fontes aparentemente confiáveis, quando estas se revelam irreais ou destoam das demais fontes de informação.

Finalizando, recomenda-se buscar a otimização na obtenção e nas trocas de informações, tendo em vista que o tempo e os meios para a realização de um estudo de sistemas agrários são geralmente limitados.

Será proveitoso lembrar alguns princípios gerais valiosos que podem auxiliar na otimização dos diagnósticos de sistemas agrários:

- **Princípio da Ignorância Ótima** (“ignorar o que não é necessário saber para a compreensão do objeto de estudo”);
- **Princípio da Imprecisão Adequada** (“não medir nada com mais precisão do que for necessário para a compreensão do objeto de estudo”); e
- **Princípio da Saturação** (“parar os levantamentos de dados quando novas informações não acrescentarem nada de novo”).

Além das duas etapas descritas anteriormente, **zoneamento regional (leitura da paisagem)** e **caracterização da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários**, o diagnóstico de sistemas agrários pode comportar mais três etapas posteriores, as quais estão estreitamente relacionadas com a realidade atual e as perspectivas de desenvolvimento da realidade agrária. Essas três etapas são:

- **Caracterização e tipologia dos sistemas de produção:** consiste no estudo das unidades de produção e na elaboração da tipologia dos sistemas de produção. Pressupõe a construção teórica dos diferentes tipos de sistemas de produção a partir de seu reagrupamento, de acordo com as características e as especificidades identificadas nas diferentes unidades de produção da região de estudo;
- **Estudo aprofundado dos sistemas de produção:** consiste no aprofundamento do estudo dos sistemas de produção com o objetivo de testar hipóteses elaboradas ao longo das etapas precedentes; e
- **Proposição e execução de ações e projetos:** buscam identificar, selecionar e difundir possíveis tecnologias que permitam superar as limitações de desenvolvimento; podem igualmente desembocar na realização de novas ações de pesquisa ou em políticas públicas, gerais ou específicas.

O enfoque sistêmico na pesquisa e na extensão rural tem sido utilizado em diversas partes do mundo. Segundo Pinheiro (1992), o enfoque sistêmico tem sido empregado na Austrália, na Nova Zelândia, na Holanda, nos Estados Unidos e na França. No Brasil, a utilização dessa abordagem, no que tange ao estudo das formas de agricultura e do mundo rural, teve início na década de 1980 em alguns centros de pesquisa, órgãos públicos e universidades (IAPAR, no estado do Paraná; UNIJUÍ, no estado do Rio Grande do Sul; CPATSA, no estado de Pernambuco; EPAGRI, no estado de Santa Catarina; INCRA; etc.). Além de sua utilização com fins acadêmicos, a abordagem de sistemas agrários tem sido utilizada nos diagnósticos de realidades agrárias e na concepção, implementação, monitoramento e avaliação de ações em prol do desenvolvimento rural, em nível tanto do poder público quanto da iniciativa privada.

No Rio Grande do Sul, o conceito de sistemas agrários vem sendo utilizado, de maneira sistemática e contínua, em atividades de ensino e pesquisa desenvolvidas na UNIJUÍ; na Universidade do Estado do Rio Grande do Sul – UERGS (Curso de Graduação em Desenvolvimento Rural e Administração); na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural); na EMATER/RS (Diagnósticos Rurais Participativos); e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural). Alguns exemplos práticos de estudos de reconstituição e evolução de sistemas agrários realizados no Rio Grande do Sul, no âmbito das universidades e centros de pesquisa gaúchos, são apresentados na bibliografia complementar do capítulo 5 desta publicação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

APOLLIN, Frédéric; EBERHART, Christophe. *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural*: guía metodológica. Quito (Ecuador): CAMAREN, 1999.

INCRA/FAO. *Análise diagnóstico de sistemas agrários*: guia metodológico. Brasília, DF: INCRA, 1999.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. *História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: UNESP; Brasília, DF: NEAD / MDA, 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoría general de los sistemas*. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 1976.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia global: um esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, USP, v. 13, 1972.

BLOCH, Marc. *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*. Paris: Armand Colin, 1988.

BONNEVIALE, Jean-Régis; JUSSIAU, Roland; MARSHALL, Éric. *Approche globale de l'exploitation agricole*. Dijon: INRAP – FOUCHER, 1989. (Document INRAP, 90).

BROSSIER, Jacques. Système et système de production : note sur ces concepts. *Cahiers des Sciences Humaines*, Paris, v. 23, n. 3-4, p. 377-390, 1987.

BROSSIER, Jacques et alii. Recherche en gestion: vers une théorie de la gestion de l'exploitation agricole. In: BROSSIER, Jacques; VISSAC, Bertrand; LE MOIGNE, Jean-Louis (Éd.). *Modélisation systémique et système agraire: décision et organisation*. Paris: INRA, 1990. p. 65-92.

CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. São Paulo: Cultrix, 1982.

CHIA, E.; HAMDAN, Virginia. ¿Cómo estudiar el comportamiento de los productores agrícolas en una perspectiva de desarrollo? In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ECONOMÍA AGRARIA, 30, 1999, Bahía Blanca. *Anales...* Bahía Blanca, 1999.

COCHET, Hubert. *L'agriculture comparée*. Paris : Éditions Quæ ; NSS Dialogues, 2011. (Indisciplines).

DEFFONTAINES, Jean-Pierre. Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. *Économie Rurale*, Paris, v. 98, n. 1, p. 3-13, oct./déc. 1973.

DEFFONTAINES, Jean-Pierre; BROSSIER, Jacques. Système agraire et qualité de l'eau : efficacité d'un concept et construction négociée d'une recherche (développement durable, modélisation systémique). *Natures Sciences Sociétés*, Paris, v. 8, n. 1, p. 14-25, 2000.

DESCARTES, René. *Discurso do método*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

DUFUMIER, Marc. *Projetos de desenvolvimento agrícola: manual para especialistas*. Salvador: EDUFBA, 2007.

DUMONT, René. *L'Afrique noire est mal partie*. Paris: Seuil, 1980.

_____. *Pour l'Afrique, j'accuse*. Paris: Plon, 1986. (Terre Humaine).

DURAND, Daniel. *La systémique*. 3. ed. Paris: PUF, 1990. (Que sais-je ?, 1795).

FAO. *Guideline for Agrarian Systems Diagnosis*. Roma: Sustainable Development Department / Food and Agriculture Organization, 1999.

FIGUEREDO, Oscar Agustín Torres; MIGUEL, Lovois de Andrade. Algumas considerações sobre o desenvolvimento rural a partir da perspectiva sistêmica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2007, Fortaleza. *Anais...* SBSP, 2007.

GRAZIANO DA SILVA, José. *A modernização dolorosa: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil*. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

GRET. Démarches de recherche développement appliquées au secteur de la production rurale des pays en voie de développement. Paris ; Marseille: GRET, BLACT ; CFECTI ; SGAR-PACA 1984. (Ateliers Technologique et Développement).

HEIDRICH, Álvaro Luiz; GAMALHO, Nola Patrícia. Paisagem híbrida, territorialidades múltiplas e temporalidades diversas: notas para discussão a partir de uma leitura da paisagem

do Vale do Rio Três Forquilhas (RS). In: VERDUM, Roberto et alii (Org.). *Paisagem: leituras, significados e transformações*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2012. p. 189-206.

JOUVE, Philippe. *Le diagnostic du milieu rural: de la région à la parcelle*. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. Montpellier: Centre National d'Études Agronomiques des Régions Chaudes, 1992. (Études et Travaux du CNEARC, 6).

_____. Approche systémique et formation des agronomes. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. *Anais...*, p. 834-840.

LA BLACHE, Paul Vidal de. *Princípios de Geografia Humana*. 2. ed. rev. Lisboa: Cosmos, 1954.

LANDAIS, Étienne; LHOSTE, Philippe; MILLEVILLE, Pierre. Points de vue sur la zootechnie et sur les systèmes d'élevage tropicaux. *Cahiers des Sciences Humaines*, Paris, ORSTOM, v. 23, n. 3-4, p. 421-437, 1987.

LANDAIS, Étienne; DEFFONTAINES, Jean-Pierre. Les pratiques des agriculteurs: point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. In: BROSSIER, Jacques; VISSAC, Bertrand; LE MOIGNE, Jean-Louis (Éd.). *Modélisation systémique et système agraire: décision et organisation*. Paris: INRA, 1990. p. 31-64.

LAPIERRE, Jean-William. *L'analyse de systèmes: l'application aux sciences sociales*. Paris : Syros ; Alternatives, 1992.

MAIGROT, Jean-Louis; POUX, Xavier. *Les systèmes agraires du Plateau de Langres-Chatillonnais*. Dijon: CDDP de Haute Marne Chaumont, 1991.

MARTINE, George; GARCIA, Ronaldo C. (Org.). *Os impactos sociais da modernização agrícola*. São Paulo: Caetés ; HUCITEC, 1987.

MAZOYER, Marcel. *Dynamique des systèmes agraires*. Paris : Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, 1986. Rapport de Synthèse.

METTRICK, Hal. *Recherche agricole orientée vers le développement : le cours ICRA*. Wageningen: ICRA, 1994.

MIGUEL, Lovois de Andrade. A pesquisa-desenvolvimento na França e sua contribuição para o estudo do rural. In: DONI FILHO, L.; TOMMASINO, H; BRANDENBURG, A. (Org.). *Seminários sobre sistemas de produção: conceitos, metodologias e aplicações*. Curitiba: UFPR, 1999. p. 16-25.

_____. Da abordagem cartesiana à abordagem sistêmica. In: _____. (Org.). *Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. p. 11-25. (Educação a Distância, 2).

MIGUEL, Lovois de Andrade. Considerações teórico-metodológicas acerca da abordagem sistêmica da unidade de produção agrícola. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 10, 2014, Foz de Iguaçu. *Anais...*, p. 1-9.

MIGUEL, Lovois de Andrade; MAZOYER, Marcel. Sistemas agrários e desenvolvimento rural. In: CONTERATO, Marcelo Antônio et alii (Org.). *Pesquisa em Desenvolvimento Rural: aportes teóricos e proposições metodológicas*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2014. v. 1, p. 297-312.

MONDAIN-MONVAL, Jean-François. *Diagnostic rapide pour le développement agricole*. Paris : GRET ; Ministère de la Coopération et du Développement ; CTA ; ACCT, 1993. (Le Point, 18).

MORIN, Edgar. *O método 1: a natureza da natureza*. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

PILLOT, Didier. *Recherche développement et farming system research*. Paris: GRET ; Réseau Recherche Développement, 1987.

PINHEIRO, Sergio Leite Guimarães. O papel do enfoque sistêmico nas ações de pesquisa e extensão rural voltadas à agricultura familiar. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 19-21, jun./ago. 1992.

RAYNAUT, Claude (Org.). *Sahels: diversité et dynamiques des relations sociétés-nature*. Paris: Karthala, 1997.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. *Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura*. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998.

ROSNAY, Joël de. *Le macroscope: vers une vision globale*. Paris: Seuil, 1975.

SANTOS, Zuleima A. Pires de Souza; SOUZA, Maria Célia Martins de; CARRIERI, Alexandre de Pádua. Pesquisa em sistema de produção: uma revisão. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 127-139, 1994.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia. *RAE GA*, Curitiba, UFPR, n. 7, p. 79-85, 2003.

SEBILLOTTE, Michel. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In: COMBE, Laurette; PICCARD, Didier (Org.). *Les systèmes de culture*. Paris : INRA, 1990. p. 165-196.

_____. Approche systémique et formation des agronomes. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. *Anais...*, p. 39-79.

SEBILLOTTE, Michel; SOLER, Louis-Georges. Les processus de décision des agriculteurs. In: BROSSIER, Jacques; VISSAC, Bertrand; LE MOIGNE, Jean-Louis (Éd.). *Modélisation systémique et système agraire: décision et organisation*. Paris : INRA, 1990. p. 93-101.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. *Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência*. Campinas: Papirus, 2006.

VISSAC, Bertrand; HENTGEN, André. *Présentation du département de recherches sur les systèmes agraires et le développement*. Paris: INRA ; SAD, 1979.

WALLISER, Bernard. *Systèmes et modèles: introduction critique à l'analyse de systèmes*. Paris: Seuil, 1977.

WIVES, Daniela Garcez. *Fatores influentes na tomada de decisão e organização dos sistemas de produção da Base Ecológica da Banana no litoral norte do Rio Grande do Sul*. 2013. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ORIGEM E EXPANSÃO DA AGRICULTURA NO MUNDO

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

ANTECEDENTES, SURGIMENTO E EXPANSÃO DA AGRICULTURA NO MUNDO

Entre as milhares de espécies que a evolução produziu em 3,5 milhões de anos, o *Homo sapiens sapiens* – homem atual ou moderno, o homem pensador e sábio – é uma espécie muito recente, pois teria surgido na Terra há menos de 300.000 anos. É importante ressaltar que o *Homo sapiens sapiens* é o autor de progressos técnicos muito rápidos e variados. Desde o primeiro período de sua história, no Paleolítico recente (ou superior), que se estende de 40.000 a 11.000 anos A.P¹, assiste-se a uma profusão de novidades. A utilização de pedras duras, mais ou menos finamente talhadas, por percussão, e também por pressão e, em alguns casos, após aquecimento prévio, é cada vez mais variada e especializada. Com elas, fabricam-se diferentes tipos de buris, furadores, raspadores, facas, trinchetes, machados, lamparinas a óleo, etc. Aos instrumentos e armas de uso imediato, juntam-se instrumentos especializados destinados à produção de outros instrumentos. Aos instrumentos e às armas simples, juntam-se os instrumentos e armas compostas por duas ou mais partes, em diferentes materiais: pedra, osso e madeira. O trabalho com osso e marfim,

1 A.P. – Antes do Presente.

rudimentar até então, torna-se prodigioso e fornece arpões, pontas, lanças, garfos, propulsores, retificadores de flechas, agulhas com furos, etc. O trabalho com madeira, que deixou menos traços, foi sem dúvida consideravelmente desenvolvido. Os objetos fabricados foram cuidadosamente acabados e, por vezes, até finamente decorados.



Desenhos pré-históricos da Gruta de Rouffignac: mamutes e cabritos montanheses (período magdaleniano)

Fonte: MSM, 1997.

Esses novos equipamentos permitem aos homens caçar novas espécies de grande e pequeno porte, e desenvolver a pesca, colher mais eficazmente certos produtos vegetais, construir abrigos artificiais e ocupar-se em explorar novos meios. Adquire grande importância a caça coletiva, que agrupa dezenas de abatedores (incluindo mulheres e crianças), cercando rebanhos inteiros de animais gregários (renas, cavalos, bisontes, uros²...) para conduzi-los até obstáculos naturais (precipícios, becos rochosos...) ou armadilhas artificiais (paliçadas, gaiolas, emboscadas...). O *Homo sapiens sapiens* conquista, assim, muito rapidamente toda a área de extensão que ocupavam os neandertalenses. Em seguida, ele a ultrapassa, instalando-se no Japão, na Austrália e em certas ilhas, pois ele conhece a navegação. Enfim, penetra na América pela Sibéria

² Uro: boi da Europa, próximo do zebu da Ásia, já extinto. Também chamado *auroque*.

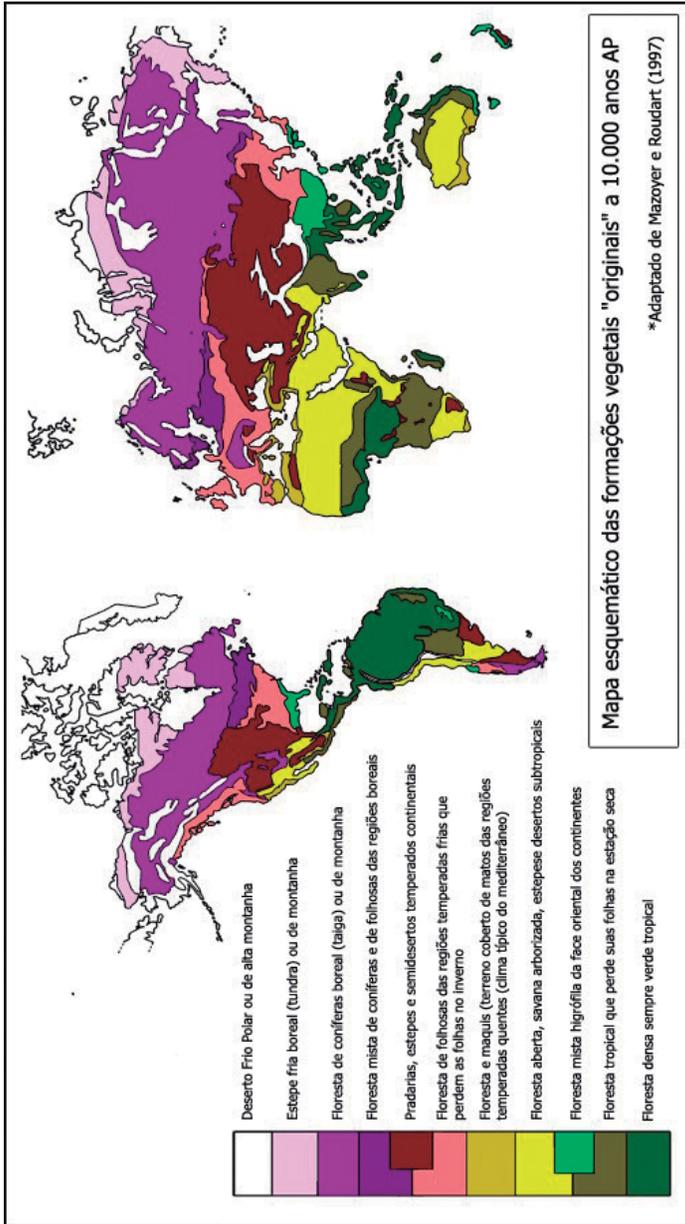
oriental e pelo Alasca. Dessa forma, há 20.000 anos, o homem já estava presente no conjunto de terras emergentes, com exceção das duas calotas glaciais, zonas de grande altitude e de algumas ilhas.

Finalmente, o que emerge com o *Homo sapiens sapiens* é uma fantástica abundância de objetos e de representações sem utilidade imediata. Tudo se passa como se as faculdades criadoras da espécie ultrapassassem suas necessidades materiais e pudessem responder a todos os tipos de aspirações transcendentais de ordem estética, simbólica ou memorial. Este acréscimo de criatividade se manifesta através da pintura, da gravura de paredes de certas grutas, pela ornamentação de objetos de uso corrente, como armas, os instrumentos e as diversas vestimentas, e pela fabricação de objetos de arte, como as estatuetas de baixo relevo, as pedras gravadas, as placas, os cabos de punhais em osso ou em marfim cinzelado.

Entre 16.000 e 12.000 anos A.P., o conjunto do planeta é uma vez mais palco de grandes mudanças e alterações ecológicas. Com o aquecimento do clima, as calotas glaciais derretem parcialmente e os milhares de metros cúbicos de água assim liberados elevam o nível dos mares em vários metros. O resultado é gelo polar no Equador e continentes cobertos de novas formações vegetais, tais como:

- *tundra, taiga, florestas mistas de coníferas e de folhosas* nas regiões frias;
- *florestas caducifólias de estação fria* nas regiões temperadas;
- *charnecas*³ oceânicas, campos e pradarias continentais;
- *florestas perenifólias* na região mediterrânea;
- *florestas abertas, savanas arborizadas e estepes* na zona do Saara (cuja desertificação ocorreu há menos de 10.000 anos A.P.);
- *florestas tropicais caducifólias de estação seca*;
- *floresta equatorial densa perenifólia*.

³ Corresponde ao francês *lande*: formação vegetal xerófila, arbustiva, baixa e fechada, dominada por arbustos e plantas herbáceas. Pode ser uma formação vegetal primária (especialmente em regiões com influência marítima) ou secundária (em decorrência de um intenso processo de antropização). Esta formação vegetal, quando é fechada e registra uma elevada ocorrência de arbustos de maior porte, recebe a denominação de *maquis*, “maqui”. O maqui ocorre nas regiões mediterrâneas, resultando da degradação da floresta mediterrânea de carvalhos-cortiça. Já quando apresenta a ocorrência de arbustos de menor porte e de plantas herbáceas, em especial na região mediterrânea, essa formação vegetal recebe o nome de *garrigue*, “charneca” (*Larousse Agricole*, 1981).



Mapa esquemático das formações vegetais originais há 10.000 anos A.P.

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 67.

A caça aos grandes animais aperfeiçoa-se ainda graças às armas, armadilhas e grandes caçadas coletivas, e intensifica-se a tal ponto que certas espécies são consideravelmente reduzidas, como o cavalo e o bisonte na Europa, ou mesmo aniquiladas, como o mamute no norte e o rinoceronte no sul. Há 12.000 anos A.P., desenvolve-se a caça de animais de porte médio não gregários (alces, cervos, cabritos, gazelas, javalis, asnos...) e a caça de animais de pequeno porte (coelhos, pássaros...), bem como a pesca e a colheita de moluscos (*escargots*, ostras, siris...), enquanto, nas regiões ricas em cereais e em leguminosas silvestres, assume real importância o consumo de grãos.



Reconstituição de uma casa neolítica (aproximadamente 8.000 anos A.P)

Fonte: SAMARA, Amiens, MSM, 1997.

Estes novos modos de predação são nitidamente diferenciados de uma região para outra: a cada um deles corresponde um conjunto de instrumentos e de armas específicas que permitem explorar os recursos próprios de um determinado meio. Frequentemente, caçadores, pescadores e coletores se deslocam de acampamento em acampamento, após terem esgotado os recursos da vizinhança. Todavia, em certos lugares privilegiados, ricos em produtos vegetais conserváveis (grãos, frutos secos,...) ou em produtos animais sempre renovados (pontos de passagem obrigatória de pássaros migrantes ou de outros animais, beira do mar ou de lagos e rios ricos em peixes,...), os recursos são

suficientemente abundantes para permitir que grupos importantes se instalem durante toda uma estação, e que até mesmo se fixem graças ao progresso dos procedimentos de conservação (secagem, defumação,...). Chama-se Mesolítico este período relativamente curto do fim da era da pedra lascada, nos quais os sistemas de predação se diferenciam e há abundância de utensílios especializados. Os utensílios compostos multiplicam-se: alguns são constituídos de suporte em osso ou em madeira sobre o qual são inseridas pequenas pedras talhadas, os micrólitos. O homem está então perto de atingir os limites de sua área de extensão atual, que vai da ponta sul do continente sul-americano até as regiões polares árticas e se eleva do nível do mar até 5.000 metros de altitude.

Há aproximadamente 12.000 anos A.P., começa a desenvolver-se um novo processo de fabricação de instrumentos, o polimento da pedra. Essa novidade inaugura o último período da Pré-História, o Neolítico. Este se prolongará até o aparecimento da escrita e da metalurgia. Além dos machados e enxós que se podem fabricar por meio do polimento de todos os tipos de pedras duras e passíveis de serem afiadas várias vezes, essa época é marcada por outras inovações revolucionárias, como a construção de moradias permanentes, a cerâmica de argila cozida e os primeiros desenvolvimentos da agricultura e da criação.

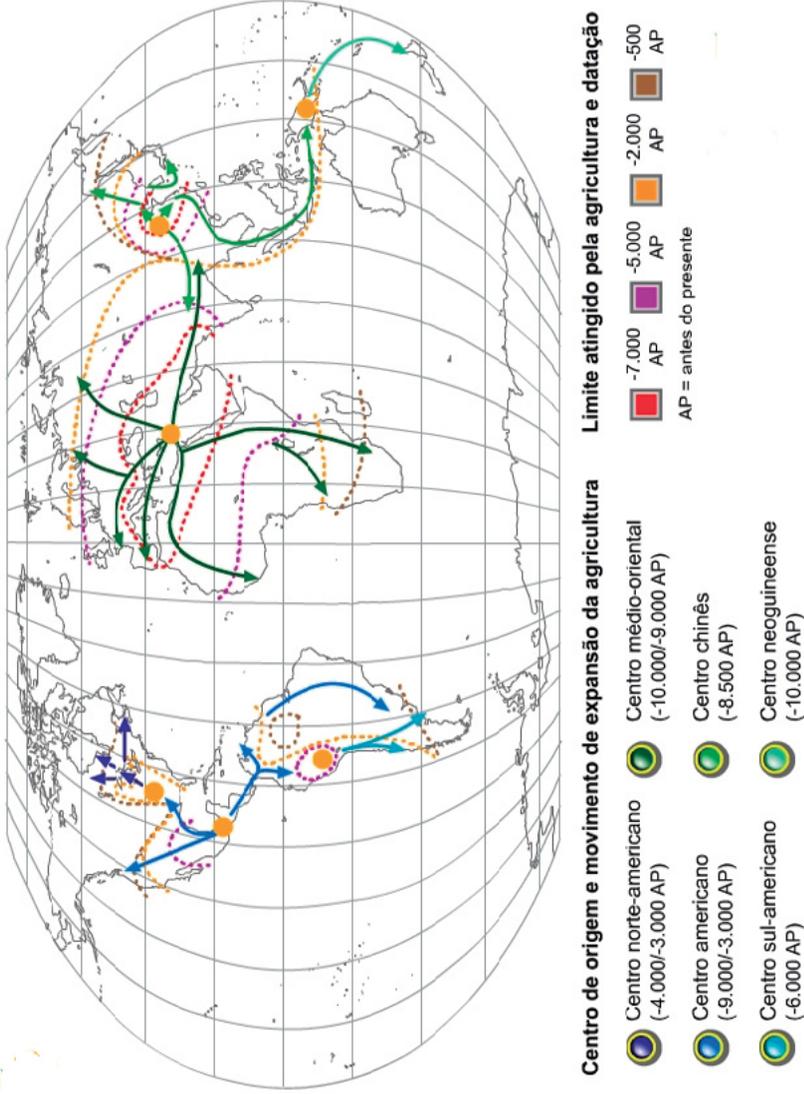
Entre 10.000 e 5.000 anos A.P., algumas dessas sociedades neolíticas tinham, com efeito, começado a semear plantas e a manter animais em cativeiro, visando a multiplicá-los e a utilizar-se de seus produtos. Nesta mesma época, após algum tempo, essas plantas e esses animais especialmente escolhidos e explorados foram domesticados e, assim, essas sociedades de predadores se transformaram, progressivamente, em sociedades de cultivadores e criadores. A partir de então, as sociedades de cultivadores e de criadores introduziram e desenvolveram espécies domesticadas na maior parte dos ecossistemas do planeta, transformando-os então, por seu trabalho, em ecossistemas cultivados, artificializados, cada vez mais diferentes dos ecossistemas naturais originais. Essa passagem da predação à agricultura é conhecida como Revolução Agrícola Neolítica.

No começo dessa mudança, as primeiríssimas práticas de cultura e de criação, que de agora em diante chamaremos *protocultura* e *protocriação*, eram aplicadas a populações de plantas e animais que não tinham perdido suas características selvagens. Mas, de tanto serem cultivadas e criadas, tais

populações adquiriram características novas, típicas de espécies domésticas que estão na origem da maior parte das espécies ainda cultivadas ou criadas atualmente.

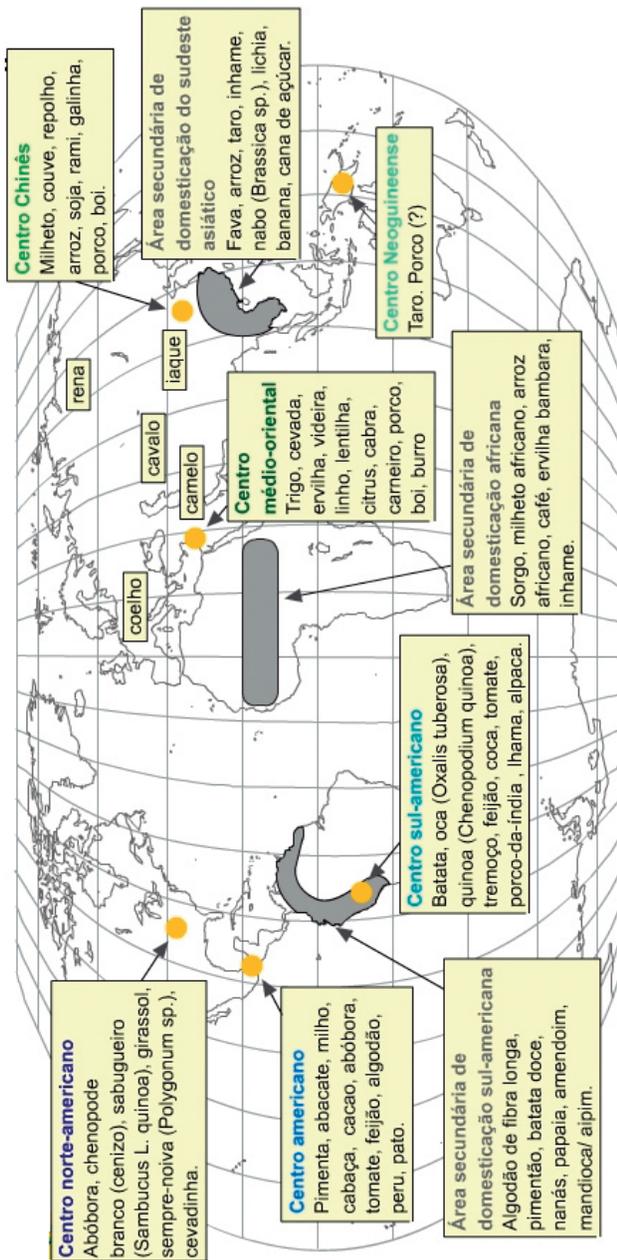
Cabe salientar que o homem não nasceu agricultor: quando surgiu, o *Homo sapiens sapiens* era caçador-coletor. Quando começou a praticar os cultivos e a criação, não encontrou na natureza nenhuma espécie previamente domesticada, mas domesticou um grande número delas. Também não dispunha de instrumentos anatômicos adaptados ao trabalho agrícola, mas fabricou-os em todas as variedades, e cada vez mais poderosos. Graças a essa prática, pôde ajustar os sistemas de cultivo e de criação extremamente variados e adaptados aos diferentes meios do planeta, mudando-os de acordo com suas necessidades e de acordo com as ferramentas disponíveis. As formas de agricultura estavam baseadas na exploração combinada de várias espécies, segundo modalidades de organização e de funcionamento muito diversas. Diversidade que se deve ao fato de que as sociedades humanas de cultivadores e criadores não são um simples resultado da evolução das espécies.

As regiões do mundo nas quais os grupos humanos, que viviam exclusivamente da predação de espécies selvagens, se transformaram em sociedades baseadas principalmente na exploração de espécies domésticas são, na realidade, pouco numerosas, não muito extensas e bastante afastadas umas das outras. Elas constituíam o que chamamos *centros de origem da revolução agrícola neolítica*, entendendo-se que o termo *centro* designa uma área, e não um ponto de origem. A partir de alguns desses centros, que nomearemos *centros irradiantes*, a agricultura estendeu-se a seguir para a maior parte das regiões do mundo. A cada centro irradiante corresponde, assim, uma *área de extensão particular*, que compreende todas as regiões atingidas pela agricultura oriundas desse centro. No entanto, certos centros não deram origem a uma área de extensão muito importante. Os centros pouco ou nada irradiantes foram, a seguir, englobados em uma ou em outra das áreas de extensão decorrentes dos *centros irradiantes*.



Centros de origem e áreas de extensão da revolução agrícola neolítica: a expansão da agricultura no mundo

Fonte: PLAGEDER/UFRGS. Adaptado de: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 98.



Centros de origem e áreas de extensão da revolução agrícola neolítica: locais e espécies domesticadas

Fonte: PLAGEDER/UFRGS. Adaptado de: MAZoyer; Roudart, 2010, p. 99.

Nas *áreas de extensão*, novas espécies de plantas e de animais foram domesticadas, e certas zonas que forneceram um grande número dessas novas espécies domésticas constituem, a partir dos centros de origem, verdadeiras *áreas secundárias de domesticação*. As sociedades de cultivadores e de criadores oriundas dos centros de origem geralmente propagam seu novo modo de vida colonizando passo a passo os diferentes territórios exploráveis do planeta. Agindo dessa forma, elas também encontraram sociedades de caçadores-coletores preexistentes, mais ou menos evoluídas, praticando às vezes também a protoagricultura, as quais, através desse contato, se converteram à agricultura.

Tanto nos centros de origem como nas áreas de extensão, as primeiras sociedades de agricultores se encontraram principalmente confrontadas a dois grandes tipos de *ecossistemas originais*: os ecossistemas arborizados mais ou menos densos, nos quais elas puderam praticar diversas formas de cultivo de derrubada-queimada e, acessoriamente, a criação de animais; e os ecossistemas herbáceos e abertos, onde, ao contrário, elas desenvolveram amplamente criações pastoris variadas, associadas ou não a algum cultivo. Essas sociedades também encontraram diversos meios inexploráveis através de cultivos ou criações, os quais continuaram virgens ou ocupados pelos caçadores-coletores.

CENTROS DE ORIGEM DA AGRICULTURA NEOLÍTICA

No estado atual das pesquisas, seis centros de origem da revolução agrícola neolítica – mais ou menos bem aceitos – são normalmente citados. Quatro dentre eles foram centros amplamente irradiantes, a saber:

- *o centro do Oriente Próximo*, que se constituiu na Síria-Palestina e, talvez mais amplamente, no conjunto do Crescente fértil, entre 10.000 e 9.000 anos A.P.;
- *o centro centro-americano*, que se estabeleceu no sul do México entre 9.000 e 4.000 anos A.P.;
- *o centro chinês*, que se constituiu, em princípio, há 8.500 anos A.P., no norte da China, nos terraços de solos siltosos (*loess*) do médio rio Amarelo, e depois se completou, estendendo-se para o nordeste e o sudeste, entre 8.000 e 6.000 anos A.P.; e

- o *centro neoguineense*, que provavelmente teria emergido no coração da Papuásia-Nova Guiné, há 10.000 anos A.P.

Dois outros centros de origem, pouco ou nada irradiantes, se teriam formado na mesma época. São eles:

- o *centro sul-americano*, que deve ter-se desenvolvido nos Andes peruanos ou equatorianos, há mais de 6.000 anos A.P.; e
- o *centro norte-americano*, que se instalou na bacia do médio Mississipi, entre 4.000 e 1.800 anos A.P.

Por muito tempo, considerou-se a emergência da agricultura neolítica como produto de um tipo de invenção e da generalização rápida de uma nova técnica produtiva tornada necessária devido à insuficiência dos recursos selvagens. Estas teorias relacionavam o surgimento da agricultura ao ressecamento do clima – a conhecida “teoria dos oásis” – ou à rarefação da grande caça superexplorada por uma população humana já demasiado numerosa. Estudos arqueológicos mais recentes sobre os diferentes centros de origem da agricultura neolítica apresentam uma nova percepção acerca do surgimento da agricultura. A transformação de uma sociedade que vivia da predação simples e dispunha de instrumentos, de organização social e do *savoir-faire* necessários a uma sociedade que vivia principalmente dos produtos oriundos de cultivos e criações – e contava com os meios materiais, a organização social e os conhecimentos correspondentes – aparece como um encadeamento complexo de mudanças materiais, sociais e culturais que se condicionaram uns aos outros e se organizaram por várias centenas de anos. A partir dessas novas concepções, o surgimento da agricultura passa a ser considerado um fenômeno complexo, longo e progressivo, resultado de uma verdadeira revolução social.

OS GRANDES CENTROS IRRADIANTES

O centro do Oriente Próximo

No Oriente Próximo, onde se formou um dos mais antigos e mais conhecidos centros de origem da agricultura neolítica, a lenta transição da

predação à agricultura durou mais de 1.000 anos e revolucionou todos os aspectos técnicos, econômicos e culturais do modo de vida dos homens. Naquela região do mundo, há aproximadamente 12.000 anos A.P., o aquecimento pós-glacial do clima fez com que a estepe fria fosse substituída progressivamente pela savana de faias e de pistacheiras, rica em cereais selvagens (cevada, trigo *einkorn* – *Triticum monococcum*, trigo amidoneiro – *Triticum dicoccum*, etc.) e que proporcionava também outras fontes vegetais exploráveis (lentilhas, ervilha, ervilhaca e outras leguminosas), assim como animais variados (javalis, cervos, gazelas, auroques, asnos e cabras selvagens, coelhos, lebres, pássaros, etc.) e peixes em certos locais.

Abandonando a caça à rena e a outros animais da tundra, expulsas para o norte devido ao aquecimento do clima, os habitantes das cavernas adotaram progressivamente novos modos de predação, centrados na exploração de cereais selvagens muito abundantes, capazes, por si só, de suprir grande parte das necessidades calóricas da população. O complemento proteico da ração alimentar provinha dos produtos da caça, da pesca, da coleta de leguminosas. Esse regime alimentar, predominantemente vegetariano, baseava-se na exploração de recursos abundantes – como jamais existira antes –, a ponto de permitir a subsistência de uma população numerosa e sedentária. A população cresceu, saiu das cavernas e passou a se estabelecer em novos habitats artificiais, agrupados em vilarejos de pequena dimensão (de 0,2 a 0,3 hectares), compostos de casas redondas, separadas umas das outras, alicerçadas em madeira, estabelecidas sobre fossos e suspensas por arrimos de pedra. A seguir, a população expandiu-se progressivamente sobre o conjunto desse ecossistema privilegiado.

O desenvolvimento desse novo modo de vida sedentário foi condicionado por toda uma série de inovações que permitiram explorar e utilizar mais intensamente os novos recursos. As foices formadas por lâminas de pedra talhada e as foices dentadas permitiam colher em poucas horas grãos suficientes para alimentar uma família inteira. A moenda, cavada na própria rocha ou em uma grande pedra, sobre a qual se moíam punhados de grãos com a ajuda de uma mó, permitia produzir farinha, da qual se obtinha uma massa e pães pouco espessos e arredondados, que podiam ser cozidos sobre as cinzas ou sobre grandes pedras aquecidas dentro de amplos fornos. A esses instrumentos acrescentaram-se pilões e silos, que permitiam estocar, na entressafra, os grãos

colhidos no verão. A invenção da cerâmica permitiria a produção de grandes potes de terracota, impermeáveis e resistentes ao fogo e, com isso, o cozimento de cereais e sopas de ervilhas e lentilhas. Também os machados e as enxós de pedra polida, que permitiam desmatar, cortar e trabalhar eficazmente a madeira, tiveram um papel relevante na construção das moradias e, mais tarde, no desmatamento de terras para cultivo.

No Oriente Médio, os primeiros surgimentos de trigo *einkorn* (*Triticum monococcum*) e de trigo amidoneiro (*Triticum dicocum*), completamente domesticados, datam de 9.500 anos A.P. A domesticação da cevada, da ervilha, da lentilha, do grão de bico, da ervilhaca, do cezirão (ervilha-de-cheiro) e do linho parece ter sido realizada há cerca de 9.000 anos A.P. No que se refere aos animais, a domesticação do cachorro, sem dúvida o primeiro animal domesticado pelo homem, remonta a 16.000 A.P., seguida pela domesticação da cabra (9.500 anos A.P.), da ovelha (9.000 anos A.P.), dos bovinos (8.400 anos A.P.) e do asno (5.500 anos A.P.). Para que pudessem ser domesticados nestes períodos, era preciso que a protocultura e a protocriação de formas ainda selvagens dessas plantas e desses animais tivessem começado anteriormente, dezenas ou até mesmo muitas centenas de anos antes (FERAULT; LECHATELIER, 2012).

Em geral, admite-se que as primeiras sementeiras aconteceram de forma acidental, na proximidade das moradias, em lugares de debulha e de preparo culinário das plantas selvagens. A protocultura se teria desenvolvido nesses mesmos terrenos, já desmatados, enriquecidos de detritos domésticos, e em terrenos regularmente inundados pelas cheias dos rios, ricas em sedimentos aluvionais, que não exigiam nem desmatamento nem preparo do solo.

No entanto, como esses terrenos favoráveis eram limitados, os cultivos foram alcançando os terrenos arborizados, que os machados de pedra polida permitiram desmatar facilmente pela derrubada seguida de queimada, antes de serem disponibilizados para cultivo. A prática da derrubada, seguida de queimada, parece ter sido testada muito cedo no centro próximo-oriental, no centro norte-americano e, sem dúvida, também no centro chinês. Assim sendo, avalia-se a importância do domínio das técnicas de polimento da pedra para os primeiros desenvolvimentos da agricultura. Com efeito, a derrubada em grande escala dos bosques teria sido muito difícil com os machados de pedra lascada, que se desgastavam rapidamente, além de serem de difícil fabricação. Já os machados de pedra polida eram menos frágeis, pois podiam ser confeccionados

com vários tipos de pedras duras, inclusive com pedras não talháveis, além de poderem ser afiados sempre que necessário.

Entre 9.500 e 9.000 anos A.P., observou-se também o aparecimento de vilarejos ocupando territórios de grande dimensão, compostos por casas quadrangulares, justapostas umas às outras. Estas mudanças testemunham um crescimento da população e uma transformação da organização social. Assim, em meados do décimo milênio antes de nossa era, as vilas de caçadores-coletores sedentários que praticavam ocasionalmente a protocultura e a protocriação passaram de uma economia essencialmente baseada na predação para uma economia apoiada na prática de cultivos e de criação bem ampla e bastante sustentável. Em um primeiro momento, pode-se pensar que as sociedades de caçadores-coletores tenham lançado mão, cada vez mais intensamente, dos produtos da agricultura e da criação, quando os produtos da predação se tornaram insuficientes para alimentá-las. Porém, é forçoso constatar que não existem elementos que confirmem uma crise da predação nessa época. Muitas evidências apontam que as sociedades de caçadores-coletores não conheciam a penúria e que estes passavam geralmente menos tempo do que os agricultores obtendo alimento. A questão do papel da densidade da população na passagem da predação à agricultura é algo ainda controverso. Dado que o volume de alimento que se pode extrair sustentavelmente por simples predação de um território delimitado é necessariamente restrito, o aumento da população de um vilarejo de caçadores-coletores sedentários reduz a quantidade de recursos disponíveis para cada indivíduo, caçador ou coletor. Alcança-se assim uma situação de *superexploração* do meio, que conduz essa população à penúria e à fome.

Frente a essa situação, a população de caçadores-coletores pode buscar um meio para conter seu crescimento (por exemplo, controlando a natalidade), ou para ter acesso a novos recursos (por exemplo, colonizando ou conquistando novos territórios); ou, então, pode desenvolver um novo modo de exploração do meio, mais produtivo do que a simples predação (por exemplo, desenvolvendo a agricultura).

Neste último caso, o crescimento da população de um vilarejo de caçadores-coletores sedentários aumenta progressivamente o tempo de trabalho com as atividades de caça-coleta, tornando-o superior ao tempo de trabalho necessário à realização de atividades de cultivo e de criação. No entanto,

não basta que o tempo de predação se torne superior ao tempo necessário à realização de cultivos e à criação para que uma sociedade de caçadores-coletores se transforme automaticamente em uma sociedade de agricultores: é preciso ainda que se façam presentes determinadas condições ecológicas e sociais.

Aproximadamente na metade do décimo milênio antes de nossa era, no Oriente Próximo, os habitantes dos vilarejos de caçadores-coletores confrontaram-se, sem dúvida alguma, com esse tipo de conjuntura. Como eles já dispunham de todos os utensílios necessários e como já praticavam episodicamente a protocultura e a protocriação, foi-lhes possível desenvolver tais práticas, quando elas se tornaram mais vantajosas que a predação. Desse modo, reunidas as condições técnicas (ferramentas, conhecimento), as condições demográficas (densidade da população) e as condições econômicas (tempo de trabalho), a passagem da predação à agricultura pôde ser realizada rapidamente.

Sabe-se que uma mudança técnica e produtiva de tal amplitude não é possível sem profundas transformações sociais e culturais. Com efeito, as maiores limitações para a realização da agricultura requeriam a existência de uma organização e de regras sociais que assegurassem e respeitassem as condições desse novo modo de produção: reservar parte da produção para semente; excluir do abate os animais reprodutores e em crescimento; reconhecer o fruto do trabalho agrícola, respeitando os animais e as plantações realizadas por outros indivíduos.

Constituíram-se assim grupos domésticos de produção-consumo, capazes de gerenciar e de perpetuar a atividade agrícola, e de repartir seus frutos. Esses grupos familiares possuíam um teto próprio, um forno, um silo e, conforme a estação, sementes estocadas ou no solo, cultivos de cereais em fase vegetativa ou ainda não colhidos, bem como animais. Nessas sociedades de agricultores, a divisão do trabalho e das responsabilidades conforme o sexo e a idade, a repartição dos produtos, mas também o destino de certos bens em caso de casamentos, e ainda a transmissão de responsabilidades e bens quando do falecimento dos anciãos, ou ainda no momento da segmentação do grupo, obedeciam necessariamente a um mínimo de regras sociais. Estas garantiam a reprodução proporcional do grupo e das linhagens de plantas cultivadas e de animais domésticos dos quais dependia sua sobrevivência. Isso não significa que as proibições, a moral e as obrigações impostas pela autoridade familiar

ou pela autoridade do vilarejo se reduzissem a esta função de regulamentação econômica. Não significa tampouco que essas regras não tenham sofrido nenhuma contradição, nenhuma disposição antieconômica ou nenhuma derrogação. Significa simplesmente que, entre todas as regras que regiam a vida do grupo, existia um subconjunto suficiente para permitir que o grupo se reproduzisse e renovasse seus novos meios de existência. Além do mais, pode-se pensar que a religião emergente teve um papel na instauração dessas novas regras de vida.

Finalmente, é preciso reconhecer que nada do novo modo de vida teria sido compreendido, transmitido de um indivíduo a outro, conservado de geração em geração e aperfeiçoado sem a ajuda da linguagem. Esta deveria estar apta a expressar as novas condições materiais, as novas práticas produtivas, a nova organização e as novas regras sociais, assim como as ideias, as representações e as crenças correspondentes.

Em resumo, a revolução agrícola neolítica, como as outras revoluções agrícolas da história, não foi somente uma ampla mudança de um sistema econômico preparado por toda uma série de mudanças técnicas. Ela também foi necessariamente condicionada por uma profunda revolução social e cultural.

O centro irradiante chinês

Os primeiros assentamentos de vilas de cultivadores neolíticos sedentários da China pertenciam à civilização dita de Yang Shao, caracterizada por suas cerâmicas coloridas. Esses assentamentos estavam localizados no coração do dispositivo mesolítico chinês, sobre altos terraços de solos siltosos (*loess*) pouco irrigados pelo médio rio Amarelo e seu afluente da margem direita, o rio Wei. Os mais antigos dentre esses assentamentos remontam a 8.500 anos A.P. no Henan, de onde se teriam expandido a seguir para o noroeste, para o oeste e para o sudoeste. O milho, alguns legumes (couve, nabo), o rami, bem como a amoreira para a criação do bicho da seda, participam do complexo cultural bem limitado dessas regiões de origem. A presença de ossos de animais domésticos nos sítios neolíticos chineses antigos testemunha o desenvolvimento da criação (galinha, porco, boi). Estendendo-se a leste, nas regiões mais irrigadas e, sobretudo, nos vales baixos dos rios Amarelo e Azul, esse complexo cultural se

enriquece pela presença de duas plantas cultivadas muito importantes, a soja, vinda do nordeste, e o arroz, vindo do sudeste.

O centro irradiante centro-americano

Uma primeira área de origem da agricultura neolítica americana se teria constituído progressivamente no sul do México, entre 9.000 e 4.000 anos A.P. No começo desse período, pequenos grupos de caçadores-coletores nômades teriam começado a se reunir na estação úmida para praticar a coleta, bem como, sem dúvida, de modo complementar, o cultivo da pimenta e do abacate. Há aproximadamente 7.000 anos A.P., esses vilarejos temporários de cultivadores sazonais tornaram-se mais relevantes, destacando-se os cultivos primaveris e estivais de milho precoce, de abóbora, de abobrinha, bem como, mais tarde, há aproximadamente 5.000 anos A.P., o cultivo do feijão. Todavia, essas populações continuavam nômades na baixa estação e tentavam obter, pela caça e pela coleta, uma parte ainda significativa de sua subsistência. Há 3.500 anos A.P., começou a ser cultivado o algodão e, de modo menos intenso, o sapotizeiro e o amaranto. Foi tão somente nesse momento que a agricultura passou a ser o modo predominante de exploração do meio. As populações tornaram-se sedentárias, e surgiram vilarejos permanentes no vale de Tehuacan e em vários outros locais (Tamaulipas, Oaxaca, etc.). Notemos ainda que os únicos animais domesticados no México foram o peru e o pato da Barbária e que essa domesticação interveio muito tardiamente, há cerca de 2.000 anos A.P.

O centro irradiante neoguineense

O cultivo do taro⁴ e de outras plantas originárias do sudeste asiático e da Oceania parece ter começado nas montanhas da Papua-Nova Guiné há aproximadamente 10.000 anos A.P. Essa datação, porém, é muito aproximativa, pois aquelas plantas não deixaram praticamente nenhum traço arqueológico. Em um primeiro momento, elas teriam sido protegidas e talvez até cultivadas em

⁴ Taro: vocábulo de origem taitiana, que designa uma planta tropical, da família das Aráceas, cultivada por seu tubérculo alimentar, também conhecido como inhame-coco ou inhame dos Açores.

locais de ocorrência natural, espalhadas naquela região densamente arborizada. Depois, há mais ou menos 9.000 anos A.P., esses cultivos teriam sido reunidos em parcelas cercadas, para protegê-los dos porcos domesticados localmente ou dos javalis. O porco doméstico proveniente do continente asiático somente teria chegado à Nova Guiné por volta de 5.000 anos A.P. e teria cruzado com os javalis selvagens ou em vias de domesticação.

CENTROS DE POUCA OU NULA IRRADIAÇÃO

O centro irradiante sul-americano

Na América do Sul, as pesquisas arqueológicas não permitiram localizar claramente nenhum centro de origem da agricultura. Todavia, a domesticação de certas plantas, feijões de Lima, batata, oca, quinoa, tremoço, assim como a da cobaia, ou porco da Índia, da lhama e da alpaca, no norte dos Andes, datam de 6.000 anos A.P. Nessas paragens, a domesticação teria começado antes da chegada da agricultura de origem centro-americana e, portanto, certamente, de maneira independente. É possível que essa agricultura sul-americana se tenha irradiado pelo espaço andino (há cerca de 4.500 anos A.P.).

O centro irradiante norte-americano

Na América do Norte, identifica-se o surgimento de um centro de origem situado entre os Apalaches e a grande pradaria continental. Entre 4.000 e 3.000 anos A.P., o sabugueiro dos pântanos, a abóbora, o girassol e a anserina (falso morangueiro) foram ali domesticados. Todavia, naquela época, esses cultivos sazonais, praticados nas margens dos lagos e dos rios regularmente limpos pelas cheias da primavera, desempenhavam apenas um papel complementar para populações que exploravam simultaneamente os importantes recursos do meio aquático e, permanecendo nômades, praticavam a caça e a colheita no restante do ano. A conversão dessas sociedades ainda de caçadores-coletores, mas que praticavam esporadicamente a agricultura, em sociedades de cultivadores

sedentários ocorreu bem mais tarde, entre 2.500 anos A.P e o ano 200 de nossa era, com a domesticação de três plantas capazes de garantir o essencial da ração alimentar: a sempre-noiva, a cevadilha e um tipo de milho.

Áreas de extensão

Fora dos centros de origem, os cultivadores migrantes oriundos dos centros irradiantes, à medida que expandiam suas áreas de cultivo e criação, encontraram dois grandes tipos de formações vegetais mais ou menos virgens: de um lado, as formações herbáceas, por vezes arborizadas ou arbustivas, mas em todo caso abertas (tundra, estepes de altitude, planícies continentais, estepes áridas, savanas tropicais); do outro, formações arborizadas fechadas, mais ou menos densas (taiga, florestas mistas de coníferas e de folhosas, florestas folhosas temperadas e mediterrâneas, florestas tropicais caducifólias de estação seca, florestas equatoriais perenifólias).

Munidos de seus machados de pedra polida, os cultivadores estavam aptos a realizar a agricultura de derrubada-queimada nas áreas de florestas menos densas e, portanto, mais fáceis de desmatar. Porém, enquanto esses meios se mantivessem arborizados e fechados, a criação ocuparia apenas um espaço reduzido. Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada estenderam-se então amplamente pelas florestas temperadas e tropicais, deixando de lado a taiga (pouco fértil e com clima muito frio) e a floresta equatorial (demasiado difícil de desmatar).

Ao contrário, nas formações herbáceas abertas, facilmente penetráveis e imediatamente exploráveis pelos herbívoros domesticados, as criações pastoris nômades ou seminômades podiam facilmente estender-se de área em área. Como os agricultores neolíticos não dispunham de instrumentos de trabalho do solo que lhes permitissem controlar facilmente o tapete herbáceo denso de uma pradaria ou de uma savana, e como, por outro lado, as estepes descontínuas eram pouco férteis, as atividades de cultivo só podiam representar nesses sistemas um papel secundário. Nessas circunstâncias, constituíram-se as sociedades de pastores de bovídeos das savanas saarianas – antes de sua desertificação –, as sociedades de criadores de iaques das estepes de altitude da Ásia central, as sociedades de criação de cavalos das pradarias e das estepes

euro-asiáticas, as sociedades de criadores de renas da tundra, os criadores de cabras e de ovelhas nas formações herbáceas com presença de arbustos das altitudes mediterrâneas e próximo-orientais e as sociedades de criadores de lhamas e de alpacas dos Andes e outras.

Desde o Neolítico, operou-se uma primeira grande diferenciação geográfica entre sociedades de cultivadores e sociedades de criadores. Isso, entretanto, não significou uma separação absoluta entre as atividades de cultivo e as de criação. Ao contrário, raros foram os sistemas de cultivo que não comportassem algumas criações e raras foram as sociedades pastoris que não praticassem alguns cultivos. Veremos, aliás, que os sistemas agrários posteriores frequentemente associaram cultivos a criações, e isso cada vez mais estreitamente.

Assim, em alguns milênios, o processo de expansão da agricultura neolítica produziu quatro grandes áreas de extensão a partir de quatro principais centros irradiantes. A agricultura neolítica de *origem próximo-oriental* estendeu-se passo a passo em todas as direções, a contar de 9.000 anos A.P. No oitavo milênio, alcançou o conjunto do Oriente Próximo e as margens orientais do Mediterrâneo. No quarto e quinto milênios, propagou-se até as margens ocidentais do Mediterrâneo e, através do vale do Danúbio, penetrou na Europa central e, em seguida, no noroeste europeu. Ao mesmo tempo, estendeu-se, a leste, até a Índia e, ao sul, até a África central, contornando a grande floresta equatorial. Nos quarto e terceiro milênios antes de nossa era, progrediu ainda a leste, ao longo da estreita banda de floresta fechada que bordejia o sul da taiga, até o Extremo Oriente, onde então entrou em contato com a agricultura de origem chinesa. Na África, continuou a propagar-se para o sul até uma época recente.

No nono milênio antes de nossa era, a agricultura de origem chinesa, à base de milheto, não ocupava mais do que o médio e o baixo vale do rio Amarelo. No oitavo milênio, após ter adotado o cultivo do arroz, ela se estendeu até o rio Azul e, há 6.000 anos A.P., tinha alcançado a Manchúria, a Coreia, o Japão, a Ásia central, o sudeste da Ásia, onde se combinou com a agricultura de origem neoguineense, e o sul asiático (Índia), onde encontrou a agricultura de origem próximo-oriental.

A agricultura de *origem centro-americana*, à base de milho, começou a estender-se para fora de seu centro de origem apenas no sexto milênio A.P., para alcançar os continentes sul-americano e norte-americano. Progredindo rumo ao sul, ela atingiu os Andes e a costa peruana há 3.500 anos A.P. e o Chile há 2.000 anos A.P., aproximadamente. Nesse ínterim, fundiu-se com a agricultura oriunda do centro sul-americano. Posteriormente, essa agricultura neolítica americana ainda progrediu até os primeiros séculos de nossa era para o leste e o sudeste, contornando a grande floresta amazônica, sem atingir a extremidade sul do continente. Progredindo para o norte, atingiu o sul da Califórnia e o médio Mississipi no princípio de nossa era e fundiu-se com a agricultura oriunda do centro norte-americano. A partir de então, continuou a estender-se rumo ao norte, subindo o vale do Ohio e chegando, mais ou menos no ano 1.000, às margens dos Grandes Lagos e do São Lourenço, deixando de lado as grandes pradarias do centro e do oeste, assim como as Montanhas Rochosas e o grande norte.

Quanto à agricultura de *origem neoguineense* à base de taro, ela se dispersou pouco a pouco pelas ilhas indonésias e pacíficas até o princípio de nossa era. No curso desta rota, enriqueceu-se com plantas (milheto, inhame, banana) e animais domésticos originários da Ásia.

A expansão da agricultura neolítica fora dos centros de origem aparece como um fenômeno lento, que se prolongou durante milênios. Assim, a agricultura de origem do Oriente Médio levou mais ou menos 4.000 anos para chegar às margens do Atlântico e do Báltico e mais de 6.000 anos para chegar ao Extremo Oriente e ao sul da África. Sua velocidade média de progressão foi da ordem de um quilômetro por ano.

Todavia, vastas regiões do globo não foram atingidas por essa primeira leva de expansão da agricultura. No século XV, na época dos Grandes Descobrimentos, regiões como a Austrália, o sul da África e da América do Sul, o noroeste da América do Norte e o grande norte da América e da Eurásia ficaram de fora. Por outro lado, as grandes florestas equatoriais, amazônica, centro-africana e asiática, e as grandes pradarias dos dois continentes americanos ficaram à margem desse vasto movimento. Depois, as colônias de povoamento branco e as economias de *plantation* ocuparam amplas frações dessas terras virgens. Mas, ainda hoje, a agricultura não é universal: os meios dificilmente penetráveis ou pouco férteis, como os desertos áridos, os desertos frios polares ou de altitude,

a taiga e uma parte das florestas equatoriais, ainda permanecem incultos e às vezes são explorados por povos caçadores-coletores (*boshimans* do Kalarari, esquimós da Groenlândia, pigmeus das florestas da África central, negritos das florestas do sudeste asiático e índios da Amazônia).

A agricultura neolítica parece ter seguido duas modalidades de propagação e de expansão. Na primeira, essa propagação resultaria da colonização progressiva, pelas sociedades agrárias provenientes dos centros irradiantes, de territórios anteriormente vazios ou ocupados por caçadores-coletores. Na segunda, ela resultaria da transmissão progressiva das ferramentas, das espécies domesticadas, dos saberes e do *savoir-faire* agrícola a sociedades de caçadores-coletores preexistentes, que, desse modo, se teriam convertido à agricultura.

A maior parte das observações arqueológicas mostra que as áreas de extensão foram geralmente colonizadas passo a passo por sociedades agrárias pioneiras previamente constituídas. A colonização agrária não acarreta necessariamente a conversão por contato; muito pelo contrário. Com efeito, durante séculos, os agricultores imigrantes não ocuparam a totalidade dos territórios que colonizaram e, por isso, tiveram contato com povos de caçadores-coletores, com os quais inevitavelmente praticaram trocas técnicas e culturais. Conforme o caso, os caçadores-coletores pouco numerosos foram assimilados biológica e culturalmente, ou então, ao longo do processo, converteram-se à agricultura. Essa cooperação poderia, aliás, explicar em parte as modificações dos instrumentos, do hábitat e da cerâmica, que se deram à medida que a agricultura progredia em novos territórios.

Durante o processo de propagação e expansão da agricultura, as sociedades agrárias neolíticas encontraram também novas espécies selvagens exploráveis, que podiam, por sua vez, ser domesticadas. Enquanto certas regiões do mundo forneceram pouquíssimas espécies domésticas (na Europa, por exemplo, somente o centeio e a aveia foram domesticados), outras, pelo contrário, contribuíram com um número significativo de espécies domesticadas, a ponto de constituírem, a partir dos centros de origem, verdadeiras *áreas secundárias de domesticação*. Trata-se principalmente:

- do norte, do oeste e do centro-oeste do continente sul-americano, onde foram domesticados o amendoim, a mandioca, o algodão de fibra longa

(*Gossypium barbadense*), a pimenta, o feijão de Lima, a batata-doce, o abacaxi, etc.;

- da África tropical do norte do equador, de onde provieram o sorgo, o milheto, o arroz africano, o voandzu (ervilha bambara), o quiabo, o inhame africano, etc.;
- do sudeste da Ásia, de onde são provenientes a fava, o taro, o inhame chinês, o rami, a lichia, a bananeira, a cana-de-açúcar, as cítricas, etc.

No que diz respeito aos animais, muitas espécies foram domesticadas nas áreas de irradiação secundária: o zebu, no Baluquístão (há mais de 8.000 anos A.P.); o cavalo, nas grandes pradarias continentais da Europa oriental, e o asno, no Egito (há 5.500 anos A.P.); o dromedário, na Arábia (há 5.000 anos A.P.); o camelo, no Irã (há 4.500 anos A.P.); o búfalo, na Índia (há 2.750 anos A.P.); a galinha-d'Angola, no Mediterrâneo (há 2.500 anos A.P.); o iaque, no Tibete, o gauro (búfalo selvagem), na Indochina, e a rena, na Sibéria (há 2.000 anos A.P.). Já a domesticação de coelho na Europa ocidental teria ocorrido na Idade Média.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como escreveu Harlan (1972), citado por Mazoyer e Roudart (2010, p. 126), “a agricultura nunca foi descoberta ou inventada”. No estado atual dos conhecimentos, ela aparece como o resultado de um longo processo de evolução que afetou muitas sociedades do *Homo sapiens sapiens* no fim da Pré-História, na época neolítica. As sociedades de predadores que se transformaram em sociedades de agricultores estavam entre as mais avançadas da época. Elas dispunham de instrumentos sofisticados de pedra, exploravam recursos vegetais suficientemente abundantes para lhes permitir viverem agrupadas em vilarejos, sedentárias, e praticavam, sem dúvida, o culto de seus ancestrais.

As condições técnicas, ecológicas e culturais bem particulares nas quais emergiram as primeiras sociedades agrárias da história só foram reunidas há muito pouco tempo, e somente em algumas regiões privilegiadas do planeta. A agricultura neolítica expandiu-se, a seguir, em um mundo em vias de neolitização

que se desenvolveu de modo muito diferente, não raro por colonização agrária direta, ou pela conversão gradual de sociedades de caçadores-coletores.

Essa expansão agrícola neolítica permitiu, com certeza, um forte crescimento da população mundial; mas, por outro lado, ela não constituiu uma resposta à crise da predação nas sociedades de caçadores-coletores nômades já existentes. Nos centros de origem da agricultura neolítica, é provável que as populações sedentárias, agrupadas em vilarejos em forte expansão, cada um deles explorando um território definido, se tenham chocado, em determinado momento, com os limites de explorabilidade desse território por simples predação. A partir desse momento, o tempo necessário para colher e caçar as espécies selvagens superexploradas tornou-se superior ao tempo necessário para cultivá-las e criá-las. Entretanto, como as condições técnicas (utensílios) e etológicas (sedentarismo) já se encontravam reunidas, a protocultura e a protocriação tornaram-se, nesses lugares, mais vantajosas do que a simples predação. Restava, todavia, a essas sociedades realizar a última e mais difícil das condições necessárias ao desenvolvimento da agricultura. Tratava-se de uma verdadeira revolução social e cultural, que, por mais necessária que nos pareça atualmente, continua sem explicação e irredutível àquela necessidade.

Quanto à domesticação, mesmo que não haja dúvida de que os primeiros agricultores soubessem reconhecer e preservar as linhagens de plantas e de animais que lhes traziam vantagens evidentes, ela surgia como um resultado final não premeditado, inconcebível a priori, das práticas da protocultura e da protocriação aplicadas a populações de espécies selvagens particularmente exploradas, algumas das quais se revelaram progressivamente domesticáveis.

Partindo dos conhecimentos atuais, já ricos, mas ainda lacunares, confusos e contraditórios, tentamos produzir uma representação compreensível da revolução agrícola neolítica, com seus centros de origem, suas áreas de extensão, suas áreas secundárias de domesticação, seus mecanismos de domesticação de plantas e de animais. Assim concebida, essa imensa aventura da humanidade aparece, em seus primórdios, muito mais como o produto de uma história demográfica, técnica e cultural que alcançou certo estágio e prosseguiu de outra maneira, sob determinadas condições geográficas e ecológicas, do que como o resultado de uma revelação, de um acaso fortuito, ou de um livre-arbítrio humano, exercendo-se fora dessas condições e dessas possibilidades historicamente constituídas e geograficamente definidas. Esta reconstituição

da revolução agrícola neolítica apoia-se nos traços das atividades humanas pacientemente recolhidas, ordenadas e interpretadas pelos arqueólogos. Esses traços testemunham principalmente as mudanças que intervieram na vida material dos homens da época. A ausência de uma fonte escrita torna praticamente impossível o conhecimento de seus pensamentos. Entretanto, é indubitável que tais mudanças se fizeram acompanhar, para os homens que as viveram, de uma espécie de reviravolta de sua relação com o mundo e consigo mesmos. A revolução agrícola neolítica certamente exigiu dos homens que a fizeram – mesmo que isso seja impossível de compreender e descrever – uma infinidade de invenções, de escolhas, de iniciativas e de reflexões em todas as áreas da vida material e social, mas também no terreno do pensamento, das crenças, da moral, da linguagem e de outros meios de expressão.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. *História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: UNESP; Brasília, DF: NEAD / MDA, 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CHONCHOL, Jacques. *Sistemas agrarios en América Latina: de la etapa prehispánica a la modernización conservadora*. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 1994.

COOK, Michael. *Uma breve história do homem*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

DEMOULE, Jean-Paul. *La révolution néolithique*. Paris : Le Pommier, 2015.

DIAMOND, Jared. *Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas*. Rio de Janeiro: Record, 2002.

FERAULT, Christian; LE CHATELIER, Denis. *Une histoire des agricultures*. 2. ed. Paris: Campagne & Compagnie, 2012.

LANDES, David S. *A riqueza e a pobreza das nações: por que são algumas tão ricas e outras tão pobres*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

OLIVEIRA JÚNIOR, Paulo Henrique B. de. *Notas sobre a história da agricultura através do tempo*. Rio de Janeiro: FASE; Projeto Tecnologias Alternativas, 1989.

PONTING, Clive. Uma história verde do mundo. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998.

VIGNE, Jean-Denis. Les débuts de l'élevage. Paris: Le Pommier ; Universcience, 2012.

AGRICULTURA E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS

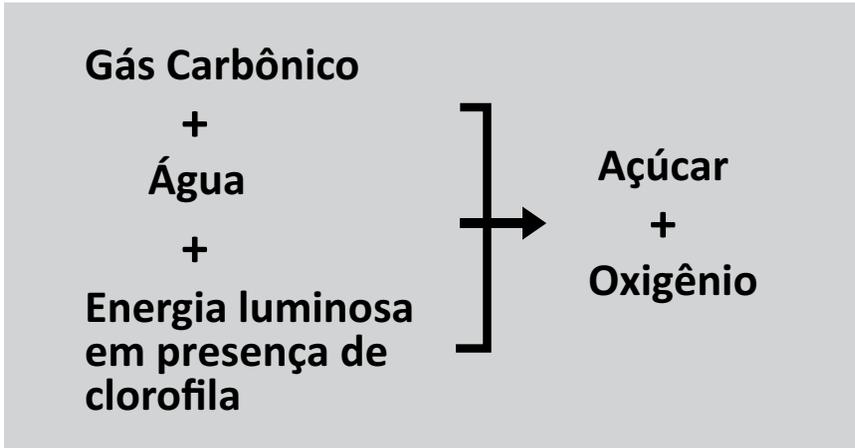
Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

Desde que se tornou agricultor, o homem se alimenta cada vez menos de matérias orgânicas tiradas de espécies selvagens e cada vez mais de matérias orgânicas derivadas das espécies domésticas propagadas por seus cuidados em todos os tipos de ecossistemas cultivados. Mas nem todas as matérias orgânicas assim produzidas são consumíveis. Frações importantes de matéria orgânica provenientes de plantas e de animais domésticos são subprodutos complicados, às vezes difíceis de serem utilizados ou eliminados (resíduos de cultivos, dejetos animais,...). Além do mais, um ecossistema cultivado comporta ainda muitas plantas e animais selvagens, às vezes úteis, mas frequentemente inúteis e até mesmo prejudiciais. Isso quer dizer que a fertilidade global de um ecossistema cultivado, medido por sua capacidade de produzir biomassa vegetal, é muito superior à sua *fertilidade útil*, ou seja, à sua capacidade em produzir sustentavelmente as matérias orgânicas vegetais úteis ao homem ou aos animais domésticos, que são as colheitas.

A BIOMASSA

A matéria orgânica, constituinte essencial dos seres vivos, é primeiramente produzida pelas plantas, que alimentam, por conseguinte, direta ou indiretamente, todos os animais. Ela tem como origem a combinação de água,

retirada do solo pelas raízes, e de gás carbônico do ar absorvido pelas folhas. Essa combinação, que se realiza nas partes verdes das plantas, graças à energia luminosa dos raios solares captados pela clorofila, denomina-se *fotossíntese* e obedece à seguinte equação:



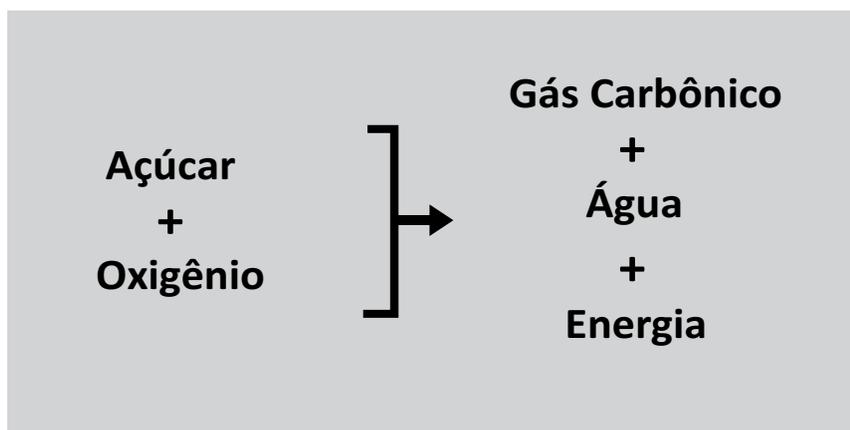
ou seja,



Assim, a fotossíntese produz açúcares, ou glucídios, compostos de carbono, de hidrogênio e de oxigênio. Esses açúcares, que se apresentam sob diversas formas (glicose, sacarose, amido, celulose), servem de matéria-prima à fabricação da maioria das outras substâncias orgânicas (lipídios, proteínas, ácidos nucleicos). Tais substâncias são, por sua vez, compostas principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio, contendo, algumas delas, igualmente azoto, fósforo ou enxofre. Além disso, elas são compostas de quatro elementos metálicos (sódio, potássio, cálcio e magnésio), que cumprem diversas funções indispensáveis à vida, e são frequentemente associadas às substâncias orgânicas. Enfim, outros vinte elementos (entre os quais ferro, cloro, flúor, boro, iodo, silício, alumínio, cobre, manganês, zinco, molibdênio, arsênico e vanádio), presentes em pequenas quantidades nos seres vivos, atuam como ativadores de diversas reações bioquímicas.

As plantas, que se nutrem principalmente da água obtida do solo por suas raízes e do gás carbônico do ar absorvido pelas folhas, nutrem-se, portanto, também de minerais variados que elas absorvem pelas raízes sob a forma de sais em solução na água do solo. A água representa 80% do peso das plantas. Ela captura e veicula todas as demais substâncias orgânicas e minerais que constituem a *matéria seca*, ou biomassa em sentido estrito, que representa apenas 20% do peso das plantas. Uma parte dessa água é utilizada em diferentes reações de síntese biológica (entre as quais a fotossíntese), e outra parte, importante em sua proporção, é expelida na atmosfera, em forma de vapor d'água, pela *transpiração*.

O homem e os animais, sejam eles consumidores de produtos vegetais (consumidores primários) ou de produtos animais (consumidores secundários ou terciários), obtêm sua própria substância orgânica a partir das matérias orgânicas inicialmente produzidas pelos vegetais. Uma parte da matéria orgânica proveniente da fotossíntese fornece às plantas, bem como aos animais, a energia necessária à sua subsistência e à sua reprodução. Essa energia encontra sua origem na reação inversa da fotossíntese, a que chamamos *respiração* e que obedece à seguinte equação:



ou seja,



Conforme esta equação, a respiração é, de fato, uma oxidação, ou combustão, de açúcares. Todos os seres vivos respiram e, assim fazendo, absorvem oxigênio, queimam açúcares e expelem gás carbônico e água. As substâncias orgânicas servem também de material às plantas e aos animais para construir seu próprio corpo; com sua morte, essas substâncias se encontram, em forma de matéria orgânica morta, ou cama, mais ou menos dispersa, sobre o solo. Essa cama contém, sobretudo, carbono, hidrogênio e oxigênio, mas também todos os outros elementos dos quais as plantas se nutriram e que foram retidas por certo tempo na biomassa viva, quer vegetal, quer animal. A cama decompõe-se utilizando oxigênio e liberando água, gás carbônico e sais minerais.

Um ecossistema está em equilíbrio quando a quantidade de matéria orgânica produzida a cada ano pela fotossíntese é igual à quantidade de matéria orgânica destruída pela respiração e pela decomposição da cama. Então, as quantidades de gás carbônico, de água, de azoto e de sais minerais diversos, que são absorvidos e fixados na matéria orgânica, são, em princípio, iguais àquelas que são liberadas pela respiração e pela decomposição. Da mesma forma, as quantidades de oxigênio liberadas pela fotossíntese são compensadas por aquelas que são utilizadas pela respiração e pela decomposição. Um ecossistema estável não “cria” nem “perde” nada, mas recicla tudo.

A situação é completamente diferente quando uma parte da biomassa morta se acumula sem se decompor, como na tundra ou nas turfeiras, ou, ainda, quando a biomassa viva cresce. Nesse caso, o ecossistema fixa a água, o gás carbônico, o azoto e outros elementos minerais e libera o oxigênio. Inversamente, quando a biomassa se destrói, sua decomposição ou sua combustão lança ao solo ou à atmosfera a água, os sais minerais, o azoto e o gás carbônico, servindo-se do oxigênio.

A FERTILIDADE

A fertilidade global de um ecossistema é sua capacidade em produzir sustentavelmente a biomassa vegetal. A biomassa produzida dessa forma serve, por um lado, para compensar as perdas devidas à respiração; serve, também,

para alimentar os animais e os homens e, se não for esse o caso, para aumentar a biomassa total.

A fertilidade de um ecossistema depende, em primeiro lugar, da temperatura e do fator solar, que devem ser suficientes para que a água do solo seja absorvida pelas raízes das plantas, para que a seiva suba e para que a fotossíntese e a respiração aconteçam. A fertilidade depende especialmente da duração dos períodos ditos *vegetativos*, durante os quais tais condições se acham reunidas. Além dessas exigências, a fertilidade depende também da quantidade de matérias nutritivas (gás carbônico, água, sais minerais) que o meio pode fornecer às plantas. Não faltando o gás carbônico do ar, o crescimento das plantas durante os períodos vegetativos é essencialmente condicionado pela presença de água no solo e pela riqueza dessa água em sais minerais nutritivos dissolvidos (a solução do solo).

Em uma zona climática determinada, as condições de temperatura, de fator solar e de pluviometria são mais ou menos iguais. As possibilidades de alimentação das plantas com água e sais minerais e a fertilidade de um ecossistema variam segundo as características físicas, químicas e topográficas de seu substrato geológico. Ele pode ser facilmente alterável ou não, rico ou pobre em minerais nutritivos solúveis, mais ou menos permeáveis e acidentados. Esse embasamento condiciona em larga escala, durante os períodos vegetativos, o volume e a circulação da solução do solo, assim como sua riqueza mineral. Em suma, ele condiciona a fertilidade do lugar. Mas, se a fertilidade do solo é condicionada pelo clima e pela geomorfologia (o biótopo) do lugar, ela é condicionada também, como veremos, pelo povoamento vivo (a biocenose) que se desenvolve. Com efeito, a fertilidade depende da antiguidade, da importância, da composição e do funcionamento desse povoamento. Vejamos como se forma um solo quando ali se instala a vida, e como se forma e se renova sua fertilidade.

A FORMAÇÃO DO SOLO

O solo, parte superficial da crosta terrestre, forma-se a partir da *alteração* de seu substrato geológico rochoso, a rocha-mãe, e a partir da decomposição

da cama, ou matéria orgânica morta proveniente do povoamento vivo que ali se desenvolve.

A ALTERAÇÃO DA ROCHA-MÃE

A alteração da rocha-mãe, sob o efeito da ação de agentes climáticos, químicos e biológicos (variações de temperatura, água, oxigênio, gás carbônico, ácidos do solo, micro-organismos, raízes, vermes, minhocas, etc.) traduz-se, para as rochas compactas, em princípio, em seu fracionamento em partículas minerais, que classificamos, de acordo com seu tamanho, em cascalhos, saibro, areias, *siltos* (partículas cujo diâmetro varia de 0,20 a 0,002 milímetros) e argilas (partículas cujo diâmetro é inferior a 0,002 milímetros). As proporções entre essas diferentes classes de partículas determinam a composição granulométrica, ou *textura*, do solo. Essa textura é muito variável: existem solos grosseiros e solos finos, solos com predominância de cascalhos, arenosos, siltosos, argilosos, e solos mistos de todos os tipos, cujas propriedades físicas, possibilidades de utilização agrícola e fertilidade são muito variadas. A textura de um solo só evolui lentamente. Ela constitui um tipo de herança granulométrica estável, ou está sujeita a formas de alteração que comportam transformações físicas (hidratação, expansão), físico-químicas (transformação das micas em argilas) ou químicas.

O resultado mais importante dessas transformações é a *solubilização* da rocha-mãe: esta libera progressivamente sais minerais que ela contém em forma solúvel na água do solo e absorvível pelas raízes. Assim, a maior parte dos sais minerais absorvidos e incorporados na biomassa de um povoamento vegetal provém originalmente da solubilização da rocha-mãe, com exceção, todavia, muito especialmente, dos sais azotados, que são formados a partir do nitrogênio (azoto) da atmosfera. A fertilidade mineral de um solo depende da natureza da rocha-mãe – mais ou menos rica em elementos nutritivos – e de seu grau de alteração.

A FIXAÇÃO DO AZOTO DA ATMOSFERA

Quanto ao azoto do ar, ele é introduzido no solo de diferentes maneiras. As descargas elétricas produzidas pelas tempestades sintetizam, a partir do

oxigênio e do azoto do ar, o óxido de azoto enterrado pelas águas da chuva no solo, que dessa forma se enriquece com vários quilogramas de azoto nitroso ou nítrico por hectare e por ano.

Por outro lado, certas bactérias que vivem no solo, como a do tipo *Azotobacter*, sintetizam os compostos azotados diretamente a partir do azoto atmosférico. Após a morte dessas bactérias, seus cadáveres rapidamente decompostos e mineralizados enriquecem o solo com azoto mineral, assimilável pelas plantas, numa média de 20 a 30 kg por hectare e por ano em meio temperado. O mesmo fenômeno se produz com os micro-organismos fotossintéticos, como as cianofícias (algas azul-esverdeadas), que vivem em associação com os *Azotobacter*, em meio tropical quente e úmido. Reunidas, cianofícias e *Azotobacter* fixam muito ativamente o azoto, a ponto de permitir a rizicultura contínua.

Enfim, os micro-organismos fixadores de azoto vivem em simbiose com certas plantas, que os alimentam com matéria orgânica e às quais eles fornecem os compostos azotados. Estes últimos retornam ao solo após a morte das plantas hospedeiras. Além disso, em torno das raízes, a solução do solo encontra-se diretamente enriquecida pelos compostos azotados. Assim, as bactérias do gênero *Rhizobium* penetram nas raízes das plantas leguminosas, onde provocam a formação de nódulos. Bastante eficazes, essas bactérias podem fixar mais de 100 kg de azoto por hectare e por ano. Outros micro-organismos associados a árvores, como os amieiros (*Alnus glutinosa*), as casuarinas, etc., também fixam o azoto do ar.

A DECOMPOSIÇÃO DA CAMA E A FORMAÇÃO DO HÚMUS

Antes que um solo se forme, a rocha-mãe está nua, desprovida de biomassa e diretamente exposta à ação dos agentes climáticos, que começam a alterá-la. A rocha-mãe constitui então um substrato pouco fértil, que pode ser colonizado somente por bactérias fixadoras de azoto, por musgos e líquens pouco exigentes em elementos minerais. Graças a esses primeiros ocupantes, uma cama começa a se formar e, ao decompor-se, contribui para alimentar o solo em formação com sais minerais nutritivos. Novas espécies de plantas, de enraizamento mais profundo, mais exigentes em elementos minerais, desenvolvem-se então

progressivamente até chegarem a constituir, ao final de algumas décadas ou de alguns séculos, uma formação vegetal plenamente desenvolvida, relativamente estável, chamada *clímax*, e um solo evoluído climácico, cuja cama é regularmente alimentada pela matéria orgânica dos cadáveres, dejetos de plantas e de animais.

A decomposição da cama é um processo que se desenvolve em dois tempos: a matéria orgânica morta é, a princípio, *humificada*, quer dizer, transformada em húmus pela ação de certos micro-organismos. Mas, sob a ação de outros micro-organismos, o *húmus* se oxida, se decompõe, liberando a água, o gás carbônico e os sais minerais que ele contém. Daí dizermos que ele se mineraliza. Isso feito, ele restitui à solução do solo os minerais que haviam sido absorvidos e fixados, durante algum tempo, na biomassa.

O húmus contém ácidos húmicos que aceleram a alteração da rocha-mãe e que se associam às finas partículas de argila para formar um *complexo argilo-húmico*. Esse complexo, que possui grande poder de absorção dos íons básicos da água e dos sais minerais, constitui um vasto reservatório de elementos nutritivos que podem ser trocados com os da solução do solo. Além disso, o complexo argilo-húmico serve de liga, de cimento entre as partículas do solo (areias, siltes): ele os solda em agregados e reveste os interstícios (ou lacunas) do solo, facilitando assim a circulação da água e do ar. Em resumo, ele contribui para dar ao solo uma estrutura mais leve, mais móvel, mais favorável à penetração das raízes. Enfim, o húmus favorece a vida dos micro-organismos do solo, pois eles aceleram a solubilização da rocha-mãe.

AS MIGRAÇÕES DOS ELEMENTOS FINOS

Além da alteração da rocha-mãe e da decomposição da matéria orgânica morta, um terceiro processo participa da formação do solo. Trata-se da migração de sais solúveis, de certos óxidos e ácidos, e de finas partículas de argila, que são levadas pela circulação da água no solo. Os sais, principalmente os sais nutritivos, são levados às profundezas pela infiltração das águas da chuva ou das regas, são *drenados* profundamente até o lençol freático, e o ecossistema local os perde para sempre. As argilas finas em suspensão na água são *lavadas*, quer dizer, levadas a algumas dezenas de centímetros de profundidade, onde se depositam e se acumulam. Nas épocas de chuva, essa drenagem e essa lavagem

empobrecem as camadas superiores do solo em sais e em elementos finos. Em tempo seco, ao contrário, a subida capilar da água, que é bombeada pela evaporação, as enriquece.

Nas regiões onde, em determinados períodos do ano, as chuvas superam em muito a evapotranspiração, as camadas superiores do solo são muito lixiviadas e empobrecidas. É o caso dos *podzols* das regiões frias (taiga), das regiões temperadas úmidas (charnecas atlânticas) e de certas regiões equatoriais muito chuvosas. Nas regiões temperadas e tropicais com pluviometria intermediária, os solos são mais ou menos lixiviados. Nas regiões áridas, ao contrário, a ascensão capilar e a evaporação da água subterrânea podem superar em muito a infiltração e a drenagem: as camadas superiores do solo se enriquecem em sais que, a partir de certo limite de concentração, podem tornar-se tóxicos para a vegetação e até mesmo cristalizar-se para formar crostas duras e inférteis. Enfim, nas regiões temperadas com tendência continental, a ascensão capilar e a evaporação da água durante o verão, particularmente quente e seco, compensam a infiltração e a drenagem durante o resto do ano: os solos dessas regiões, nem lixiviados nem salgados, mantêm toda a sua riqueza mineral; tal é o caso dos solos negros, ou *tchernozems*, da Europa central e da Ucrânia.

A RECICLAGEM DOS ELEMENTOS MINERAIS

Uma vez ocupado por um povoamento vegetal e animal, um solo é duplamente alimentado por minerais fertilizantes: em parte, pela alteração da rocha-mãe e pela fixação do azoto do ar (o nitrogênio atmosférico, N) e, em parte, pela decomposição da serapilheira, que restitui ao solo minerais precedentemente absorvidos pela vegetação e fixados por um tempo na biomassa. Todavia, mesmo os minerais assim reciclados uma ou várias vezes provêm, originalmente, da alteração da rocha-mãe ou da fixação do azoto do ar.

Mas, se, por um lado, um solo é constantemente alimentado por minerais, por outro, ele também sofre perdas minerais. Na estação úmida, uma parte dos sais é levada em profundidade pelas chuvas e drenada para o lençol freático. Inversamente, as bactérias denitrificantes decompõem sais azotados e reenviam o azoto para a atmosfera. Enfim, em certas circunstâncias, os sais solúveis são

“retrogradados”, ou seja, recristalizam para formar compostos insolúveis que não participam mais da reciclagem.

No total, no curso de um período dado, os fluxos de entrada e de saída dos minerais da solução do solo se equilibram como uma balança. De um lado, estão os aportes minerais de diversas origens (solubilização da rocha-mãe, fixação do azoto da atmosfera, decomposição do húmus e da adubagem orgânica, aportes de insumos minerais...), aos quais é preciso acrescentar o estoque mineral preexistente. Do outro, estão as perdas em minerais durante o período considerado (erosão, desnitrificação, volatilização, lixiviação e transferências de minerais pelas colheitas de produtos vegetais e animais, coleta de dejetos animais...) e o estoque mineral residual.

Notemos que as matérias minerais que são absorvidas e incorporadas à biomassa durante um período vegetativo dado são, por isso mesmo, subtraídas das perdas por erosão, por lixiviação, por denitrificação e por volatilização. Se essas matérias minerais não tivessem sido estocadas na biomassa, a maior parte delas se teria perdido. Em consequência, uma parte das matérias minerais restituídas ao solo quando da decomposição da serapilheira constitui certamente uma contribuição relevante (ou, mais exatamente, uma não perda), que vem se somar aos aportes provenientes da solubilização da rocha-mãe e da fixação de azoto no ar. A solução do solo encontra-se então enriquecida, e os povoamentos vegetais que se desenvolvem beneficiam-se conseqüentemente dessa fertilidade acrescida. A quantidade de matéria mineral reciclada é acrescida de estação em estação, pelo menos até atingir o clímax. De maneira análoga, o teor de um solo em húmus pode variar ao longo do tempo. Esta variação, positiva ou negativa, resulta da relação entre a quantidade de húmus que ele recebe ou que se forma por decomposição das matérias orgânicas mortas de diversas origens (serapilheira, adubagem orgânica) e a quantidade de húmus que ele perde por mineralização.

Logo, se a fertilidade húmica e mineral de um solo cultivado é bem condicionada, em princípio, pelo clima, pela rocha-mãe e pelo povoamento original, essa fertilidade não é conquistada de uma vez por todas. Ela pode ser mantida em um nível constante, desde que esse solo receba quantidades de matéria orgânica e mineral suficientes para compensar ao mesmo tempo as perdas de húmus por mineralização e as perdas minerais por lixiviação, por erosão, por volatilização, por denitrificação e pelas colheitas. Mas ela pode

diminuir, se os aportes são insuficientes, ou aumentar, no caso contrário. Na verdade, a partir do momento em que um solo é cultivado, sua fertilidade torna-se uma variável histórica, amplamente influenciada pelos sistemas agrários que se sucedem.

MODOS DE RENOVAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS CULTIVADOS

Um sistema agrário não pode desenvolver-se e perpetuar-se se a fertilidade das terras cultivadas não for mantida em nível satisfatório para garantir, *sustentavelmente*, as colheitas necessárias para a população. Ora, existem poucos solos como os solos negros (*tchernozems*) ou os solos siltosos (*loess*) pouco lixiviados, nos quais a mineralização da rocha-mãe e a fixação de azoto do ar permitem produzir indefinidamente, a cada ano, uma colheita suficiente para suprir as necessidades da população.

O primeiro desses métodos consiste, após desmatamento de uma parcela e após seu cultivo por algum tempo, em deixar a vegetação natural reconstituir-se e restituir ao solo as quantidades de matéria orgânica e minerais suficientes para compensar as perdas ocasionadas pelo período de cultivo. Depois disso, pode-se novamente desmatar e cultivar essa parcela. Este método – como veremos – é o modo de renovação da fertilidade dos sistemas de cultivos temporários de derrubada-queimada, alternados com um pousio florestal de longa duração, e de determinados sistemas de cultivo com uso de enxada, alternados com um pousio herbáceo de média duração.

O segundo método consiste em concentrar os cultivos nas melhores terras e em utilizar as outras parcelas como pasto: alimentando-se todos os dias nessas pastagens, os animais permanecem durante a noite nas parcelas em alqueive, onde deixam suas dejeções, transferindo assim uma parte da biomassa das parcelas não cultivadas (*saltus*) em proveito das parcelas cultivadas (*ager*). Este modo de renovação da fertilidade é utilizado nos sistemas de cultivo com alqueive, com pastagem e criação associadas, em cultivo manual ou com sistemas de cultivo por tração leve.

O terceiro método consiste em ceifar uma parte das áreas com pastagens para alimentar o rebanho no estábulo e para produzir esterco, que será

incorporado às parcelas em alqueive na época de preparo do solo. Este é o método utilizado nos sistemas de cultivo com alqueive, com pastagens e criação associada e tração pesada.

Um quarto método consiste em substituir o alqueive por um cultivo capaz de produzir uma grande quantidade de biomassa que fixe um máximo de matérias minerais e que, a seguir, restitua ao solo cultivado essas matérias orgânicas e minerais, incorporando-as diretamente como “insumo verde”, ou então, fazendo com que sejam previamente consumidas por animais cujas dejeções serão recolhidas e em seguida incorporadas ao solo. Esse modo de renovação da fertilidade é chamado de sistema de cultivo sem alqueive.

Outro método consiste em manter nas terras cultivadas um bosque com grandes árvores cujas raízes absorvam nas camadas mais profundas do solo elementos minerais que são em seguida restituídos à camada superficial e cultivada do solo, quer diretamente, pela queda das folhas e das outras matérias orgânicas mortas, quer indiretamente, pelas dejeções do gado que consome as folhas e os brotos dessas árvores. Este modo de renovação da fertilidade é utilizado nos sistemas que associam a arboricultura a cultivos anuais. Aliás, o princípio desses sistemas de cultivo escalonados e associados é conhecido há muito tempo, pois Plínio, o Antigo (1º século d.C.), em sua *História Natural*, já descrevia os cultivos de oásis no sul da Tunísia, nos seguintes termos:

À sombra da orgulhosa palmeira brota a oliveira, e sob a oliveira a figueira, sob a figueira a romãzeira, e sob esta a vinha, sob a vinha o trigo, depois as leguminosas, enfim as folhas: tudo isso no mesmo ano e todas estas plantas são nutridas umas à sombra das outras.

Em muitos sistemas agrários hidráulicos, as águas das cheias e da irrigação, carregadas de aluviões e de minerais solúveis provenientes das bacias que os alimentam, participam também da renovação da fertilidade das terras cultivadas. Além disso, nas regiões tropicais de rizicultura de várzea, as cianofícias associadas ao *Azotobacter* contribuem amplamente para prover os arrozais de nitrogênio.

Acrescentemos que, em todos esses sistemas, a presença de leguminosas, forrageiras ou não, herbáceas ou arbóreas, cultivadas em rotação ou em associação, podem também contribuir para enriquecer o solo em azoto. Enfim, em certos

sistemas antigos e em muitos sistemas atuais, as matérias fertilizantes, orgânicas ou minerais, são recolhidas fora do ecossistema cultivado e transportadas pelo homem até as terras cultivadas. Assim, no Egito faraônico, já se exploravam e se utilizavam como insumos os sedimentos orgânicos mineralizados, de origem vegetal, humana e animal, que se foram depositando durante milhões de anos nos sítios das antigas aldeias do vale do Nilo. Da mesma forma, no Peru, nas épocas pré-incaica e incaica, exploravam-se os depósitos de guano da costa pacífica que continham fosfatos e nitratos produzidos pela decomposição de dejetos e cadáveres de milhões de pássaros marinhos. O uso dos insumos minerais é, portanto, muito antigo. Entretanto, por falta de meios adequados de exploração e de transporte, ele permaneceu por muito tempo limitado. No século XX, em contrapartida, a extração, a transformação, a síntese, o transporte longínquo e a utilização de insumos minerais e de diversas adubações tomaram um impulso considerável na agricultura dos países desenvolvidos e em alguns setores da agricultura dos países em desenvolvimento.

ADUBOS E CORRETIVOS

Os adubos são, em sentido estrito, matérias minerais ou orgânicas que incorporamos ao solo visando a fornecer às plantas minerais nutritivos e, eventualmente, algumas outras substâncias, como hormônios de crescimento, dos quais elas têm necessidade. Os adubos distinguem-se dos corretivos, que são, em princípio, matérias minerais ou orgânicas que incorporamos ao solo visando a melhorar sua constituição e suas propriedades físicas e químicas. Argilas e margas¹ corrigem solos leves, com deficiências no complexo absorvente. Os corretivos com cálcio e magnésio (calcários) corrigem o excesso de acidez. O gesso corrige a salinidade. Trata-se de corretivos orgânicos destinados a aumentar o teor de húmus, a incrementar sua capacidade de estocagem em água e em sais minerais, a estabilizar seus agregados e a melhorar sua estrutura.

Certos corretivos contribuem também para a reconstituição ou o aumento das reservas do solo em minerais nutritivos utilizados pelas plantas; ou seja, eles

¹ Marga, ou marna, é uma mistura natural de calcário, areia e argila, que contém de 15 à 80% de cal (CaO) e é utilizada como corretivo. O uso de marga é recomendado, na Europa, em solos arenosos, pois ela proporciona um aumento dos colóides do solo. A qualidade da marga está relacionada à quantidade de CaO, fato que determina as quantidades a serem empregadas (entre 5 e 10 ton/ha).

têm uma função de adubo. Tal é o caso, especialmente, das matérias orgânicas produzidas na fazenda ou coletadas em seu entorno (dejeções animais, estrume, compostos, adubos verdes, algas...), e todo tipo de subprodutos vegetais e animais secos, macerados, transformados e condicionados de diversas maneiras (excremento seco de aves, sangue seco, farinhas de carne e de peixe, pó de osso, bagaço de uva, etc.). Ao se decomporem, esses corretivos ou adubos orgânicos também proporcionam às plantas minerais nutritivos.

Os adubos minerais, ou químicos, são matérias extraídas de camadas de rochas eruptivas, sedimentares ou salinas, que são em seguida transformadas mecanicamente e quimicamente. Os adubos nitrogenados podem também ser sintetizados a partir do azoto do ar. Os adubos minerais são, na maior parte, solúveis (insumos nitrogenados, superfosfatos, potássio). Isso quer dizer que, após a adubação, eles passam rapidamente à forma de íons em solução na água do solo, absorvidos pelas raízes. Outros adubos são ditos insolúveis (fosfatos naturais, escórias de Thomas e termofosfatos, rochas trituradas diversas), mas, na realidade, eles são lentamente solubilizados, como seria uma rocha-mãe finamente triturada, sob a ação dos agentes químicos (ácidos do solo) e biológicos (micro-organismos e raízes).

De diversas maneiras, os adubos orgânicos (estrume, compostos, adubos verdes, dejetos de animais, etc.) são mais eficazes do que os adubos minerais: uma unidade fertilizante de azoto, de ácido fosfórico ou de potássio proporcionada por um adubo orgânico leva a um aumento de produção maior do que a mesma unidade proveniente de um adubo mineral. Com efeito, os nutrientes minerais de origem orgânica são progressivamente liberados e absorvidos, conforme a necessidade das plantas, durante a estação quente, ao passo que, na estação fria, permanecem em reserva em forma orgânica. Estão, portanto, menos sujeitos à drenagem. Além disso, eles alimentam a solução do solo de maneira mais completa e mais equilibrada do que os insumos minerais, pois contêm, além dos elementos principais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre), os oligoelementos (ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio, cloro...). Eles favorecem também a vida dos micro-organismos do solo e proporcionam diversas substâncias que estimulam o crescimento das plantas (hormônios). Enfim, lembremos que a maior vantagem dos adubos orgânicos é que eles também têm um papel corretivo que aumenta a eficiência de todos os minerais fertilizantes, qualquer que seja sua origem.

Mas não esqueçamos que a fertilidade de um ecossistema cultivado não depende somente da riqueza mineral e da solução do solo. Ela depende também da temperatura, do fator solar e das disponibilidades hídricas durante a estação vegetativa. Para aumentar a fertilidade de um ecossistema, pode-se atuar sobre a temperatura (estufas eventualmente aquecidas), sobre o fator solar (sombreamento), sobre a disponibilidade de água e sua economia (irrigação, drenagem, quebra-ventos, cobertura do solo para limitar a evaporação) e até mesmo sobre o teor de gás carbônico no ar (estufas com atmosfera artificial). Mas esses cuidados de vulto e de custo elevado nem sempre são necessários, viáveis e rentáveis. Todavia, alguns sistemas agrários no mundo, e especialmente todos os sistemas agrários hidráulicos, só existem graças a cuidados deste tipo. Enfim, além dessas características do meio, relativamente estáveis, a fertilidade útil de uma parcela agrícola, ao longo de determinado período, depende também, é evidente, da natureza dos povoamentos vegetais e do modo de conduzi-los (pastagens naturais, cultivos solteiros ou consorciados, rotações, operações agrícolas...).

Vemos, na maior parte dos sistemas agrários, que a renovação da fertilidade das terras cultivadas se vale de recursos orgânicos e minerais provenientes das partes incultas do ecossistema, como parcelas em rotação, arborizadas ou não, pastagens, prados, bacias hidrográficas que alimentam terras irrigadas, etc. Ressalve-se que uma parte da área deve ser reservada para outros fins, como florestas, moradias, caminhos, reservas de água, etc. Enfim, certas parcelas são impróprias ao uso. Isso quer dizer que as terras cultivadas só podem ocupar uma parte, às vezes muito reduzida, do ecossistema. Afinal de contas, a fertilidade útil de um ecossistema cultivado – sua capacidade em produzir colheitas – não resulta somente da fertilidade das terras cultivadas propriamente ditas, mas da parte que lhes cabe no ecossistema.

FERTILIDADE, SISTEMAS AGRÁRIOS E POPULAÇÃO HUMANA

A extensão e a fertilidade das terras efetivamente cultivadas são as duas variáveis que determinam a capacidade de produção de um ecossistema cultivado e, conseqüentemente, a densidade máxima de população que ele pode suportar. Ora, o tempo todo, essas duas variáveis são condicionadas

pelas características do ecossistema original, mais ou menos modificadas pelos sistemas agrários que a ele sucederam anteriormente, e são comandadas pelo modo de renovação da fertilidade do sistema atual. Porém, em cada época da história, o nível de população atingido pela humanidade é condicionado pela natureza e pelas *performances* dos sistemas agrários que se desenvolvem em diferentes partes do mundo. Esses sistemas, por sua vez, dependem muito da herança dos sistemas precedentes.

No período precedente ao aparecimento da agricultura, a população humana estava em plena expansão graças ao desenvolvimento de modos de predação sempre mais diversificados e eficazes. Entretanto, ainda que em certos lugares o homem houvesse atingido os limites da possibilidade de exploração de algumas espécies, a ponto de fazê-las regredir ou mesmo desaparecer, nada permitiria afirmar que o desenvolvimento da agricultura e da criação no Neolítico tivesse respondido à necessidade de superar uma espécie de crise generalizada dos sistemas de predação.

Por outro lado, é inegável que o aumento da população humana, que passou de 5 a 50 milhões de habitantes entre 10.000 e 5.000 anos A.P., foi essencial ao desenvolvimento planetário da agricultura neolítica. Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada, que se desenvolveram amplamente nos meios arborizados cultivados do planeta, suportam, com efeito, densidades de população de 10 a 30 habitantes por quilômetro quadrado, densidades que são bem superiores às dos sistemas de predação.

Posteriormente, entre 5.000 e 3.000 anos A.P., a população mundial dobrou, passando de 50 a 100 milhões de habitantes aproximadamente, devido ao desenvolvimento dos sistemas hidráulicos de rizicultura de várzea dos vales e deltas da China, da Índia, do sudeste asiático e, em menor escala, devido ao desenvolvimento dos sistemas de agricultura hidráulica (Olmeca, Maias, Astecas, sociedades pré-incaicas...) que existiram na América durante aquele período. Por outro lado, os sistemas de cultivo pluvial com alqueive, que se estenderam sobre o conjunto da região mediterrânea e pela Europa, contribuíram muito pouco para esse aumento de população, pois não eram muito mais produtivos do que os sistemas de cultivo de derrubada-queimada aos quais haviam sucedido.

A contribuição da agricultura europeia para o aumento da população mundial só se tornou marcante com a revolução agrícola da Idade Média, nos séculos XI a XIII. O desenvolvimento dos sistemas de cultivo com tração pesada e alqueive permitiu triplicar e mesmo quadruplicar a população europeia. Após uma drástica redução, por ocasião da grande crise do século XIV, essa população se reconstituiu no século XVI. A seguir, dobrou de novo, graças à revolução agrícola dos séculos XVII, XVIII e XIX, que gerou os sistemas agrários sem pousio. Mas o aumento da população mundial a partir do ano 1000 foi ainda maior por causa do desenvolvimento dos sistemas hidrorrizícolas, particularmente na Ásia. Por outro lado, a partir do século XVI, a população de origem europeia se multiplicou, estendendo sua agricultura às regiões temperadas da América, da África do Sul, da Austrália e da Nova Zelândia, em detrimento das populações autóctones.

Enfim, ainda hoje, a explosão demográfica mundial, sejam quais forem suas razões, permitiu – com o gigantesco acréscimo das capacidades de produção agrícola mundial – um crescimento que resulta essencialmente da expansão e do aperfeiçoamento da rizicultura aquática, com duas ou três colheitas por ano, principalmente na Ásia, e do desenvolvimento da agricultura motorizada, mecanizada e quimicamente mantida nos países desenvolvidos e em alguns setores limitados dos países em desenvolvimento.

Essa imensa progressão do número de homens não nos pode fazer esquecer que a fome, a subalimentação, a dificuldade persistente de suprir as necessidades da humanidade são bem reais. No fim do século XX, 800 milhões de pessoas sofriam ainda de subalimentação crônica, e mais de 2 milhões eram carentes em um ou mais nutrientes (ferro, iodo, vitamina A, proteínas...).

Com efeito, muitas regiões estão hoje plenamente exploradas e até mesmo perigosamente superexploradas. Porém, muitas regiões exploráveis estão ainda inexploradas ou subexploradas. Segundo a FAO (*Agriculture mondiale Horizon 2010*, 1995), mais de dois terços das terras exploráveis nos países em desenvolvimento (sem incluir a China) estão inexploradas. E, embora a metade dessas terras seja dificilmente explorável, as possibilidades de extensão da agricultura são ainda muito grandes. Além disso, podemos pensar que o século XXI verá o desenvolvimento de sistemas agrários que produzirão mais víveres e que serão capazes de suportar densidades populacionais muito mais elevadas que os sistemas cerealíferos ou pastoris hoje predominantes. Na verdade, sem

falar do progresso da irrigação, da seleção e da química agrícola, todos os tipos de sistemas altamente produtivos e sustentáveis, associando estreitamente culturas anuais, criação e arboricultura, já se desenvolvem vigorosamente em regiões do mundo densamente povoadas, como o sudeste asiático, a América Central, o Caribe, a África e os Grandes Lagos. Sistemas desse tipo, que requerem mão de obra pouco exigente em recursos não renováveis e pouco poluentes, existiram antigamente nas regiões difíceis e relativamente povoadas da Europa (castanhais da Córsega, das Cévennes..., e diversas formas de *cultura promíscua* do entorno mediterrâneo). Enfim, nos países desenvolvidos, muitas regiões hoje em dia incultas passariam a produzir, em caso de necessidade, se os produtos e o trabalho agrícola fossem mais bem remunerados.

O superpovoamento de um ecossistema é raramente absoluto, ele é geralmente proporcional às capacidades do sistema agrário do momento. Assim, às vésperas da revolução agrícola neolítica, o planeta, que contava com apenas alguns milhões de habitantes, já era superpovoado, conforme o dizer de alguns, em relação à possibilidade da predação. No século X, com 10 milhões de habitantes, a França morria de fome. Ora, três séculos mais tarde, após ter adotado o sistema de cultivo com tração pesada, ela alimentava quase 20 milhões. Depois, após uma terrível hecatombe da população no século XVI, a população se reconstituiu e, até o fim do século XVIII, a França se revelou novamente superpovoada cada vez que sua população ultrapassava o limite dos 20 milhões de habitantes. No final do século XIX, todavia, graças à primeira revolução agrícola dos tempos modernos, a França (em seus limites atuais) alimentava aproximadamente 40 milhões de habitantes. Da mesma forma, há algumas décadas, os deltas rizícolas da Ásia, onde só se realizavam uma ou duas colheitas de arroz por ano, eram considerados superpovoados com 500 habitantes por quilômetro quadrado. Hoje, eles contam com muito mais de 1.000, graças ao aumento dos rendimentos e ao desenvolvimento de sistemas de três ou quatro colheitas por ano.

Em todo caso, se o volume da produção agrícola limita forçosamente o número de homens, verifica-se que um aumento da produção agrícola não é suficiente, por si só, para conduzir ao aumento da população. Para isso, é preciso ainda que muitas outras condições sociais e culturais que comandam a natalidade e a mortalidade sejam preenchidas. Mas, para que uma população possa aumentar, ou mesmo simplesmente renovar-se, é preciso, sobretudo,

que a produção de um trabalhador agrícola, a produtividade de seu trabalho agrícola, seja pelo menos igual à soma de suas próprias necessidades e das necessidades de todos aqueles que ele deve alimentar. Com efeito, não se pode esquecer que, em uma sociedade, qualquer que seja, a maioria dos indivíduos (velhos, crianças, deficientes, pessoas que têm outras atividades que não a de agricultor) não produz sua própria alimentação.

No entanto, para suprir as necessidades de grupos sociais constituídos que não praticam a agricultura, a produtividade agrícola deve ser sustentavelmente superior a esse limite mínimo. Além do volume de produção necessária para prover às necessidades dos produtores agrícolas e de suas famílias, o crescimento da produtividade agrícola permite produzir um acréscimo que responda às possibilidades de desenvolvimento de camadas sociais não agrícolas (soldados, padres, administradores, artesãos, comerciantes, trabalhadores, etc.). Esse acréscimo agrícola deve, afinal de contas, condicionar as possibilidades de diferenciação social e de urbanização.

Mas o crescimento da produtividade agrícola pode também traduzir-se em uma melhora quantitativa e qualitativa da alimentação. De fato, o nível de consumo considerado mais alto (200 quilogramas de equivalente-cereal por pessoa e por ano, ou seja, 2.200 calorias por pessoa e por dia) pode ser amplamente ultrapassado. Hoje, nos países desenvolvidos e nas camadas sociais abastadas da maioria dos países em desenvolvimento, a ração média ultrapassa folgadoamente 3.000 calorias diárias por pessoa, incluindo uma parte importante de calorias animais.

Se a produção territorial – a produção por quilômetro quadrado – de um sistema agrário determina a densidade máxima de população que ele pode suportar, sua produtividade condiciona ao mesmo tempo as possibilidades de diferenciação social e as possibilidades de melhoria da alimentação. Ora, a produtividade bruta de um sistema é o produto do rendimento por hectare e da superfície cultivada por um trabalhador, superfície essa que depende da eficiência dos instrumentos de trabalho de que dispõe esse trabalhador e da potência das fontes de energia (humana, animal, motomecanizada) que ele utiliza.

Nos sistemas de cultivo pluvial estritamente manual, de cultivos realizados com derrubada-queimada e uso de machado em meio arborizado e de cultivos

com enxada ou enxadão em meio desmatado, a superfície por ativo principal (contando com seus ajudantes) ultrapassa raramente um hectare. Nesse caso, se o rendimento por hectare for da ordem de 1.000 kg de equivalente-cereal, a produtividade será suficiente apenas para suprir as necessidades de base da própria população agrícola. Nessas condições, se não houver abastecimento vindo de fora, a diferença social e o nível de consumo continuarão necessariamente baixos.

Por outro lado, nos sistemas hidroagrícolas com cultivo manual (rizicultura de várzea, cultivo de aluviões, cultivos irrigados), mesmo que a superfície por ativo seja frequentemente inferior a um hectare, os rendimentos brutos mais elevados permitem geralmente uma diferenciação social muito mais marcada.

Nos sistemas de cultivo com tração leve e alqueive, com uso do arado escarificador² e transporte por animais de carga (albarda), a superfície semeada por ativo pode atingir de três a quatro hectares; mas, como o modo de renovação da fertilidade é pouco eficaz, os rendimentos e a produtividade continuam muito fracos. Em contrapartida, em sistemas de cultivo com tração pesada, com carroça e carreta, a superfície por ativo pode atingir quatro a cinco hectares; mas, graças às possibilidades de produzir, de transportar e de distribuir grandes quantidades de adubo, os rendimentos se estabelecem em nível nitidamente mais elevado. Foi o desenvolvimento dos sistemas de cultivo com tração pesada e alqueive, a partir do ano 1000, que condicionou o impulso demográfico, artesanal, industrial, comercial, urbano e cultural do Ocidente medieval, impulso que se reforçou nos séculos XVII a XIX, devido ao desenvolvimento dos sistemas de cultivo com tração pesada e sem alqueive.

A partir do fim do século XIX, no Ocidente, a mecanização da tração animal (carroça, semeadeira, ceifadeiras, máquinas de ceifa) permitiu dobrar a superfície por trabalhador e a produtividade. Enfim, no século XX, a motorização associada à grande mecanização possibilitou aumentar a superfície por trabalhador em cereais em mais de 100 hectares. Isso, combinado com rendimentos que podem ir até 10.000 kg por hectare, dá uma produtividade bruta de 1.000.000 de kg por trabalhador, ou seja, 1.000 vezes mais que a

2 Implemento agrícola tracionado no qual o elemento de corte ("sulcador" em madeira ou em metal) é posicionado simetricamente em relação ao eixo ou estrutura principal do equipamento ("corpo" ou "adobe"). Esse instrumento tem como função executar um revolvimento ou escarificação contínua da camada mais superficial do solo, lançando o solo para os dois lados do sulco de corte. No Brasil, o arado escarificador com tração animal é muitas vezes chamado de "pula-toco".

produtividade de um sistema de cultivo manual sem insumos. Hoje em dia, os tratores e os equipamentos mais poderosos permitem ultrapassar 200 hectares por trabalhador. Foi assim que, na América do Norte e no oeste europeu, uma população agrícola reduzida a menos de 5% da população total foi suficiente para nutrir o conjunto. Enfim, é preciso saber que as máquinas teleguiadas ou automáticas, que ensinaram multiplicar em muitas vezes essa produção, já estão adaptadas e começam a ser utilizadas em alguns setores limitados da agricultura dos países desenvolvidos, enquanto a grande maioria dos camponeses dos países em desenvolvimento ainda utiliza uma aparelhagem estritamente manual.

DOMESTICAÇÃO E DOMESTICABILIDADE

A origem da agricultura e, mais particularmente, a origem das plantas e animais domésticos por muito tempo fizeram parte daqueles fenômenos misteriosos que ultrapassam o entendimento humano. Daí recorrer-se, para explicá-los, a causas transcendentais, de ordem mágica, miraculosa ou divina, abundantes nos mitos fundadores das sociedades de cultivadores e de criadores, cujos traços ainda encontramos no pensamento científico moderno. Ora, as pesquisas arqueológicas e biológicas das últimas décadas mostram claramente que a domesticação é um processo de transformação biológica, que resulta quase automaticamente das atividades de protocultura e de protocriação, quando aplicadas a certas espécies selvagens, e se explica por mecanismos genéticos perfeitamente compreensíveis.

Os sinais arqueológicos dos primórdios do cultivo e da criação são difíceis de observar e interpretar, pois é necessário tempo antes que as plantas que começam a ser cultivadas e os animais que começam a ser criados percam suas características selvagens originais e adquiram características domésticas manifestas. Para identificar os inícios do cultivo de uma espécie vegetal ainda selvagem, somos levados a medir o aumento do número de seus grãos nos locais de moradia, a concentração de seu pólen em certos solos onde supúnhamos que fosse cultivada, ou a procurar a presença dos grãos e do pólen dessa espécie fora de sua área de origem.

Quanto aos animais, pode-se medir de maneira análoga o aumento dos restos de ossadas próximos aos locais de moradia, mas esse aumento pode

também provir de uma intensificação da caça. Uma distribuição dos ossos por idade e por sexo, conforme a exploração de um rebanho criado para a produção de carne, já é mais convincente, embora possa também testemunhar uma caça mais seletiva. Mudanças morfológicas (como a redução do tamanho e o aumento de sua variabilidade), certas manifestações patológicas (anomalias da dentição, fraturas) e a presença de esqueletos inteiros de animais (enquanto os esqueletos de animais de caça são frequentemente incompletos, porque algumas partes foram amputadas no local do abate) são outros indícios de uma provável domesticação. Finalmente, a presença de material de criação (pedras para pelar, traços de curral, etc.), a presença de animais fora de sua área de origem e a forma nitidamente domesticada dos restos de ossadas (redução do tamanho, deformações dos ossos...) são os únicos sinais verdadeiramente indubitáveis, sobretudo quando se encontram combinados com a domesticação animal.

ESCOLHER, CULTIVAR E CRIAR

Para compreender bem como são constituídas as espécies domésticas, lembremos que, por milhões de anos, os hominídeos se contentaram em explorar pela predação as populações vegetais e os animais selvagens pertencentes a espécies escolhidas entre milhares de outras por sua utilidade e facilidade de exploração. No Neolítico, grupos humanos sedentários começaram a mudar essa maneira de agir. Eles selecionavam pequenas coleções de indivíduos pertencentes a uma ou outra dessas espécies para submetê-las a condições de crescimento e de reprodução novas, *artificiais*, resultantes de práticas da protoagricultura. Desde que foram cultivadas ou criadas assim, essas frações de população particularmente escolhidas e particularmente exploradas e as linhagens que lhes sucederam levaram uma existência separada, diferente da de seus congêneres selvagens. Após várias gerações, as linhagens de algumas dessas espécies submetidas à protoagricultura perderam várias de suas características genéticas, morfológicas e comportamentais selvagens originais, pouco compatíveis com seu novo modo de vida. Por outro lado, adquiriam outras características que, embora pouco vantajosas e transmissíveis, foram então conservadas. A partir de então, embora continuassem a assemelhar-se de mil maneiras a seus ancestrais e às populações selvagens persistentes, as novas formas “domésticas” assim obtidas se distinguiram por um pequeno número

de características, formando o que se convencionou chamar de “síndrome de domesticação”. Mas vejamos mais precisamente por quais mecanismos essa transformação pôde ocorrer.

A DOMESTICAÇÃO DOS CEREAIS

Toda a população de uma espécie de cereal selvagem é heterogênea. Por exemplo, certos grãos caídos no solo germinam desde a primeira estação muito úmida e muito quente, enquanto outros começam a vingar duas ou três estações mais tarde. Este atraso em germinar (esta dormência) é condicionado por substâncias inibidoras da germinação, geralmente contidas nas pequenas folhas (glumas e glumelas) que envolvem as sementes. Enquanto uma população se reproduz espontaneamente, essas disposições, variáveis de uma planta a outra, contribuem para repartir a germinação das sementes por várias estações consecutivas mais ou menos favoráveis, aumentando assim as chances de reprodução e de multiplicação da espécie. Ao contrário, se as sementes foram cultivadas, quer dizer, semeadas em conjunto na primeira estação das chuvas e colhidas em conjunto durante a colheita seguinte, somente os grãos sem dormência podem ser colhidos e semeados mais tarde novamente. A semeadura e a colheita agrupadas e simultâneas de uma população de cereal inicialmente selvagem tendem a eliminar as linhagens de grãos com dormência cobertos por glumas e glumelas espessas.

Por outro lado, os primeiros grãos que germinam e produzem as plântulas mais vigorosas ganham na competição acirrada entre as plantas congêneres em uma mesma parcela semeada e obtêm uma descendência mais numerosa que as outras. Ora, as plântulas mais precocemente vigorosas provêm geralmente das sementes maiores, cuja albumina, rica em açúcares rapidamente mobilizáveis, é relativamente mais desenvolvida do que o germe e mais rica em proteínas e em ácidos graxos. A semeadura agrupada tende a selecionar linhagens de germinação rápida, de grandes grãos ricos em açúcares e relativamente pobres em proteínas e em gorduras.

Assim sendo, a colheita, quando realizada de uma só vez, no momento da maturidade do maior número de grãos, tende a eliminar as linhagens de maturidade tardia, cujos grãos colhidos muito cedo são infecundos. Em

consequência, as formas que possuem um grande número de inflorescências na maturidade muito escalonada tendem a ser eliminadas. Além disso, a colheita agrupada em uma única vez tende a eliminar as formas cujas espigas ou espiguetas são suportadas por talos frágeis e cujos grãos, muito facilmente destacáveis, caem precocemente ao solo e, por essa razão, escapam à colheita.

Dessa forma, toda uma série de características – dormência, invólucros espessos, grãos pequenos, inflorescências numerosas e pequenas, talos frágeis, fácil debulha, etc. – que favorecem a reprodução e a difusão espontânea das populações selvagens torna-se contra-performante nas condições de reprodução impostas pelas práticas de cultivo humanas e tendem, por isso, a ser eliminadas. As características inversas – não dormência, invólucros reduzidos, grãos grandes e ricos em açúcares e pobres em proteínas e em gordura, espigas ou inflorescências únicas ou pouco numerosas, de grande porte e ricas em grãos, caules e talos resistentes, debulha difícil, etc. – multiplicam as chances de desenvolvimento das linhagens cultivadas, suas chances de colheita na maturidade e de reprodução por semeadura.

Esse conjunto de características genéticas, morfológicas e comportamentais vantajosas, que constitui a síndrome de domesticação típica da maior parte das populações de cereais cultivados, é, portanto, o produto de um mecanismo quase automático da seleção que se opera em linhagens de cereais originalmente selvagens, desde que sejam cultivadas durante várias gerações sucessivas.

GENES POUCO NUMEROSOS E TRANSMISSÍVEIS EM BLOCO

A aptidão de um cereal para ser domesticado, que denominamos *domesticabilidade*, resulta de disposições genéticas e de reprodução particulares. Para o milho e para o milheto africano, os genes que comandam a síndrome de domesticação são pouco numerosos, agrupados em um mesmo cromossomo e, por isso, transmissíveis em bloco, facilitando a passagem da forma selvagem à forma doméstica. Por outro lado, como o trigo, o sorgo, o milheto, a cevada e o arroz se reproduzem preferencialmente por autofecundação – fecundação de cada planta por seu próprio pólen –, os riscos de hibridação com as formas selvagens se reduzem, ao passo que o isolamento e a conservação das características ditas “domesticadas” adquiridas são facilitados.

No entanto, embora a seleção das características domésticas seja automática, a observação, a escolha e a ação conscientes do cultivador podem ser exercidas de maneira útil para preservar e difundir as vantagens manifestas adquiridas pela seleção. Na verdade, quando uma população vegetal submetida à protocultura leva, em algumas gerações, ao aparecimento de uma síndrome de domesticação, o cultivador está então apto a escolher as linhagens visivelmente mais vantajosas, para tornar a semeá-las preferencialmente e eliminar, assim, seus congêneres selvagens e os híbridos. Se o aparecimento da síndrome de domesticação for involuntária, muda-se completamente a escolha, a preservação e a difusão das espécies e das linhagens mais facilmente afetadas por essa síndrome. Ainda hoje, nas regiões do Sahel onde o milho foi domesticado e onde coexistem milhos selvagens e cultivados, os cultivadores continuam a procurar plantas híbridas.

Desta análise, pode-se deduzir que a domesticação não pôde ocorrer enquanto as sementes semeadas provinham em sua grande maioria da colheita. Para que a domesticação acontecesse, seria preciso que as sementes oriundas da protocultura se tornassem dominantes e fossem semeadas novamente por várias gerações seguidas. É, pois, improvável que a domesticação pudesse ocorrer nos centros de origem, enquanto os cereais selvagens, facilmente coletáveis, fossem superabundantes em relação às necessidades da população.

A DOMESTICAÇÃO DAS PLANTAS COM SEMENTES

Nas plantas com grãos distintas dos cereais, a forma geral do processo de domesticação é bastante semelhante. Por exemplo, enquanto as populações de leguminosas selvagens dispõem geralmente de vagens que se abrem facilmente quando maduras para facilitar a disseminação das sementes e de sementes com dormência de germinação diferida, as populações domesticadas perderam essas características. Podemos constatar também que, com a domesticação, surge uma tendência à constituição de inflorescências menos numerosas, maiores, com sementes numerosas e com maturação uniforme.

A DOMESTICAÇÃO DAS PLANTAS DE MULTIPLICAÇÃO VEGETATIVA

Entre as plantas de multiplicação vegetativa que os cultivadores reproduzem por estaquia de um fragmento do caule (mandioca), ou enterrando um fragmento de tubérculo (batata, inhame), ou por plantio de um pedaço de rizoma ou rebento lateral (bananeira), cada planta cultivada herda de forma idêntica as características genéticas da planta-mãe, de modo que é comum supor-se que as qualidades aparentes de uma planta-mãe selvagem, escolhida por ter dado bons tubérculos, frutos ou raízes, se transmitam integralmente a seus descendentes cultivados.

Ora, isso não é tão simples assim. Certas plantas proporcionam boas colheitas devido às suas características genéticas próprias, e esta qualidade é então transmissível. No entanto, outras plantas, que não possuem essas características genéticas vantajosas, dão resultados igualmente bons ou ainda melhores quando se desenvolvem em condições microlocais muito favoráveis de solo, de exposição à luz, de umidade ou ausência de concorrência. Inversamente, plantas geneticamente vantajosas podem encontrar-se em condições desfavoráveis que as impeçam de manifestar suas qualidades intrínsecas. Foi preciso tempo e atenção para separar as plantas geneticamente vantajosas das plantas simplesmente favorecidas por suas condições de desenvolvimento.

AS PLANTAS NÃO DOMESTICADAS

Pode-se também favorecer uma espécie sem necessariamente cultivá-la. Certas espécies úteis em muitos aspectos são apenas preservadas. A palmeira para extração de óleo, por exemplo, de nascimento espontâneo nas bordas da floresta equatorial, é *poupada* no momento dos desmatamentos. O baobá, cujos frutos e folhas são consumidos e cuja casca fornece fibras, o carité, cujo fruto fornece a manteiga do mesmo nome, são *protegidos* da superexploração. Outras espécies, como a *Acacia albida*, árvore forrageira de entressafra e que contribui amplamente para a reprodução da fertilidade de muitos solos agrícolas do Sahel, não são apenas protegidas, mas *propagadas* fora de suas áreas naturais. Entretanto, nem todas as espécies favorecidas de uma maneira ou de outra pelo homem adquirem necessariamente características domesticadas particulares.

O princípio da protocriação dos animais consiste em subtrair uma população animal selvagem de seu modo de vida natural para poupá-la, protegê-la e propagá-la, visando a explorá-la mais cômoda e intensamente. A cada geração, essa população se encontrará submetida a condições de vida e de reprodução distintas das populações que permaneceram selvagens. Essas novas condições tendem a eliminar certas características genéticas, comportamentais e morfológicas e a selecionar outras, sejam elas as características preexistentes nas populações selvagens de origem, ou surgidas por mutação durante o processo de domesticação. Os mecanismos que comandam essa evolução equivalem aos que regem as plantas. No entanto, é preciso considerar que, nos animais, não se descobriu um conjunto de genes ligados, selecionáveis em bloco, que determinassem uma “síndrome de domesticação”. Isso não impede que exista também, na maior parte dos animais primitivamente domesticados, um conjunto de características típicas que os distinguem de seus congêneres selvagens.

Assim, nas condições da protocriação, os animais mais temerosos que recusam alimentar-se ou reproduzir-se em cativeiro ficam sem descendência. Os animais agressivos, violentos, perigosos são geralmente eliminados pelos criadores, que abatem também, de preferência para consumi-los, os animais de maior porte. O manejo em grandes rebanhos permite a sobrevivência dos animais mais vulneráveis por estarem mais protegidos, ao passo que teriam sido eliminados caso vivessem em pequenas manadas em estado selvagem. Castrando ou mantendo uma parte dos machos afastados das fêmeas no período do cio, os criadores permitiram aos animais pouco vigorosos e pouco ativos participar da reprodução. Enfim, os animais de criação sofrem muitas vezes escassez e carências às quais os animais de pequeno porte resistem melhor do que os grandes. Portanto, de geração em geração, a protocriação tende, geralmente, a selecionar animais pouco sensíveis, pouco nervosos, pouco vigorosos e de pequeno porte, isto é, com características típicas das espécies animais domésticas primitivas.

Se, então, as plantas domésticas aparecem logo de início como “melhoradas” em relação às suas ancestrais selvagens (grãos mais numerosos e maiores, etc.), os animais domésticos primitivos, por sua vez, aparecem como “degradados”.

Mas, quer pareçam melhoradas, quer degradadas, as espécies domesticadas são mais bem adaptadas às novas condições de vida que lhes foram proporcionadas do que suas ancestrais selvagens. Por isso, são mais vantajosas para o cultivador e para o criador. Sejam quais forem essas vantagens, no conjunto, elas foram obtidas involuntariamente. Uma espécie domesticada é, de fato, o produto final, desconhecido e inconcebível inicialmente, de um processo de seleção comandado por toda uma série de atos de cultivo e de criação, em que cada um visava a obter, a muito curto prazo, algo completamente diferente de um resultado longínquo e absolutamente imprevisível.

Acrescentemos, para terminar, que, se muitas espécies vegetais foram protocultivadas sem jamais terem sido domesticadas, muitas espécies animais foram capturadas e submetidas a diversas práticas de criação sem terem sido domesticadas. Essas práticas não deixaram vestígios, exceto na época histórica. Assim, no antigo Egito, por exemplo, por muito tempo se cevaram pelicanos e garças reais, e se mantiveram em cativeiro as hienas, as gazelas e os órix (antílope dos desertos com chifres muito longos e pontudos, semelhante a uma gazela), sem que isso chegasse a domesticá-los. É forçoso dizer que nem todas as espécies animais eram domesticáveis. As espécies que não se reproduzem em cativeiro, as pouco precoces, cujos filhotes exigem longos anos de cuidados, e as espécies frágeis, bizarras ou violentas não se prestavam à domesticação. As espécies pouco sociáveis, que vivem em famílias restritas e que marcam seu território, também não são de fácil manejo.

SISTEMAS AGRÁRIOS FLORESTAIS BASEADOS EM SISTEMAS DE CULTIVO DE DERRUBADA-QUEIMADA E SISTEMAS AGRÁRIOS PÓS-FLORESTAIS

Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada em meio arborizado têm sua origem no período neolítico e constituíram, sem dúvida, a base produtiva da maioria dos sistemas agrários na pré-história da humanidade. Apesar de os primeiros registros de realização da agricultura que utilizavam sistemas de queimada-derrubada remontarem a mais de 10.000 anos A.P., constata-se que, ainda hoje, muitas sociedades e povos no mundo realizam suas atividades agrícolas baseadas nesses sistemas de cultivo. O presente texto tem um duplo propósito: contextualizar a origem e os princípios estruturantes desse sistema de cultivo e

apresentar as condições e características dos sistemas agrários pós-florestais que têm sua origem relacionada aos sistemas de cultivo de derrubada-queimada.

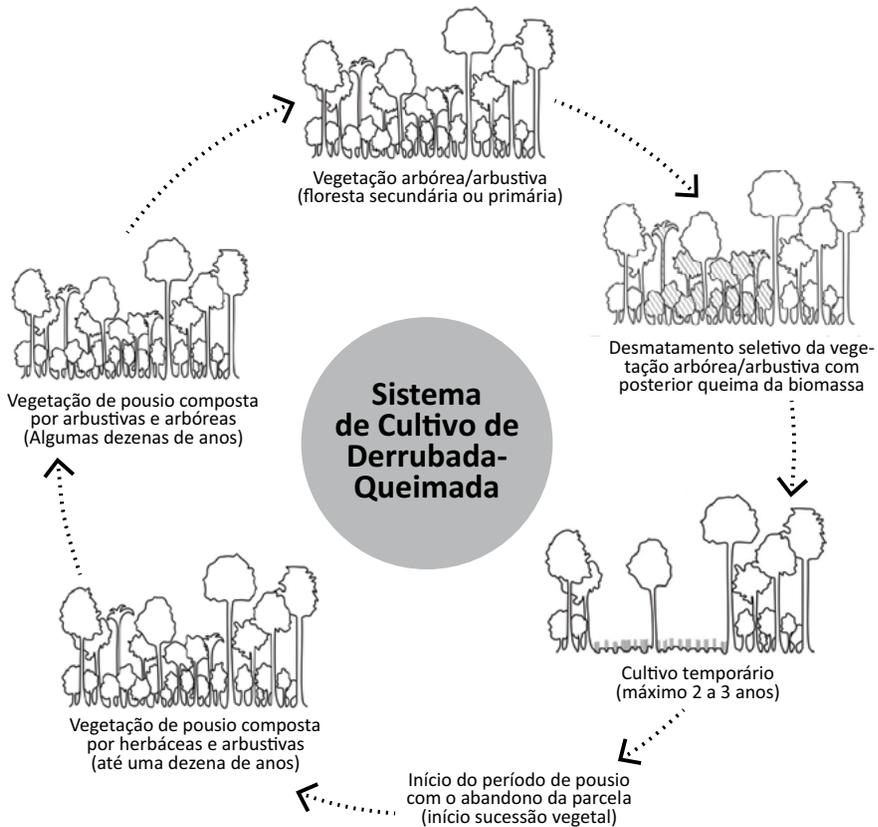
Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada surgiram há menos de 10.000 anos A.P. em um número reduzido de regiões do mundo. Inicialmente, as atividades agrícolas eram realizadas em pequenas parcelas próximas às moradias, já desmatadas, fertilizadas pelos dejetos domésticos, ou em áreas que recebiam dejetos aportados pelas cheias dos rios. Com a ocupação e a utilização dessas pequenas parcelas, por natureza pouco disponíveis e restritas, as atividades de cultivo e de criação se ampliaram. A utilização dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada permitiu ampliar as parcelas cultivadas com a utilização de áreas cobertas por formações arborizadas e herbáceas existentes no entorno dessas sociedades neolíticas.

Armados com machados de pedra polida para cortar arbustos e árvores, mas contando apenas com um bastão de madeira (cajado) como instrumento de trabalho de solo, os agricultores neolíticos estavam mais bem aparelhados para desmatar e cultivar uma floresta do que para preparar e cultivar áreas cobertas por uma vegetação herbácea densa. Foi por isso que as populações neolíticas que ocupavam as regiões arborizadas desenvolveram amplamente os cultivos, enquanto as populações neolíticas que dispunham de campos, savanas e estepes naturais desenvolveram a criação animal.

Pouca coisa se sabe sobre a maneira como eram praticados, naquela época longínqua, os cultivos de derrubada-queimada. Não existe testemunho escrito relativo a este tema, pois as primeiras civilizações que utilizaram a escrita se desenvolveram no princípio da idade dos metais, muitos milhares de anos depois dos primórdios da agricultura e em regiões onde os sistemas de cultivo de derrubada-queimada estavam em vias de desaparecimento. Por outro lado, no momento da colonização, certos povos cultivadores da América, do sudeste da Ásia e da Polinésia ainda utilizavam machados de pedra polida. Mas, se suas práticas agrícolas foram muitas vezes relatadas, elas também foram modificadas pelo uso dos metais antes mesmo de se tornarem objeto de um estudo sistemático.

Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada eram praticados em meios arbóreos variados: floresta densa, floresta secundária, capoeira, savana arborizada, etc. As parcelas a serem cultivadas eram previamente desmatadas por um abate seletivo da vegetação seguido da queimada, mas sem destocamento. As parcelas desmatadas eram cultivadas apenas por um ano, e raramente por dois ou, no máximo, três anos. Após esse curto período de cultivo, as parcelas eram abandonadas ao pousio por um ou vários decênios, até serem novamente

desmatadas e cultivadas. Portanto, os sistemas de cultivo de derrubada-queimada em meio arborizado eram sistemas onde cultivos temporários (realizados ao longo de poucos anos) se alternavam com um pousio florestal de longa duração (de várias décadas de duração), para assim formarem uma rotação cuja duração podia alcançar 50 anos ou mais.



Evolução do perfil da vegetação ao longo do período de cultivo temporário e ao longo do período de pousio em uma parcela cultivada com o sistema de cultivo de derrubada-queimada

Adaptado de: MAZOYER; ROUIDART, 2010, p. 133.

Cabe salientar que o desenvolvimento da agricultura baseada em sistemas de cultivo de derrubada-queimada pelas sociedades neolíticas não foi um

processo rápido e completo. Em um primeiro momento, e enquanto o recurso à caça e à coleta eram suficientemente abundantes, os agricultores neolíticos procediam unicamente à utilização de pequenas parcelas cultivadas para a produção de alimentos de consumo imediato (em geral cereais ou leguminosas) ou a serem consumidos a longo prazo (em geral tubérculos que permaneciam como uma espécie de reserva ou banco de alimento para posterior utilização). A agricultura tinha então uma função complementar às atividades de caça e coleta. Neste caso, essas populações permaneciam ainda nômades, deslocando-se quando os recursos de caça e da coleta se tornavam raros e escassos. Foi somente com a impossibilidade de realização do nomadismo (pelo aumento da densidade populacional e, conseqüentemente, pela rarefação geral da caça e dos produtos de coleta) que os agricultores neolíticos se tornaram sedentários. Embora a caça e a coleta continuassem a ser realizadas, foi somente neste segundo momento que as atividades agrícolas passaram a ocupar um papel central e fundamental na estratégia alimentar dessas sociedades.

O ecossistema explorado pelos agricultores neolíticos era formado pelo entorno das habitações, onde eram realizadas atividades de produção em hortas-pomares e atividades de criação de animais. Englobando as habitações e os pomares-hortas, havia o entorno florestal, onde eram realizadas as atividades agrícolas com o sistema de derrubada-queimada. As parcelas em cultivo eram amplamente minoritárias, e a maior parte dessa área era coberta por parcelas em pousio. Além de produtos cultivados, o entorno florestal devia proporcionar produtos florestais e animais para a caça. Por fim, ressalte-se a existência de áreas, florestadas ou não, impróprias para a realização de atividades agrícolas e que eram utilizadas para a coleta e para a caça.

O sistema de cultivo de derrubada-queimada está baseado em alguns princípios agronômicos fundamentais, citados a seguir:

- A **reprodução da fertilidade do solo** era assegurada pela reconstituição da biomassa vegetal ao longo do período de pousio. Com efeito, o desmatamento e a posterior queima da vegetação arbórea liberavam elementos minerais (cinzas) altamente solúveis para os cultivos. Após alguns meses de cultivo, quando esses elementos minerais já haviam sido lixiviados, as parcelas eram abandonadas e iniciava-se o processo de regeneração da vegetação natural. Inicialmente, as parcelas abandonadas eram ocupadas por

plantas “pioneiras” (gramíneas, composáceas, pteridófitas, etc.), de rápido crescimento e que formavam um espesso e denso tapete herbáceo. Além de controlar o processo de lixiviação e de erosão, esta primeira fase do período de pousio propiciava as condições para o desenvolvimento de uma vegetação arbustiva. Com maior capacidade de proteção do solo e, sobretudo, com um enraizamento mais profundo, a vegetação arbustiva iniciava o processo de resgate dos elementos minerais lixiviados e disponíveis nas camadas mais profundas do solo. Este processo era completado com o desenvolvimento da vegetação arbórea. Ao longo de décadas, auxiliada pela atuação das plantas “pioneiras” (herbáceas e arbustivas), veremos o progressivo ressurgimento da vegetação arbórea nas parcelas em pousio. Com o desenvolvimento da vegetação arbórea, o processo de recuperação dos elementos minerais lixiviados seria acelerado fortemente na forma de biomassa vegetal. Ao cabo de várias décadas de pousio, a biomassa original estava praticamente reconstituída em seus níveis originais, e a parcela, em condições de ser cultivada novamente com o sistema de derrubada-queimada. Portanto, nenhum aporte em termos de fertilizantes externos à parcela era necessário para a realização do sistema de cultivo de derrubada-queimada. É importante ressaltar que os instrumentos de trabalho de solo e os meios de transporte de que dispunham os agricultores neolíticos eram limitados (geralmente um bastão de madeira, ou “cajado”, machados de pedra polida, cestos em fibras vegetais e recipientes em barro para transporte no dorso humano).

- O **controle das ervas invasoras** também era assegurado de maneira indireta no decorrer do período de pousio. Além de sua importância no processo de reconstituição da fertilidade, o período de pousio permitia um efetivo controle da infestação do solo por ervas invasoras. Com efeito, as sementes de ervas invasoras não encontravam as condições suficientes em um ambiente florestal para completarem seu ciclo produtivo. Ao cabo de algumas décadas de pousio florestal, o estoque de sementes de ervas invasoras presentes no solo era ínfimo ou mesmo nulo. Assim, durante vários meses após a derrubada e a queimada, as parcelas em cultivo permaneciam praticamente livres da concorrência das ervas invasoras. Tal situação era fundamental para os agricultores neolíticos, pois eles não dispunham de nenhum instrumento agrícola capaz de controlar o desenvolvimento da vegetação herbácea espontânea.

- Os **processos de erosão e degradação** nas parcelas utilizadas com o sistema de cultivo de derrubada-queimada eram muito reduzidos. Com efeito, o sistema de derrubada-queimada, quando realizado em condições adequadas de produção (baixa declividade, clima com pluviometria elevada, solos não arenosos), e respeitada a duração mínima de pousio que permitisse a recomposição da biomassa florestal, apresentava uma baixa propensão à erosão e à degradação das condições de produção. As parcelas submetidas ao sistema de cultivo de derrubada-queimada permaneciam a descoberto apenas por alguns anos, e o período de pousio proporcionava uma significativa e eficiente cobertura e proteção do solo.

A densidade populacional constatada em sistemas agrários florestais que tinham como base sistemas de cultivo de derrubada-queimada era geralmente baixa, situando-se entre 10 e 30 habitantes por quilômetro quadrado. Essa baixa densidade populacional decorria do fato que apenas uma pequena parte das áreas submetidas ao sistema de derrubada-queimada era efetivamente semeada e cultivada, permanecendo a maior parte das áreas em pousio. Assim, em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 50 anos com um único cultivo de cereal, somente uma parcela era cultivada, e as demais 50 parcelas permaneciam destinadas ao pousio. Da mesma forma, o sistema de cultivo de derrubada-queimada proporcionava uma baixa produtividade do trabalho e, conseqüentemente, uma baixa capacidade de geração de excedentes agrícolas. Portanto, os grupos sociais de agricultores neolíticos apresentavam uma fraca diferenciação social, e a maioria, senão a totalidade, dos membros participava das atividades produtivas independentemente de sua função social.

A organização social desses grupos era fortemente marcada pela necessidade de se gerenciar o acesso às terras e sua distribuição com vistas à realização das atividades agrícolas. Pode-se supor que os agricultores neolíticos tinham o direito de uso ilimitado sobre as áreas das habitações, hortas e plantações perenes e sobre as parcelas agrícolas submetidas a uma rotação de curta duração. Em contrapartida, pode-se supor também que eles possuíam o direito de acesso e de uso temporário das parcelas submetidas ao sistema de cultivo de derrubada-queimada, ou seja, o direito de se beneficiar dos frutos de seu trabalho.

Oriundos dos centros de origem da revolução agrícola neolítica entre 10.000 e 5.000 anos A.P., os sistemas de cultivo de derrubada-queimada estenderam-se progressivamente à maior parte dos meios cultiváveis do planeta. As densidades de população que esses sistemas podiam suportar eram muitas vezes mais elevadas do que as densidades permitidas pelos sistemas de caça-coleta praticados nos mesmos espaços geográficos. Entre 10.000 e 5.000 A.P., a população mundial passou de 5 a 50 milhões de habitantes aproximadamente.

Tendo surgido na época neolítica em algumas partes do mundo, esse sistema de cultivo expandiu-se pela maior parte das florestas e dos outros meios arborizados cultiváveis do planeta, onde perdurou por milhares de anos. Em cada região do mundo, essa *dinâmica pioneira* acarretou, em um primeiro momento, um forte crescimento demográfico. Esse crescimento demográfico pôde perdurar enquanto restavam áreas arborizadas acessíveis, ainda não desmatadas. À medida que todas as reservas arbóreas virgens foram sendo ocupadas e postas em cultivo pelo homem, e que a densidade da população começou a crescer, a frequência e a intensidade dos desmatamentos aumentaram. Iniciou-se, assim, uma *dinâmica de desmatamento* (ou de desflorestamento) das terras cultivadas com o sistema de derrubada-queimada, o que acabou inviabilizando a continuidade de tal modo de cultivo. A intensificação do desmatamento e a diminuição progressiva do período de duração do pousio acarretaram a degradação da fertilidade dos solos, o aparecimento de processos erosivos mais ou menos graves, a redução dos rendimentos agrícolas e, conseqüentemente, a redução da produtividade de trabalho.

A dupla crise daí resultante – ecológica e de subsistência – somente pôde ser superada mediante o desenvolvimento de novos sistemas de cultivo pós-florestais, muito diferenciados. Entre estes, os sistemas hidráulicos nas regiões áridas, os sistemas com alqueive nas regiões temperadas e os sistemas baseados na rizicultura aquática nas regiões de monção.

Em algumas regiões do mundo, em decorrência do ressecamento do clima e/ou da degradação definitiva dos solos, o desmatamento passou a ser definitivo, e as condições agroclimáticas e pedológicas locais não permitiram o desenvolvimento de novos sistemas de cultivo pós-florestais. Nessa situação, veremos o surgimento de sistemas de criação baseados no pastoralismo em formações arbustivo-herbáceas secundárias resultantes do desmatamento.

Pouca informação se tem sobre a organização original dessa dinâmica pioneira; em contrapartida, temos um amplo conhecimento sobre o modo como esse processo ocorre atualmente. Na proximidade de um campo pioneiro de reservas florestais virgens abundantes, pode-se constatar que os vilarejos de cultivadores de derrubada-queimada se instalam geralmente a certa distância uns dos outros, para assim disporem de uma área florestal suficiente para a manutenção do período de pousio florestal.

À medida que o efetivo populacional dobrava e a densidade populacional ultrapassava algumas dezenas de habitantes por quilômetro quadrado de floresta cultivável, o período de duração dos pousios era obrigatoriamente reduzido. Frente a esta situação, uma fração da população do vilarejo começava então a desmatar e a cultivar novas parcelas situadas na floresta virgem próxima, situada além da frente pioneira. Ela construía novos abrigos e, após algum tempo, se instalava e fundava uma nova vila de algumas dezenas e, depois, de algumas centenas de habitantes provenientes do vilarejo antigo, fato que reduzia consideravelmente a população deste último (e, portanto, a densidade populacional e a pressão sobre o sistema de cultivo de derrubada-queimada). A população de cada um dos vilarejos podia então aumentar durante algumas décadas, até atingir novamente um tamanho máximo. Nesse momento, os vilarejos se subdividiam novamente, e parte da população se deslocava para a frente pioneira, ocupando novas áreas virgens florestais.

Assim, a população dos vilarejos de cultivadores florestais oscilava geralmente entre um mínimo de algumas centenas e um máximo da ordem de um milhão de habitantes, de tal forma que a densidade da população variava entre uma dezena e três dezenas de habitantes por quilômetro quadrado de floresta cultivável. O mecanismo de subdivisão-migração dos vilarejos serve de regulador: é ele que mantém a densidade da população e a duração do pousio dentro dos limites mais apropriados ao bom funcionamento dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada, e sua continuidade. Quando uma parte do território do vilarejo não é cultivável, porque os solos são pedregosos ou demasiadamente arenosos, etc., os vilarejos costumam ser mais afastados uns dos outros, ou menores, e menor a densidade da população.

Com uma taxa de crescimento populacional inferior a 1% ao ano, seria necessária uma ou mais centenas de anos para que se duplicasse a população dos vilarejos de agricultores neolíticos. Pode-se, pois, considerar que esse

movimento de subdivisão-migração se produzia menos de uma vez a cada século. A frente pioneira progredia mais ou menos um quilômetro por ano, e os sistemas de cultivo de derrubada-queimada podiam perpetuar-se por centenas de anos, sofrendo poucas modificações. Na escala de uma geração humana, eles apareciam aos olhos de quem os praticava como relativamente estáveis.

Mais cedo ou mais tarde, a frente pioneira dos agricultores neolíticos acabava por chocar-se necessariamente com uma fronteira ou barreira geográfica intransponível: uma fronteira natural, como um oceano ou uma cadeia de altas montanhas, uma floresta incultivável, como a taiga, uma formação herbácea ou um deserto. A partir do momento em que não houvesse mais floresta virgem acessível, e se a população continuasse a aumentar no mesmo ritmo, o excedente populacional não podia mais ser objeto de migração. O aumento da densidade populacional obrigava os agricultores neolíticos a estender a cada ano a superfície desmatada, fato que levava necessariamente à derrubada de pousios cada vez mais jovens para a prática da agricultura de derrubada-queimada. Para compensar a redução do rendimento real que daí resultava, era preciso realizar desmatamentos cada vez mais completos, cortando madeiras que até então vinham sendo poupadas, de forma a estender a superfície efetivamente semeada. Chegava-se, assim, em pouco tempo, à necessidade de proceder, com cada vez maior frequência, ao corte raso da vegetação; e, para compensar a redução dos rendimentos, nada mais restava senão estender ainda mais a superfície submetida anualmente ao desmatamento. Com isso, a duração do pousio diminuía rapidamente, e o desmatamento se acelerava acentuadamente, reduzindo mais e mais a relação entre as áreas cultivadas e as áreas em pousio.

Mas esse duplo processo de aumento da população e de incremento do desmatamento não se produzia apenas quando eram alcançados os limites geográficos dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada. Ocorria igualmente em regiões anteriormente colonizadas e cultivadas, que se encontravam demasiadamente afastadas da frente pioneira para que o processo de subdivisão-migração pudesse acontecer: para escapar do desmatamento e de suas consequências, para alcançar alguma nova “terra prometida” situada a centenas de quilômetros, as populações superpovoadas deviam então organizar expedições cada vez mais arriscadas para áreas longínquas, as quais, por fim, se tornavam impossíveis. Nessas regiões conquistadas no passado e cultivadas, o

aumento da população conduzia, mais cedo ou mais tarde, a um desmatamento mais ou menos completo.

Assim, os sistemas de cultivo de derrubada-queimada continuaram a se estender durante milênios, a milhares de quilômetros dos centros de origem da agricultura neolítica, ao passo que o desflorestamento começara muito tempo antes nesses mesmos centros e nas regiões vizinhas anteriormente cultivadas. Depois, o desmatamento estendeu-se passo a passo em todas as direções, seguindo de muito longe, e com séculos de atraso, a progressão das frentes pioneiras.

Mas a proximidade do centro de origem não era a única variável determinante da antiguidade do desmatamento em diferentes regiões do mundo. A natureza do ecossistema original representava também um papel importante: a frente pioneira conseguia progredir mais facilmente em uma formação vegetal regional quando esta era mais penetrável e mais fácil de explorar. A pouca resistência do ecossistema ao machado e ao fogo determinava a precocidade do desmatamento que ocorria a seguir. Foi assim que, na área de extensão da agricultura oriunda do centro de origem próximo-oriental, os primeiros meios desmatados foram florestas abertas e savanas arborizadas mais penetráveis e frágeis, que se estendiam sobre a zona subtropical quente e com baixa pluviometria da África saariana e do Oriente Próximo arábico-persa. Nessas regiões, o desmatamento começou há 7.000 anos A.P. e contribuiu, sem dúvida, para o ressecamento do clima que levou, no quinto milênio A.P., à desertificação de boa parte dessas regiões.

Menos frágeis que as precedentes, as florestas das regiões temperadas quentes do entorno mediterrâneo resistiram por mais tempo. Todavia, a destruição dessas florestas começou muito cedo, mais de 4.000 anos A.P., nas margens orientais do Mediterrâneo, e estendeu-se progressivamente para oeste, no sul europeu e no norte africano, até os últimos séculos a.C. Foi nesta época que ocorreu a degradação e a destruição de áreas inteiras das florestas da Europa central, mais vigorosas e resistentes do que as florestas mediterrâneas. O desmatamento dessa zona deu-se até os primeiros séculos d.C. Nesse período, o desmatamento estendeu-se também ao sul do Saara. Desde o princípio de nossa era, as florestas caducifólias da zona tropical com uma única estação de chuvas começaram a ser savanizadas, e essa savanização continuou até um passado recente. Já as florestas perenifólias da zona equatorial

úmida começaram a recuar muito mais recentemente, e uma parte delas ainda hoje existe.

A intensificação do processo de desmatamento em um sistema de cultivo de derrubada-queimada acarreta uma série de consequências nefastas:

(A) *A redução da fertilidade*

A redução do período de pousio acarreta uma acentuada diminuição da quantidade de biomassa disponível nas parcelas e, conseqüentemente, uma acentuada redução na quantidade de cinzas e nos rendimentos dos cultivos.

(B) *A alteração das características físicas do solo*

Além da diminuição da capacidade de estocagem em minerais fertilizantes dos solos, constata-se um processo de endurecimento do solo, que muitas vezes acarreta a formação de carapaças, ou couraças lateríticas, que dificultam o desenvolvimento das plantas cultivadas.

(C) *A erosão*

O aumento do período de exposição do solo, decorrência do aumento da frequência do desmatamento, e a menor disponibilidade de biomassa acarretam um significativo aumento dos processos erosivos. Menor proteção do solo contra a ação da chuva e do vento, menos obstáculos para o escoamento das águas, intensificação do processo de lixiviação dos elementos minerais e deslocamento de solo pela erosão linear para vales mais baixos e deltas dos rios são algumas das consequências da intensificação do processo de desmatamento.

(D) *O ressecamento do clima*

A intensificação do desmatamento em extensos territórios teve como consequência uma tendência de ressecamento do clima, reduzindo a pluviometria média da própria região ou mesmo de regiões mais longínquas.

EMERGÊNCIAS E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS PÓS-FLORESTAIS

A crise que se abateu sobre extensos territórios em decorrência da intensificação do desmatamento nos sistemas de cultivo de derrubada-queimada produziu condições ecológicas inéditas, abrindo espaço para o surgimento dos chamados sistemas agrários pós-florestais. A implantação dos sistemas agrários

pós-florestais foi um processo longo, que exigiu o desenvolvimento de novos instrumentos, de novos modos de desmatamento e de renovação da fertilidade e, evidentemente, de novos procedimentos nos cultivos e nas criações de animais, adaptados às novas condições ecológicas.

O quadro acima apresenta os principais sistemas agrários pós-florestais que se estabeleceram após a crise dos sistemas agrários florestais em diferentes regiões do mundo. Esses sistemas agrários pós-florestais foram:

- **Sistemas agrários hidráulicos das regiões áridas**

Nas regiões áridas, os cultivos pluviais tornaram-se impraticáveis e as atividades agrícolas passaram a concentrar-se somente nas zonas beneficiadas por um aporte exterior de água trazida pelos grandes rios ou por lençóis freáticos subterrâneos. No entorno das áreas de cultivo, explorando os resíduos de cultivo ou os poucos recursos forrageiros disponíveis, desenvolveram-se sistemas de criação baseados no pastoralismo e na transumância (camelídeos, caprinos, ovinos, equinos e mesmo bovinos/zebuínos). A realização da agricultura em oásis e nos vales demandava um reordenamento do espaço e um grande esforço em infraestrutura hidráulica (diques, canais de drenagem, barragens, poços, etc.) e novos equipamentos (em especial para o bombeamento da água de irrigação). Há aproximadamente 6.000 anos A.P., os povos cultivadores e criadores do Saara, da Arábia e da Pérsia instalaram-se nos vales aluviais baixos do Indo, do Tigre, do Eufrates e do Nilo e implementaram novas formas de agricultura não pluvial. Veremos, assim, surgir as primeiras grandes civilizações hidroagrícolas da história da humanidade.

- **Sistemas agrários baseados em sistemas de cultivo com alqueive e criação animal associados das regiões temperadas**

Nas regiões temperadas quentes do entorno mediterrâneo, o desmatamento levou à formação de extensas áreas de campo. As áreas de campo mais acidentadas e com solos mais rasos foram destinadas ao pastejo, ao passo que os cultivos de cereais passaram a ser realizados nas zonas mais baixas, através de um novo sistema de cultivo, baseado em um pousio herbáceo de curta duração (o alqueive) e uma rotação geralmente bienal. A realização desse novo sistema de cultivo demandaria novos instrumentos agrícolas (equipamentos manuais, como a pá e o enxadão, e de tração animal leve, como o arado escarificador) e um novo modo de renovação da fertilidade (com a criação de animais que exploravam as áreas de campo, e cujos dejetos eram depositados nas parcelas em alqueive).



Preparo do solo com arado escarificador (tração animal leve) em sistema de cultivo com alqueive e com criação animal no altiplano peruano

Fotografia de Luis Fernando Martinez Salamanca, 2002.

Nas regiões temperadas frias, o principal limitante era o longo período de frio, que acarretava a interrupção do crescimento da vegetação e a falta de forragem para os animais no inverno. O pequeno número de animais em criação acarretava uma produção insuficiente em estrume e, por consequência, uma série de dificuldades para assegurar a reprodução da fertilidade das parcelas cultivadas. Essa limitação somente será superada na Idade Média, com o desenvolvimento da tração animal pesada.

• Sistemas agrários das regiões intertropicais baseados em sistemas de cultivo manuais com ou sem criação animal

Nas regiões intertropicais, a intensificação do desmatamento com o sistema de derrubada-queimada conduziu ao aparecimento de formações vegetais herbáceas (savanas e estepes), que coexistiam às vezes com vestígios dos meios arbóreos. A realização da agricultura nesse meio defronta-se com

dois limitantes: o controle do tapete herbáceo e a renovação da fertilidade das parcelas cultivadas.



Parcela cultivada com mandioca em covas em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 5 anos (litoral do Paraná – Brasil)

Fotografia de Lovois Miguel, 2001.

Nessas regiões, esses problemas foram superados, em um primeiro momento, pelo desenvolvimento de novos sistemas de cultivo³ com utilização de instrumentos manuais (em especial a enxada), a saber:

- sistemas de cultivo com trabalho superficial do solo (amontoa⁴, camalhões⁵ e amontoa-queima controlada⁶) e sem criação animal;
- sistemas de cultivo sem alqueive associados a sistemas de criação;

3 Para mais detalhes acerca desses sistemas de cultivo, ver MAZOYER; ROUDART, 2010, cap. 3, p. 156-169.

4 Consiste no trabalho mecânico e superficial do solo que visa a amontoar e aproximar a terra das plantas cultivadas (*Larousse Agricole*, 1981).

5 Consiste no trabalho mecânico do solo produzido por certos implementos agrícolas (arado-disco, arado taipador, etc.) que deslocam leivas e torrões, formando camalhões ou taipas de larguras variáveis (em geral inferiores a 3 metros). Normalmente utilizados em solos úmidos e mal drenados, os camalhões (ou taipas) são separados por sulcos que facilitam a drenagem dos solos (*Larousse Agricole*, 1981).

6 Operação agrícola que consiste em agrupar e depois queimar de maneira lenta e controlada a camada superficial do solo de uma parcela em pousio ou de uma parcela agrícola, seguida pela distribuição das cinzas com o objetivo de fertilizar o solo antes de um cultivo. A matéria orgânica queimada com esse procedimento pode ser a biomassa vegetal (resíduos vegetais, serrapilheira ou vegetação herbácea / arbustiva) ou material de solo de origem orgânica (por exemplo, turfas) (*Larousse Agricole*, 1981).

- sistemas de cultivo com alqueive associados a sistemas de criação;
- sistemas de cultivo associados a sistemas de criação e à arboricultura forrageira;
- sistemas de cultivo de derrubada-queimada associados a sistemas de cultivo com alqueive.

• **Sistemas agrários baseados em sistemas de cultivo com rizicultura irrigada**

Nas regiões tropicais úmidas, onde os vales e as baixadas são periodicamente submersos, a intensificação do desmatamento no sistema de derrubada-queimada permitiu, há mais de 6.000 anos A.P., o desenvolvimento de sistemas agrários baseados em sistemas de cultivo com arroz aquático de origem asiática (*Oryza sativa*). Inicialmente restrito às regiões da Ásia das monções, da Índia e da China meridional, o cultivo do arroz estendeu-se a seguir às demais regiões tropicais e subtropicais da Ásia, depois às regiões temperadas quentes da Ásia, da Europa e da América.

Tendo o arroz sido inicialmente cultivado em áreas naturalmente submersas pelas cheias dos rios (rizicultura aquática), a construção de infraestruturas hidráulicas em vales e deltas dos rios e mesmo em encostas de vales (terraços) permitiu a realização de práticas de irrigação e o surgimento da rizicultura irrigada. O desenvolvimento da irrigação permitiu não somente multiplicar as colheitas nas regiões tropicais com elevada pluviometria, mas também estender a rizicultura às regiões subtropicais e temperadas quentes (mediterrâneas), onde chuvas e cheias eram insuficientes para praticar a rizicultura aquática. Etapas do desenvolvimento da irrigação permitiram estender a rizicultura a áreas cada vez mais vastas e a climas cada vez mais variados, além de prolongar as estações de cultivo e de multiplicar as colheitas. O desenvolvimento e a expansão da rizicultura irrigada permitiram o surgimento de cidades-estados e de grandes civilizações hidrorrizícolas na Ásia (Índia, China, Japão, etc.).



Vista aérea de uma unidade de produção agrícola baseada na rizicultura irrigada em terraços (Bali – Indonésia)

Fotografia de Yann Arthus-Bertrand, 2002.

OS SISTEMAS DE CULTIVO DE DERRUBADA-QUEIMADA NA ATUALIDADE

Ainda hoje, em diversas regiões do planeta, constata-se que muitos agricultores utilizam sistemas de cultivo de derrubada-queimada. Esses sistemas de cultivo são praticados por agricultores instalados nas florestas tropicais da África, da Ásia e da América do Sul e recebem denominações bastante variadas: *tavy*, em Madagascar, *ladang*, na Indonésia, *ray*, na Península Indochinesa, *kaingin*, nas Filipinas, *milpam*, na América Central, *lougan*, na África, *queimada* ou *coivara*, no Brasil, etc.

Derrubada, queimada e preparação do solo

A implantação de cultivos em meios arborizados exige um espaço de solo exposto ao sol, total ou parcialmente livre da vegetação espontânea natural.

Assim, quando deparam com uma floresta primária, os cultivadores florestais, munidos de machados e de foices, ou mesmo de motosserras, empenham-se em abrir uma clareira parcial: cortam somente a vegetação que cresce abaixo das grandes árvores e que é, portanto, mais fácil de abater. Nos meios arborizados menos densos, o desmatamento acentua-se a tal ponto que quase a totalidade da madeira em pé pode ser abatida, sendo conservadas apenas algumas árvores úteis. Em todo caso, quer seja parcial, quer seja completo o abate, não é um desmatamento integral, porque ele não inclui arrancar os cepos (ou seja, a destoca) nem proceder a uma limpeza rigorosa da superfície do solo.



Vista geral de uma parcela com cultivo principal de arroz pluvial em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 20 anos (litoral do Paraná – Brasil)

Fotografia de Lovois Miguel, 2001.

Após o abate, o terreno estará entulhado em sua superfície com folhagens, ramagens e troncos mortos, que precisam ser, ao menos parcialmente, eliminados antes da sementeira ou da plantação. O procedimento mais comum consiste em deixar secar esse material vegetal e depois queimá-lo pouco antes das chuvas, procedendo à sementeira de modo que os cultivos se beneficiem ao

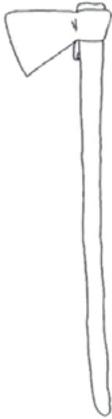
máximo dos minerais nutritivos contidos nas cinzas. Em certas sociedades de cultivadores fracamente aparelhados, as queimadas são seguidas diretamente pelas operações de sementeira ou de plantação, sem nenhum tipo de preparo específico do solo. As sementes, os brotos ou as estacas são, assim, colocados em simples covas abertas no solo por meio de um bastão de madeira (cajado), de uma pequena pá ou mesmo de plantadeiras manuais. Essas pequenas covas são a seguir tapadas e compactadas para facilitar a germinação dos grãos ou o rebrote das plantas. Em outras regiões do mundo, os sistemas de cultivo de derrubada-queimada incluem, logo após a queima da vegetação natural, um trabalho do solo destinado a favorecer o desenvolvimento das plantas cultivadas. Esse trabalho, executado com enxada, consiste em abrir, revolver e misturar o solo em alguns centímetros, a fim de preparar um leito de sementeira, ou leito de cultivo. Para semear cereais, o solo revolvido é deixado de modo a formar um leito plano de sementeira, de espessura uniforme. Mas, para plantar tubérculos ou estacas, os horizontes superficiais do solo são a seguir reunidos em montículos arredondados ou em camalhões alongados. Esse trabalho, longo e penoso, tem como resultado único propiciar parcelas agrícolas que são apenas parcial e temporariamente cultiváveis. Na verdade, as árvores que não foram derrubadas e os troncos e as raízes que não foram arrancados ou queimados continuam a entulhar o terreno, de forma que a superfície semeada e colhida é bastante inferior à superfície da parcela desmatada.



Bastão com ponta metálica ("cortadeira"),
espadão, semeadora manual, foice.
Crédito foto: Miguel, 2001.



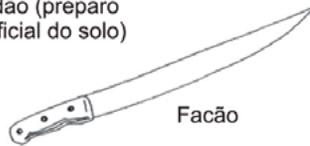
Semeadura com bastão
de madeira ("cajado")



Machado



Enxadão (preparo
superficial do solo)



Facão



Enxada (capina)

*Crédito Gravuras: ALVAR e ALVAR, 1979**

Ferramentas e equipamentos de cultivadores florestais

Por outro lado, continuam vivas muitas árvores cortadas, nas quais os brotos se formam bem rapidamente e se misturam às árvores que continuaram em pé para reconstituir progressivamente uma formação arborizada secundária. Antes

mesmo que a arborização tenha começado a se reconstituir, ervas espontâneas do sub-bosque aproveitam também a clareira para proliferar e invadir o solo.



Parcela florestal após o abate da vegetação arbórea em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 30 anos (litoral do Paraná – Brasil)

Fotografia de Lovois Miguel, 2001.

Cultivos temporários de curta duração

Em alguns sistemas de cultivo de derrubada-queimada, pratica-se, após o desflorestamento, somente um cultivo, que deverá suprir a maior parte das necessidades calóricas da população. Trata-se frequentemente de cereais como o arroz, o milho ou o milho, de um tubérculo como o inhame, de uma raiz como a mandioca ou o taro, que fornecerão uma alimentação de base, rica em glicídios. O restante da alimentação provém das hortas ou das atividades de criação, de caça, de pesca e de coleta.

Em outros sistemas, o cultivo principal é seguido de um ou dois cultivos secundários: leguminosas ricas em proteínas e em lipídios, como a ervilha, o feijão, o amendoim ou a soja, bem como frutas, legumes e condimentos diversos que servem para fazer molhos, como o tomate, o quiabo, a beringela e a pimenta. O cultivo principal é instalado imediatamente após o desmatamento

e a preparação do solo, de modo que ele possa beneficiar-se das melhores condições de fertilidade. Os cultivos secundários, menos exigentes, menos essenciais e passíveis de serem submetidos a operações de capina, vêm em seguida e são frequentemente praticados consorciados. São justapostos e se sucedem, de modo a satisfazer as necessidades alimentares escalonadas e variadas, explorando metodicamente o restante da fertilidade do solo cultivado. Pode acontecer que um segundo cultivo de cereais, de tubérculos ou de raízes suceda ao primeiro ou, ainda, que esses cultivos se misturem aos cultivos secundários.



Parcela florestal com cultivo principal de arroz e milho consorciados em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 20 anos (litoral do Paraná – Brasil)

Fotografia de Lovois Miguel, 2001.

Os sistemas de cultivo de derrubada-queimada comportam, assim, cultivos temporários que, em geral, duram apenas um, dois ou, no máximo, três anos seguidos por um período de pousio de longa duração. O período de duração do pousio é bastante variável: pode variar de duas a três décadas (os pousios, ao final desse período, são cobertos por uma floresta secundária, o “capoeirão”) a mais de cinquenta anos (nesse caso, os pousios são cobertos, ao final, por uma floresta secundária). O período de cultivo em um sistema de cultivo de derrubada-queimada é, portanto, temporário e de curta duração,

alternando-se com um longo período de pousio arbóreo, para permitir uma rotação que possa variar, conforme o sistema, entre dez e cinquenta anos.

Mas, apesar de serem temporários, esses cultivos devem assegurar de ano em ano uma produção regular. Todos os anos, cada família de agricultor deve desmatar uma superfície arborizada suficiente para ali praticar o cultivo principal que corresponda às suas necessidades; a cada ano, esse cultivo muda de lugar, como também, e da mesma forma, se deslocam os cultivos secundários que lhe sucedem. É por isso que se diz que os cultivos *temporários* são também *itinerantes*.

Não se deve deduzir daí que a agricultura de derrubada-queimada seja praticada por agricultores nômades. Pelo contrário, eles realizam seus cultivos num raio de poucos quilômetros em torno das habitações. Cada vilarejo ou comunidade deve possuir reservas de pousio suficientemente antigas e extensas para ali instalar os cultivos de todas as famílias do vilarejo; o que quer dizer que, ao lado das superfícies cultivadas, é necessário dispor de superfícies mais ou menos equivalentes de pousio de todas as idades, que serão desmatadas, umas após outras, ao longo dos anos subsequentes.

Organização e funcionamento dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada

Além dos terrenos arborizados periodicamente desmatados, o ecossistema cultivado é formado por pomares contíguos às habitações e contém geralmente criações de animais de grande e pequeno porte. Frequentemente, o território da cada vilarejo conta também com alguns terrenos arborizados “virgens”, cultiváveis ou não, ainda não desmatados.

Para compreender perfeitamente como os cultivos e os pousios de todas as idades se repartem no tempo e no espaço, consideremos o caso de um agricultor recém-instalado em uma região coberta por uma floresta secundária, ou seja, coberta por uma vegetação arbórea de mais de 40 anos de idade. Esse agricultor pretende implantar um sistema de cultivo de derrubada-queimada baseado na realização de cultivos temporários de dois anos, alternados com um pousio arbóreo de 13 anos, formando assim uma rotação de 15 anos, como se mostra no quadro abaixo.

PARCELAS (15 parcelas)																
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
1	C1	FP														
2	C2	C1	FP													
3	P1	C2	C1	FP												
4	P2	P1	C2	C1	FP											
5	P3	P2	P1	C2	C1	FP										
6	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP									
7	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP								
8	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP							
9	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP	FP	FP	FP	FP	FP	
10	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP	FP	FP	FP	FP	
11	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP	FP	FP	FP	
12	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP	FP	FP	
13	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	FP	FP	
14	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P12	
15	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	
16	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	
17	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2
18	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1
19	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2
20	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3
21	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4
22	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5
Período em anos (rotação de 15 anos)																

23	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7
24	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9	P8
25	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10	P9
26	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11	P10
27	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12	P11
28	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13	P12
29	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1	P13
30	P13	P12	P11	P10	P9	P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	C2	C1

Legenda:

C1	Cultivo principal: realizado logo após a derrubada e a queima, geralmente baseado no cultivo de cereais
C2	Cultivo secundário: realizado após a colheita do cultivo principal, geralmente baseado no cultivo de tubérculos, raízes ou leguminosas
Pn	Pousio herbáceo (predominância de vegetação herbácea)
Pn	Pousio arbustivo (predominância de vegetação arbustiva)
Pn	Pousio arbóreo (predominância de vegetação arbórea)
FP	Floresta primária (vegetação arbórea densa)

Quadro demonstrativo da rotação de cultivos e de pousios em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 15 anos de duração

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 138.

ou seja,

- no primeiro ano, o agricultor recém-instalado desmata uma primeira parcela P1 para aí desenvolver o cultivo do primeiro ano C1;
- no segundo ano, o agricultor realiza o desmatamento da segunda parcela P2 com floresta primária para desenvolver o cultivo C1, enquanto no lote P1, desmatado no ano anterior, ele implementa o cultivo de segundo ano C2;
- no terceiro ano, o agricultor desmata uma terceira parcela P3, para desenvolver o cultivo C1, e desenvolve o cultivo C2 sobre a parcela P2, abandonando a parcela P1 ao pousio de primeiro ano P1;
- e assim sucessivamente, até o décimo quinto ano, quando o agricultor desmata a décima quinta e última parcela coberta pela floresta primária, parcela P15, para aí desenvolver o cultivo C1; implanta o cultivo C2 na parcela P14 e abandona a parcela P13 para o pousio de primeiro ano P1.

Ao final de 15 anos, a primeira parcela desmatada da P1 terá visto sucederem-se, na ordem, dois anos de cultivo C1 e C2 e 13 anos de pousio (P1, P2, ..., P13). No décimo sexto ano, essa parcela P1 será novamente desmatada, e por ela passará a mesma sucessão de cultivos e de pousios. A repetição periódica (a cada 15 anos) sobre uma mesma parcela da mesma sucessão de cultivos e de pousios constitui o que chamamos de *rotação*.

O quadro mostra também como, ao cabo de 15 anos, se constituiu um *afolhamento*⁷ completo de cultivos e de pousios de todas as idades: quando, no décimo quinto ano, as 15 parcelas anteriormente desmatadas (P1, P2, ..., P15) são respectivamente ocupadas por pousios cada vez mais jovens (P13, P12, ..., P1) e pelos dois cultivos, C2 e C1. Chama-se *afolhamento* essa repartição no espaço, entre as diferentes parcelas, de todos os tipos de pousios e de cultivos que formam a rotação. No ano seguinte, o *afolhamento* será sempre composto dos mesmos tipos de pousios e de cultivos, e cada um desses tipos se terá deslocado para ocupar a parcela desmatada um ano mais tarde.

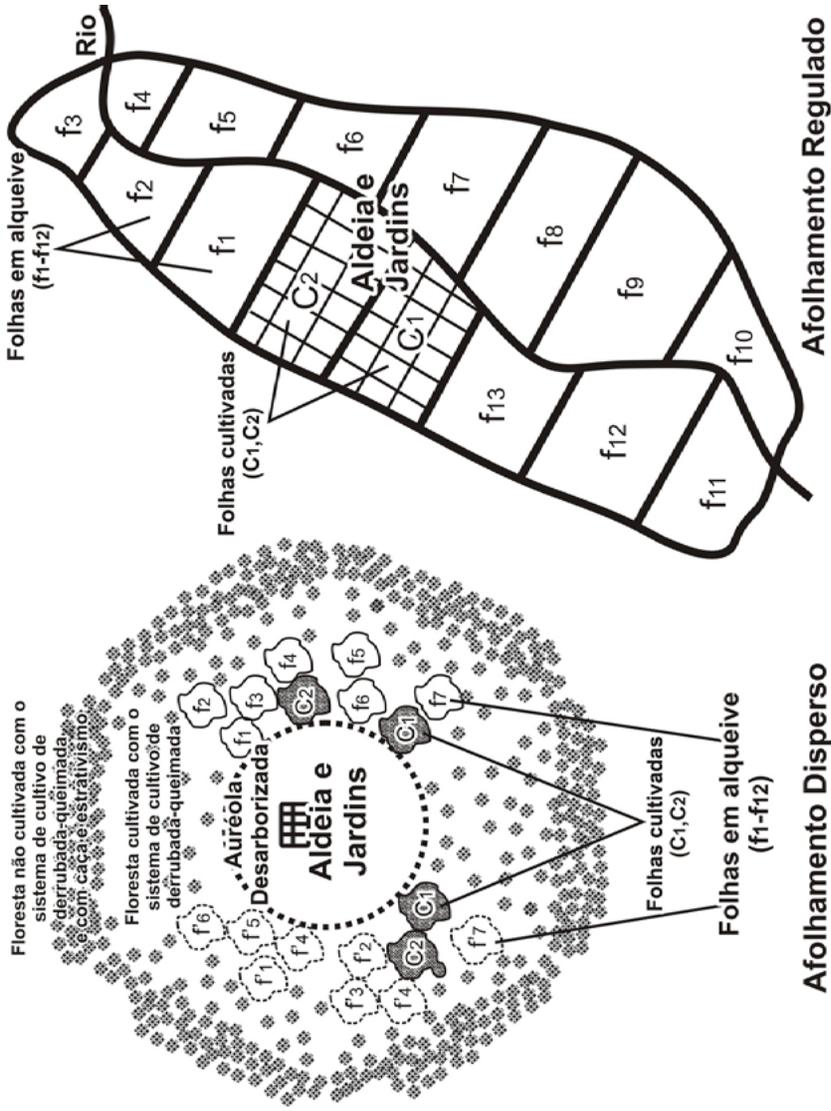
⁷ Divisão das terras de um estabelecimento agrícola em tantas partes, chamadas de “folhas”, quantos forem os cultivos principais. Na prática, confunde-se seguidamente “afolhamento” com rotação de cultivos, que é a ordem de sucessão dos cultivos em uma “folha” (*Larousse Agricole*, 1981). Em decorrência da inexistência de uma denominação consensual em termos agronômicos no Brasil, optou-se pela utilização do termo agronômico de origem portuguesa “afolhamento”.

Mas os agricultores também podem, a cada ano, desmatar mais do que uma parcela; e, em um vilarejo composto por muitos agricultores que praticam a mesma rotação, é desmatado a cada ano um grande número de parcelas, conhecendo cada uma delas a mesma sucessão de cultivos ou de pousios. Chama-se de *folha* o conjunto de parcelas que se encontram num dado momento no mesmo estágio de cultivo ou de pousio. Assim, existe a *folha* de cultivo principal C1, a *folha* C2, a *folha* de pousio P1, P2, etc.

Nos sistemas onde as terras cultiváveis são abundantes, as parcelas a desmatar são atribuídas aos agricultores sem restrição de superfície, e sem se considerar quem as havia cultivado anteriormente. Essas parcelas são dispersas de forma variável, e o afolhamento é, portanto, disperso. Acrescentemos que, quando a rotação é longa, a escolha das parcelas a desmatar depende mais do estado de desenvolvimento do pousio arbóreo do que de sua idade exata; nesse caso, a duração do pousio não é rigorosamente constante, mas varia de alguns anos para mais a alguns anos para menos em relação à sua duração média.

Quando não há reserva de terras inutilizadas, pode ocorrer que a rotação e o afolhamento sejam rigorosamente organizados. Sendo de 12 anos a rotação praticada, todo o espaço que cerca o vilarejo é subdividido em 12 folhas iguais: dez folhas de pousios (P1, P2, ..., P10) e duas folhas de cultivos, uma de primeiro ano e outra de segundo ano (C1 e C2). Essas folhas são de um só indivíduo que utiliza a terra, dispostas lado a lado, obedecendo à ordem em que são desmatadas e cultivadas, de maneira que o plano de afolhamento seja diretamente visível no terreno. A cada ano, a folha com pousio mais antigo (P10) é subdividida em parcelas conjuntas e quadrangulares, repartidas entre as famílias para serem desmatadas e cultivadas.

Em um sistema desse gênero, os cultivadores do vilarejo são obrigados a seguir uma rotação e um afolhamento comum a todos: a rotação é obrigatória e o afolhamento, regulado.



Croqui com a distribuição espacial das parcelas em cultivo, em pouso, e das florestas de reserva de uma região de cultivadores florestais

Fonte: MAZOYER; ROUIDART, 2010, p. 140.

As florestas e os outros meios arborizados cultiváveis do planeta são mais ou menos férteis, de acordo com o clima, a geomorfologia, o solo, a natureza e o potencial de crescimento da vegetação arbórea. Entretanto, sejam quais forem as diferenças quando se cultiva pela primeira vez uma floresta virgem com um sistema de derrubada-queimada, a fertilidade do solo nesse lugar é a mais elevada possível. De fato, este solo cultivado pela primeira vez continua a beneficiar-se dos aportes em elementos minerais provenientes da solubilização da rocha-mãe, da fixação de nitrogênio no ar e da mineralização de uma fração de húmus florestal. Além disso, ele se beneficia de aportes excepcionais muito elevados provenientes, em grande parte, das cinzas resultantes da queimada e, por outro lado, da mineralização acelerada de uma fração suplementar do húmus. Essa mineralização acelerada é provocada pelo aquecimento e aeração dos horizontes superficiais do solo, decorrentes do desmatamento e da preparação do leito de cultivo.

O primeiro cultivo praticado nos primeiros meses que seguem à derrubada-queimada enraíza-se em um solo particularmente fértil e produz uma colheita abundante, exportando por esse mesmo meio uma parte dos minerais disponíveis. Além disso, o solo cultivado perde uma parte de seus minerais por lixiviação e desnitrificação. Dessa forma, os aportes de minerais resultantes da derrubada-queimada tendem a se esgotar, e os rendimentos dos cultivos seguintes caem muito rapidamente. Nos meios menos férteis, a possibilidade de realização de um segundo cultivo é desprezada, pois o rendimento seria muito baixo. Nos meios mais férteis, os cultivos podem prolongar-se por mais tempo, mas passam a sofrer com a concorrência da vegetação espontânea: as árvores e os arbustos não destruídos, bem como as ervas selvagens que invadem as clareiras, competem com as plantas cultivadas pelos elementos minerais, pela luminosidade e pela água. Para reduzir essa concorrência, os cultivadores arrancam as ervas indesejáveis, destroem suas raízes por meio de capinas com o uso de enxadas ou recorrem a produtos agroquímicos (herbicidas). Essas capinas revolvem o solo e arejam os horizontes superficiais do solo cultivado, o que acelera um pouco mais o processo de decomposição e de mineralização da matéria orgânica e ainda contribui para enriquecer momentaneamente o solo em minerais. Além de fragmentar o solo, as capinas freiam a ascensão

capilar e a evaporação da água ainda mantida no solo à disposição das plantas. Por todas essas razões, capinas repetidas permitem que os cultivos secundários, que sucedem ao cultivo principal, tirem melhor partido do saldo de fertilidade do solo cultivado. Mas, após alguns anos, os rendimentos, em baixa, acabam se tornando insuficientes, ao passo que as ervas indesejáveis abundam de tal forma que a capina se torna impossível. Então o terreno é abandonado ao pousio, até o próximo cultivo.



Controle manual de ervas indesejáveis em uma parcela com cultivo principal de arroz e milho consorciados em um sistema de cultivo de derrubada-queimada com pousio de 20 anos (litoral do Paraná – Brasil)

Fotografia de Lovois Miguel, 2001.

Um sistema de cultivo de derrubada-queimada só se pode perenizar se, de desmatamento em desmatamento, os aportes excepcionais de elementos minerais, provenientes das cinzas e da mineralização acelerada do húmus, se mantiverem em um nível suficiente para assegurar boas colheitas. Para tal, é preciso que o período de pousio arbóreo em rotação tenha duração mínima para produzir um volume de biomassa, disponível para o corte e passível de ser queimada, suficiente para fornecer a quantidade de cinzas necessária aos cultivos. É preciso também que o pousio tenha duração suficiente para produzir uma cama de madeira morta e de folhas abundantes com a finalidade de

reconstituir a reserva de húmus do solo, a qual é consumida pela mineralização acelerada que se segue a cada desmatamento.

Via de regra, quando o pousio dura mais de 20 anos, a vegetação que vem a se reconstituir ali é muito vigorosa, e a fertilidade do solo, após a derrubada-queimada, elevada. Basta então desmatar parcialmente uma superfície bastante reduzida para suprir as necessidades de uma família. Quando o pousio não dura mais do que 10 anos, a vegetação que se reconstitui entre dois desmatamentos é muito pobre, o leito de folhas/madeira e as cinzas são menos abundantes, a fertilidade do solo é menos elevada e as ervas indesejáveis proliferam rapidamente. Nesse caso, para se obter o mesmo volume de produção, é necessário o desmatamento de uma área mais extensa.

A floresta virgem residual

Ao lado deste meio arborizado, periodicamente cultivado, que forma geralmente uma auréola de alguns quilômetros de raio em volta de cada vilarejo de cultivadores florestais, são encontrados frequentemente restos mais ou menos importantes de floresta virgem jamais desmatada. Trata-se essencialmente de porções de florestas difíceis de serem cultivadas, situadas em baixadas de vales demasiado úmidos ou em solos muito acidentados, arenosos, esqueléticos ou pouco férteis. Trata-se também, quando a população de um vilarejo é ainda pouco numerosa, de florestas com terras cultiváveis que ainda não estão sendo utilizadas e que permanecem em reserva para uma utilização futura.

Hortas e pomares vizinhos às habitações

Fora do meio arborizado, quer seja cultivado, quer não, o ecossistema comporta igualmente pequenas parcelas vizinhas às habitações, cercadas e cultivadas de maneira contínua, ou seja, sem alternância com períodos de pousio. São as hortas ou hortas-pomares, em geral completamente desmatadas e livres de cepos e cuja fertilidade é renovada pelos dejetos domésticos, por árvores frutíferas e às vezes também por dejetos animais transportados e espalhados pelo homem. Essas hortas-pomares são ocupadas por cultivos anuais, como o milho, a batata-doce, o amendoim, o tomate, ou bienais, como

a mandioca. Encontramos também cultivos plurianuais, como a bananeira ou a cana-de-açúcar, e árvores diversas, como o abacateiro, a fruta-pão (*Artocarpus spp.*), a mangueira, cítricos diversos e cafeeiros, entre outras.

As criações

As florestas densas são pouco hospitaleiras para com os animais domésticos. Este meio pouco penetrável e às vezes perigoso: oferece, de fato, recursos forrageiros limitados aos herbívoros (vacas, ovelha, cabras, burros e cavalos) e a outros animais (porcos e aves). As criações são, assim, fortemente dependentes dos magros excedentes agrícolas e dos subprodutos dos cultivos destinados à alimentação humana. Cabe salientar que, em um sistema agrário baseado na agricultura de derrubada-queimada, por natureza muito arborizado, os animais têm pouca serventia para a realização de práticas agrícolas: as parcelas desmatadas, entulhadas de troncos e raízes, não são adequadas à utilização de instrumentos de trabalho puxados por animais. A reprodução da fertilidade das terras cultivadas não depende da existência de criações de animais, pois ela é assegurada pela existência do pousio arbóreo de longa duração. Nesses sistemas de cultivo, a presença de animais pode até mesmo representar uma ameaça para os cultivos, pois eles são atraídos pelas parcelas cultivadas, onde fazem estragos, uma vez que a duração dos cultivos é demasiado curta para que as parcelas dispersas possam ser cercadas com eficácia.

As florestas cultivadas menos densas e, sobretudo, os pousios de curta duração (cobertos por uma vegetação herbácea-arbustiva) são, todavia, mais hospitaleiros para com os animais do que a floresta densa. De fato, em períodos de penúria (na estação seca ou mesmo durante os invernos rigorosos), essas parcelas proporcionam aos animais de criação uma preciosa fonte de pasto.

As performances dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada

As *performances* dos sistemas de cultivo de derrubada-queimada variam muito em função da duração da rotação e da importância da biomassa do ecossistema cultivado. Por *performance* entendemos o volume da produção por

unidade de superfície (o rendimento por hectare ou por quilômetro quadrado) e o volume da produção por trabalhador (produtividade do trabalho).

Para ilustrar isso, consideremos, por exemplo, uma grande floresta tropical cuja biomassa *aérea* original se elevava, antes de qualquer desmatamento, a mais de 500 toneladas por hectare, e que era, num primeiro tempo, desmatada e cultivada a cada 50 anos. Suponhamos que, após cada desmatamento, a biomassa se tenha reduzido a 50% da biomassa original (ou seja, 250 ton/ha) e que, após 50 anos de pousio, se tenha reconstruído em 90% desta última (450 ton/ha). Assim, cada derrubada-queimada reduz a cinzas mais ou menos 200 toneladas de biomassa aérea por hectare desmatado. A biomassa das parcelas cultivadas ou em pousio oscila então em torno de uma média da ordem de 350 toneladas por hectare (70% da biomassa original). Nessas condições, os solos cultivados, com níveis elevados de matéria orgânica e mineral, permitem obter rendimentos muito elevados. Mas, como a superfície efetivamente semeada, entre os troncos e as árvores que continuaram de pé, não ultrapassa a metade da superfície submetida ao desmatamento, o rendimento *aparente* não excede a 1.000 kg de grão por hectare submetido ao desmatamento, ao passo que o rendimento *real* pode atingir 2.000 kg por hectare efetivamente semeado.

Conforme foi visto, em tal sistema, é preciso dispor de 50 hectares de cultivos e de pousios de todas as idades para cada hectare desmatado. O rendimento real de 2.000 kg por hectare semeado e o rendimento aparente de 1.000 kg por hectare desmatado correspondem a um rendimento *territorial* de 1.000 kg para 50 hectares de floresta periodicamente cultivada, ou seja, de 20 kg por hectare ou, ainda, de 2.000 kg por quilômetro quadrado. Admitindo que as necessidades de base da população se elevam a 200 kg por pessoa e por ano, deduz-se que a densidade máxima da população permitida por esse sistema é da ordem de 10 habitantes por quilômetro quadrado.

Consideremos agora que essa mesma floresta tropical, originalmente com elevada disponibilidade de biomassa, seja desmatada a cada 25 anos: a biomassa oscila entre 30 e 60% da biomassa original (ou seja, entre 150 e 300 ton/hectare) e a biomassa destruída a cada derrubada-queimada é de 150 toneladas por hectare. A biomassa média não ultrapassa 225 toneladas por hectare (ou seja, 45% da biomassa original). Como a queimada produz menos cinzas do que no caso precedente, o rendimento real cai de 2.000 kg para 1.400 kg por hectare efetivamente semeado.

Para manter um rendimento aparente de 1.000 kg por hectare submetido ao desmatamento, é preciso aumentar a superfície desmatada e semeada, o que equivaleria a derrubar, não 50%, mas 70% da vegetação. Com um rendimento territorial de 1.000 kg para cada 25 hectares de floresta periodicamente cultivada, ou seja, 4.000 kg por quilômetro quadrado, a densidade máxima de população permitida pelo sistema é de 20 habitantes por quilômetro quadrado de floresta cultivável.

Consideremos, enfim, que essa floresta, anteriormente de porte elevado e pujante, agora se encontre reduzida a um estrato arbustivo desmatado e cultivado a cada dez anos. Para obter um rendimento aparente tão elevado quanto possível, pratica-se uma ampla derrubada que destrói quase inteiramente a biomassa arbustiva, e, a seguir, semeia-se entre os troncos a quase totalidade do terreno. A biomassa total dessa pequena floresta periodicamente cultivada oscila entre uma dezena a uma centena de toneladas por hectare, e a biomassa reduzida a cinzas a cada desmatamento é da ordem de 90 toneladas. O rendimento real cai para 800 kg, o que corresponde a um rendimento territorial de 700 kg para cada 10 hectares de afolhamento, e permite suprir as necessidades de base de uma população da ordem de 35 habitantes por quilômetro quadrado de floresta cultivável.

Se a densidade populacional ultrapassa esse nível, a frequência dos desmatamentos aumenta ainda mais, a duração do pousio cai para menos de 5 ou 6 anos e até a vegetação arbustiva terá dificuldades para se reconstituir. O pousio permanece então como um estrato herbáceo, e a biomassa oscilará entre menos de uma tonelada por hectare na estação morta e uma dezena de toneladas, no máximo, em plena estação. Os cultivos de derrubada-queimada tornam-se impraticáveis, mas podem ser substituídos por cultivos temporários em alternância com um pousio herbáceo de média duração, desde que se disponha dos instrumentos necessários para desmatar uma superfície com vegetação herbácea e de novos métodos de renovação da fertilidade.

Assim, mantendo-se a densidade da população abaixo de um certo patamar, que varia de acordo com o meio, os cultivos de derrubada-queimada levarão em geral menos à destruição da biomassa arborizada ou a uma redução significativa da fertilidade. Portanto, o sistema de derrubada-queimada, por sua natureza, não é promotor da destruição definitiva ou até da degradação do ambiente florestal. No entanto, se a densidade da população ultrapassar

nitidamente esse patamar, chegar-se-á necessariamente a um processo de intensificação do desmatamento e à impossibilidade de se continuar praticando tal sistema de cultivo. Por conseguinte, enquanto as sociedades de cultivadores de derrubada-queimada em expansão demográfica dispuserem de reservas florestais virgens, elas as conquistarão passo a passo, de forma a manter a densidade da população dentro de limites que permitam uma boa reconstituição da biomassa e da fertilidade. E foi graças a essa dinâmica pioneira, não desflorestadora, que esses sistemas de cultivo puderam perdurar por tanto tempo na maior parte das regiões do mundo. Porém, esgotando-se as reservas florestais virgens, o prosseguimento da expansão demográfica se traduz necessariamente por um aumento da densidade populacional, o que conduz rapidamente ao desflorestamento.

Mas não é somente um aumento da densidade demográfica que pode provocar um desequilíbrio nos sistemas de cultivo de derrubada-queimada e, assim, conduzir a uma crise no sistema agrário florestal. A implantação de áreas de proteção ambiental e até a ocorrência de conflitos fundiários podem ter como consequência a redução das disponibilidades de áreas florestais e, assim, acarretar uma redução do tempo de pousio florestal. Igualmente, a imposição de tributos e impostos fiscais em níveis elevados, repercutindo na necessidade de uma maior produção de excedentes agrícolas, pode levar os agricultores a aumentarem as áreas cultivadas e, conseqüentemente, a reduzirem as áreas ocupadas e a duração dos pousios.

A organização social

Os vilarejos de cultivadores florestais são compostos por “famílias”, aparentadas ou não, que constituem, por sua vez, unidades de produção e consumo. Excetuando-se os terrenos construídos, hortas e pomares cercados contíguos às moradias e as eventuais plantações perenes – objeto do direito de uso constante assimilado a um tipo de propriedade privada –, o território do vilarejo é aberto ao direito de uso de todas as famílias. Enquanto o território do vilarejo for pouco povoado e as terras a desmatar forem superabundantes, esse direito de uso é facilmente cedido a eventuais recém-chegados. Cada família recebe cada ano, através da autoridade local competente (chefe, conselho, etc.),

parcelas arborizadas cultiváveis correspondentes às suas necessidades. O direito de uso (privado) de uma família sobre as parcelas que lhe são atribuídas (direito de desmatar, de cultivar e de colher os frutos de seu trabalho) termina com a primeira colheita. A terra deixada em pousio arbóreo de longa duração retorna então ao domínio comum.

Esse direito de uso temporário tende a se tornar um direito de uso permanente quando são instauradas as plantações perenes (café, cacau, seringueira, etc.) ou quando, devido ao crescimento da população ou à degradação de uma parte das terras, a duração do pousio se reduz a tal ponto que a exploração de um terreno por uma mesma família tende a se perenizar. Nesse caso, não se trata mais de cultivos temporários alternados com um pousio arbóreo de longa duração. Acrescentemos que, quando uma boa parte das terras é submetida a um direito de uso permanente e os pousios temporariamente cultiváveis escasseiam, o direito de cultivar cada parcela de terreno é cada vez mais racionado e atribuído a esta ou àquela família, de maneira que a cessão desse direito a um terceiro se traduz em um prejuízo que exige compensação. É exigido o pagamento de uma taxa fundiária: uma “renda”, se a cessão desse direito de uso for temporária; ou uma “venda”, se a cessão for definitiva. Tornando-se mercadoria, essa terra se transforma também em objeto de apropriação publicamente reconhecido.

Mas a garantia de acesso às terras para desmatamento não é o único dispositivo que permite manter a segurança alimentar de cada unidade de produção-consumo. Em um sistema de cultivo manual pouco produtivo, conta também o fato de que, em cada uma dessas unidades, a relação entre o número de pessoas em idade de trabalhar e o número de bocas a alimentar não se deve reduzir a menos do que determinado limite, da ordem de 1 por 3 ou 1 por 4. Sendo essa exigência mais fácil de se concretizar em uma família numerosa do que em uma família pequena, as sociedades de cultivadores florestais eram, ainda recentemente, organizadas em unidades que reuniam várias famílias. Além disso, a regulamentação das trocas entre pessoas por ocasião dos casamentos e a adoção de jovens estrangeiros contribuem para manter esse equilíbrio em cada unidade. Finalmente, a prática em comum de trabalhos pesados (desmatamento, capinas, etc.), o cultivo coletivo e a constituição de reservas alimentares dos vilarejos têm como fim compensar eventuais desequilíbrios.

Por outro lado, nos sistemas de cultivo de derrubada-queimada, a baixa produtividade do trabalho agrícola reduz as possibilidades de diferenciação social: artesãos, religiosos, comerciantes continuam a participar das tarefas agrícolas. As funções políticas e religiosas são cumpridas por um reduzido número de pessoas, cujo nível de consumo não é mais elevado do que o dos outros habitantes do vilarejo.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. *História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: UNESP; Brasília, DF: NEAD / MDA, 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CHONCHOL, Jacques. *Sistemas agrários em América Latina: de la etapa prehispánica a la modernización conservadora*. Méjico: Fondo de Cultura Económica, 1994.

COOK, Michael. *Uma breve história do homem*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

DIAMOND, Jared. *Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas*. Rio de Janeiro: Record, 2002.

FERAULT, Christian; LE CHATELIER, Denis. *Une histoire des agricultures*. 2. ed. Paris : Campagne & Compagnie, 2012.

LANDES, David S. *A riqueza e a pobreza das nações: por que são algumas tão ricas e outras tão pobres*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

OLIVEIRA JÚNIOR, Paulo Henrique B. de. *Notas sobre a história da agricultura através do tempo*. Rio de Janeiro: FASE; Projeto Tecnologias Alternativas, 1989.

PONTING, Clive. *Uma história verde do mundo*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. *Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura*. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998.

VEIGA, José Eli da. *O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica*. 2. ed. São Paulo: Ed. da USP, 2007.

EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS NA EUROPA OCIDENTAL

Marcel Mazoyer e Laurence Roudart

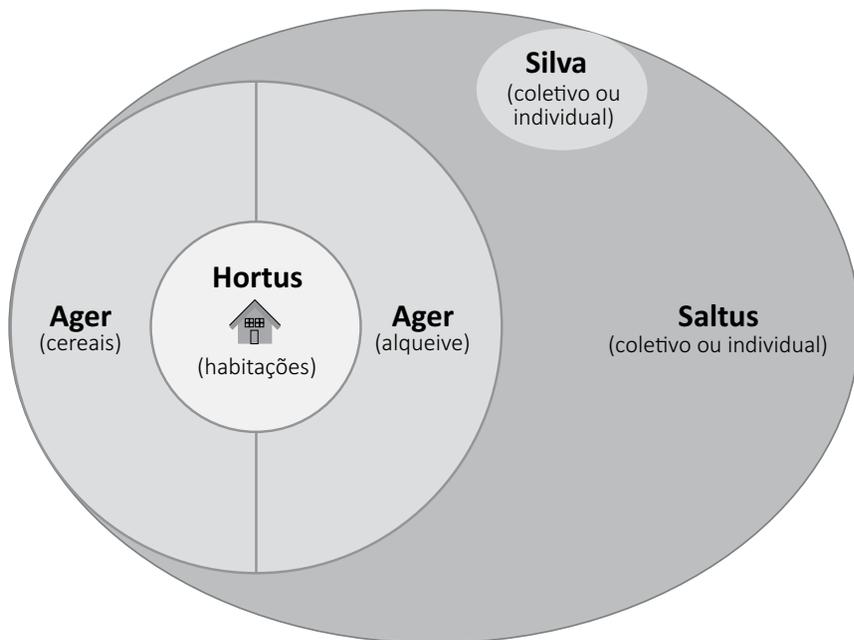
A REVOLUÇÃO AGRÍCOLA DA ANTIGUIDADE: SURGIMENTO DOS SISTEMAS DE CULTIVO COM ALQUEIVE DE CURTA DURAÇÃO E TRAÇÃO ANIMAL LEVE

A Europa ocidental, em grande parte coberta por uma vegetação arbórea mais ou menos densa, foi submetida, a partir de 4.000 anos A.P., ao processo de expansão da agricultura oriunda do centro de origem próximo-oriental. De maneira lenta, mas progressiva, a frente pioneira de agricultores neolíticos implementou, de leste a oeste, em direção ao sul e ao norte europeu, sistemas agrários baseados no sistema de cultivo de derrubada-queimada.

A partir de 3.000-2.000 anos A.P., o processo de desmatamento no sistema de cultivo de derrubada-queimada, fruto do aumento da densidade populacional e da rarefação de novas áreas florestais virgens, intensificou-se, acarretando uma redução progressiva do período de pousio florestal. Esta crise no sistema de cultivo de derrubada-queimada teve como consequência imediata a redução da fertilidade do solo e o aumento da infestação das parcelas cultivadas por ervas invasoras indesejáveis. Como já foi visto, essa situação acarretou uma progressiva diminuição dos rendimentos agrícolas e da produtividade do trabalho nas atividades agrícolas em geral.

Assim, pode-se falar de uma crise geral dos sistemas agrários ditos florestais, baseados em sistemas de cultivo de derrubada-queimada. Além das dificuldades inerentes à crise do sistema de cultivo de derrubada-queimada (redução dos rendimentos agrícolas, diminuição da fertilidade e aumento da infestação das parcelas cultivadas por ervas indesejáveis), as populações de agricultores neolíticos da Europa ocidental, que dispunham de um equipamento agrícola inadequado e de um conhecimento técnico insuficiente para superar tais limitações, enfrentaram uma grave crise alimentar.

Mas é importante ressaltar que a superação da crise nos sistemas agrários florestais não é um processo imediato e automático. A superação dessa crise geral e, conseqüentemente, o surgimento de um sistema agrário pós-florestal baseado em sistemas de cultivo com alqueive e tração leve, são resultados de uma verdadeira revolução agrícola.



Esquema da organização do espaço de um sistema de cultivo com alqueive e tração animal leve

Além da adoção e disseminação de novos instrumentos de trabalho, fazem-se necessários o desenvolvimento de novas práticas agrícolas apropriadas que permitam explorar e renovar a fertilidade útil do ecossistema, um longo processo de capitalização em animais e em ferramentas e uma nova organização do trabalho e das relações sociais.

O novo ecossistema pós-florestal, oriundo da crise do sistema de derrubada-queimada, exigirá uma nova organização do espaço. Com efeito, a Europa ocidental, no momento da crise dos sistemas agrários florestais, era coberta por um imenso ecossistema herbáceo/arbustivo cultivado e pastejado: o *Saltus*.

Esse *Saltus* podia ser dividido em duas partes:

- áreas de cultivo (chamadas de *Ager*): eram uma pequena parte do *Saltus* e consistiam no conjunto das parcelas cultivadas, ocupando uma área reduzida e individualizada do espaço agrário. Essas áreas de cultivo, no plano dos vilarejos, podiam estar concentradas ou dispersas, e estavam sujeitas a diversas formas de afolhamento (afolhamento regulado único, em quadras ou individuais). Parte da área do *Ager* era coberta pelos cultivos, e parte, por áreas em alqueive¹;

- áreas de pastejo (o *Saltus* propriamente dito, também chamado de *Saltus* residual), ocupavam a maior parte do espaço agrário e eram pastejadas pelos animais domésticos. As áreas de *Saltus* podiam ser de uso individual ou de uso coletivo (comunais). O *Saltus* próximo consistia nas áreas mais próximas das habitações e, portanto, sujeitas a um pastejo contínuo pelos animais domésticos. O *Saltus* distante era formado pelas áreas de pastejo mais distantes (pastos de altitude ou localizados em áreas úmidas) e, portanto, sujeitas a um pastejo esporádico ou eventual.

Apesar da intensidade do desmatamento, ainda existiam áreas cobertas por uma vegetação arbórea. Essas áreas, chamadas de *Silva*, ocupavam uma área reduzida do espaço agrário e constituíam as reservas de madeira de construção ou de lenha. De uso individual ou coletivo (comunais), essas reservas florestais

¹ Termo consagrado no vocabulário agrário português. A prática agrícola do alqueive consiste em uma ou várias preparações superficiais do solo ao longo de vários meses, visando a incorporar resíduos agrícolas ou esterco animal e controlar o desenvolvimento das ervas indesejáveis.

residuais estavam geralmente localizadas em áreas pouco propícias à realização da agricultura (com declividade elevada, arenosas ou mal drenadas).

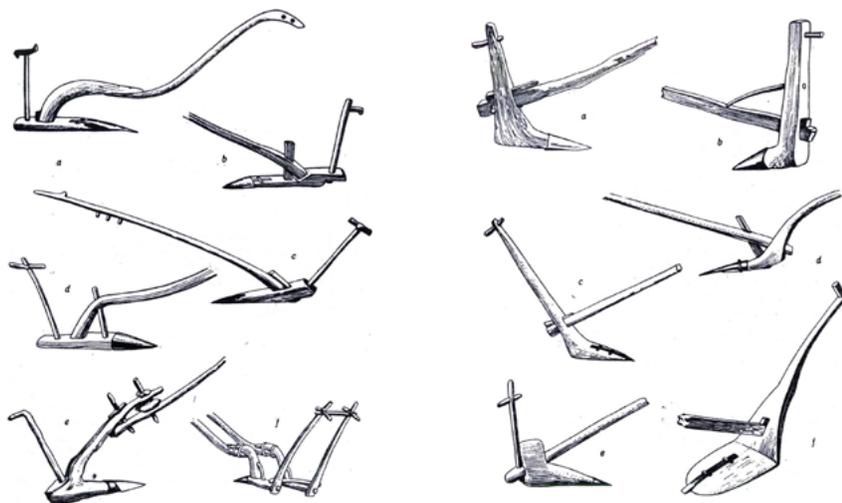
Por fim, pode-se destacar o *Hortus*, que consistia em pequenas áreas de uso individualizado, contíguas às habitações, onde se localizavam as hortas e os pomares.

A realização da agricultura neste ecossistema amplamente herbáceo/arbustivo exigia a utilização de novos equipamentos e instrumentos de trabalho, especialmente para o trabalho e a preparação do solo, tais como:

- a pá e o enxadão (manuais), empregados para lavrar o solo, ou seja, para revolver e, portanto, enterrar e destruir em larga escala a vegetação herbácea;
- o arado escarificador (tracionado pelo homem ou por tração animal leve), empregado para controlar o desenvolvimento das ervas indesejáveis durante o período de alqueive.

Os sistemas de cultivo com alqueive e tração leve, que eram básicos nos sistemas agrários pós-florestais na Europa ocidental, apresentavam um novo modo de produção e de renovação da fertilidade útil do ecossistema. As áreas em cultivo (*Ager*) alternavam períodos de cultivo com períodos em alqueive. De uma maneira geral, utilizava-se uma rotação de curta duração (rotação bienal), que consistia em 15 a 21 meses de alqueive, seguida de quatro a nove meses de cultivo de um cereal. Nesse sistema de cultivo, o controle de ervas indesejáveis era assegurado de duas formas distintas:

- no início do período de cultivo, com a realização de uma lavração manual espaçada no tempo (uma vez a cada quatro anos) e a realização da escarificação com o uso do arado escarificador;
- no decorrer do período de alqueive, com a realização de várias escarificações e capinas manuais e o pastejo frequente pelos animais domésticos.



Diferentes tipos de arados escarificadores de tração animal leve

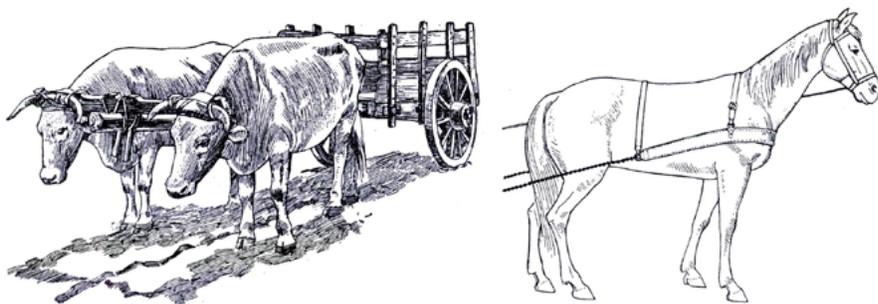
Fonte: FAO, 1970, p. 50-51.

O modo de renovação da fertilidade das parcelas cultivadas (*Ager*) era assegurado pela transferência da biomassa pastejada pelos animais domésticos no *Saltus*. Os animais pastejavam de dia nas áreas de *Saltus* próximas e, à noite, eram deslocados para as parcelas em alqueive (a chamada “parcagem noturna”). Com isso, uma parte da biomassa apropriada pelos animais no decorrer do período de pastejo era transferida para as parcelas em alqueive e liberada na forma de esterco.

Portanto, nesse novo sistema de cultivo, a criação animal estava intimamente associada às atividades de cultivo e à prática do alqueive. A criação animal (bovinos, equinos, ovinos, caprinos e suínos), tanto em vista da reprodução da fertilidade do solo e do controle das ervas indesejáveis nas parcelas cultivadas quanto em vista da disponibilização da força de tração, era indispensável à implementação do sistema de cultivo com alqueive na Europa ocidental.

Os sistemas de cultivo com alqueive e tração leve proporcionavam baixos rendimentos agrícolas (entre 300 e 500 kg/ha) e baixa produtividade do trabalho. Tal fato era uma decorrência da limitada capacidade de transferência de fertilidade pelos animais com a prática da parcagem noturna e, portanto, de

uma insuficiente fertilização das parcelas cultivadas. Outro fator que limitava a eficiência desse sistema de cultivo eram as restrições impostas pela tração animal leve. Com efeito, os métodos de arreamento dos animais de tração (arreios de “estrangulamento”) impediam a utilização de equipamentos de transporte que tivessem maior capacidade de carga ou exigissem maior capacidade de tração. Essa situação limitava a possibilidade de transporte de forragem/feno/palha e de dejeções animais (esterco), mesmo a curtas distâncias. Consequentemente, os meios de transporte limitavam-se a cargueiros do tipo “albarda” de tração animal ou ao transporte a tração humana.



Arreios antigos e de “estrangulamento” utilizados em sistemas de cultivo com tração animal leve

Fonte: FAO, 1970, p. 18-27.

A estimativa realizada por Mazoyer e Roudart (2010), reproduzida abaixo, permite visualizar a necessidade de áreas exploradas que tinha uma família de agricultores (de 5 pessoas) e a densidade populacional média proporcionada pelo sistema de cultivo com alqueive e tração leve em diversas regiões da Europa ocidental.

Clima	<i>Ager</i> (ha)	<i>Saltus</i> (ha)	<i>Silva</i> (ha)	Área total por família (ha)	Densidade Populacional (hab/km ²)
Temperado Quente e Seco (Europa mediterrânea)	16 ha	18 ha	2 ha	36	20 hab/ km ²
Temperado Frio (Europa setentrional)	6 ha	24 ha	4 ha	34	15 hab/ km ²
Temperado Frio (Europa do Norte)	6 ha	48 ha	7 ha	61	8 hab/ km ²

Estimativa da área ocupada por uma família de agricultores e da densidade populacional na Europa mediterrânea, na Europa setentrional e na Europa do Norte em sistemas de cultivo com tração animal leve

Adaptado de: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 279-283.

A análise desta estimativa permite constatar que as maiores densidades populacionais eram obtidas nas regiões da Europa do Mediterrâneo (clima temperado quente) e que, à medida que esse sistema de cultivo se deslocava em direção ao norte da Europa, menores eram as densidades populacionais que ele proporcionava. Em um clima temperado quente (clima mediterrâneo), o déficit hídrico e a estagnação do crescimento dos pastos no verão podiam ser compensados pela utilização de áreas de *Saltus* de montanha (transumância de verão) e de uma maior área de cultivo (*Ager*). Em contrapartida, nas regiões com clima temperado frio (norte da Europa ocidental), a estagnação do crescimento da vegetação e o déficit forrageiro no inverno acarretavam uma baixa capacidade de retenção de animais no período de inverno e, portanto, a necessidade de uma área de *Saltus* consideravelmente superior e uma restrição na área cultivada (*Ager*).

Podemos, pois, concluir que os sistemas agrários pós-florestais, baseados nos sistemas de cultivo com alqueive e tração leve, foram marcados por uma crise alimentar crônica e permanente, decorrente, principalmente, da baixa produtividade do trabalho e da baixa capacidade de proporcionar excedentes alimentares. Tal fato permitiria explicar o surgimento de sociedades militarizadas (armamento metálico e aristocracia guerreira) e a razão pela qual a guerra passou a ser a condição de existência das sociedades agrárias da Antiguidade. Ele permitiria, igualmente, afirmar que a necessidade de apropriação de pelo menos parte do ecossistema explorado de maneira individual, condição indispensável à implementação desse sistema de cultivo, pode estar na origem do surgimento da propriedade fundiária. Ressalte-se, por fim, que a instauração da monetarização das trocas e dos impostos possibilitou o surgimento da escravidão por dívidas e o processo de concentração fundiária.

A REVOLUÇÃO AGRÍCOLA DA IDADE MÉDIA E OS SISTEMAS DE CULTIVO COM ALQUEIVE DE CURTA DURAÇÃO E TRAÇÃO ANIMAL PESADA (A PARTIR DO SÉCULO X)

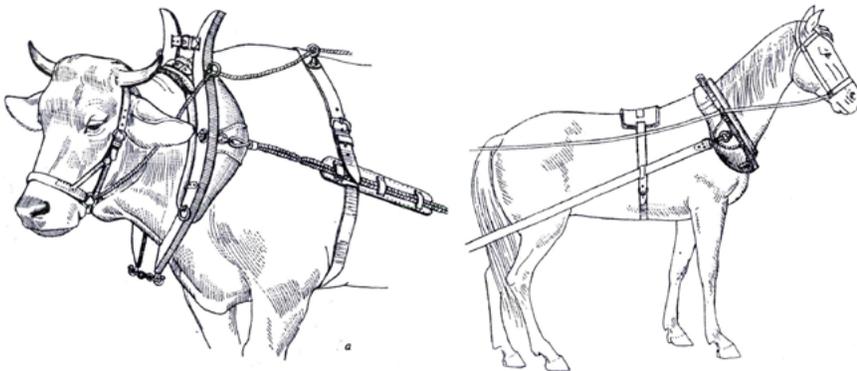
Como visto anteriormente, os sistemas de cultivo com alqueive de curta duração e tração leve apresentavam uma série de limitações e restrições, tais como:

- baixa disponibilidade forrageira no inverno e excedente de forragem no verão (acarretando uma limitação do rebanho animal);
- baixa capacidade de transferência de fertilidade (menos de 50% do total da biomassa consumida pelos animais em pastejo);
- limitação dos equipamentos e instrumentos agrícolas:
 1. capacidade limitada de revolvimento do solo (trabalho manual com pá e enxadão);
 2. trabalho superficial do solo com arado escarificador de tração animal;
 3. capacidade de transporte limitada (esterco, forragem, feno, palha);

- área cultivada (*Ager*) reduzida, insuficientemente fertilizada e proporcionando baixos rendimentos.

Essas restrições somente puderam ser superadas a partir do século X, com a generalização de inovações e técnicas conhecidas desde a Antiguidade e a Alta Idade Média (séculos V a X). As principais inovações e técnicas foram:

- ferramentas e equipamentos (alfange, arado reversor charrua, grade, carretas de transporte);
- atrelagem (coleiras e outros arreios que minimizavam o estrangulamento dos animais de tração) e ferragem (ferraduras metálicas dos animais de tração); e
- conservação da forragem (feno) e do esterco (uso de camas na estabulação dos animais).

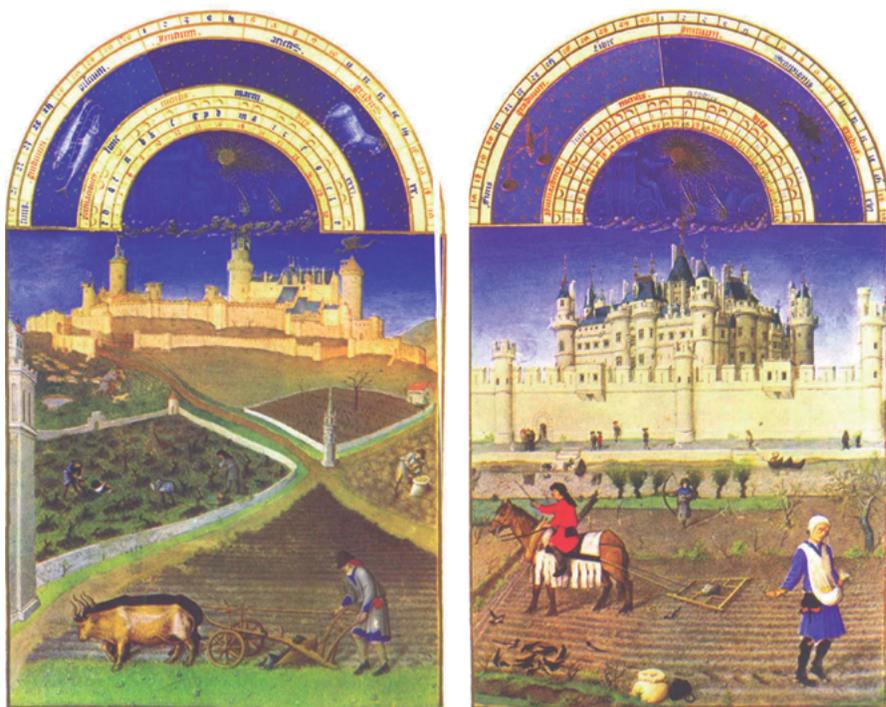


Arreios modernos, do tipo “coleira”, utilizados em sistemas de cultivo com tração animal pesada

Fonte: FAO, 1970, p. 25-26.

Esta situação somente foi possível com a expansão e a liberação do artesanato (liberdade de comércio e de transporte) e com a Revolução Artesanal e Industrial da Idade Média (produção de ferro e de instrumentos e equipamentos agrícolas em larga escala, em especial de tração pesada, como arados charrua e carroções). Como resultado, teríamos um processo

de implementação, por parte dos agricultores da Europa ocidental, da tração animal pesada em seus sistemas de cultivo.



Práticas agrícolas (lavração com arado charrua, gradagem e sementeira a lanço) em um sistema de cultivo com alqueive de curta duração e tração animal pesada, no século XV, na Europa ocidental (Berry – França)

As Riquíssimas Horas do Duque de Berry, Irmãos Limbourg, começo do século XV.

O aumento da capacidade de tração pela introdução de novos sistemas de atrelagem mais eficientes permitiu o uso intenso de equipamentos agrícolas pesados, entre os quais podemos destacar o arado charrua², os carroções e carretas de transporte de grande porte. O arado charrua é um equipamento

² Do francês *charrue*. Implemento agrícola tracionado, no qual a lâmina de corte (constituída de uma ou mais aivecas ou discos metálicos) é posicionada assimetricamente em relação ao eixo ou estrutura principal do equipamento. Assim, contrariamente ao arado escarificador, o arado realiza um trabalho de solo com maior profundidade, produzindo leivas e torrões de solo que são revirados (trazendo para a superfície as camadas mais profundas do solo e enterrando a camada superficial) e tombados para um dos lados do sulco de corte. No Brasil, o termo *arado* é usado indistintamente para designar tanto os instrumentos que realizam a escarificação superficial quanto aqueles que reviram profundamente o solo. Em Portugal, o termo *arado* é usado para designar o instrumento de trabalho que realiza a escarificação superficial do solo, e o termo *charrua*, para o equipamento de preparo do solo que o revira em profundidade.

de trabalho do solo que permite a realização rápida e eficiente da lavração dos alqueives. A lavração é uma operação agrícola que tem como função lutar contra as ervas indesejáveis, enterrar as matérias orgânicas da superfície, preparar o solo para facilitar a circulação de água e a penetração das raízes das plantas cultivadas e arejá-lo para favorecer a mineralização da matéria orgânica. O uso do arado charrua substituiu, assim, a lavração manual realizada com pás e enxadões, atividade penosa e com baixa produtividade de trabalho. A disponibilidade de carretas e carroções de transporte de grande porte permitiu um considerável incremento no transporte da produção agrícola; mas a disponibilidade desses equipamentos possibilitou, sobretudo, a realização do transporte em grandes proporções de feno/palha para os estábulos (favorecendo a expansão do rebanho) e de esterco/estrupe para as parcelas em alqueive (ampliando as quantidades de esterco aportados às parcelas).

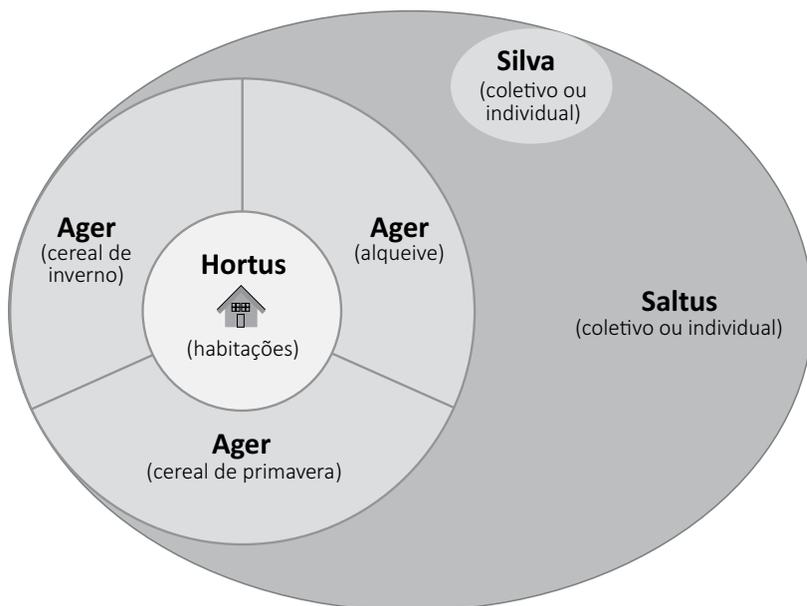


Práticas agrícolas (transporte de feno em carroções e colheita manual com alfange do trigo) em um sistema de cultivo com alqueive de curta duração e tração animal pesada, no século XVI, na Europa ocidental (Brugge – Bélgica)

Horas de Hennessy, Simon Bening, 1530.

Com a disseminação do sistema de cultivo com alqueive e tração animal pesada, verificou-se o aparecimento de um novo ecossistema cultivado e explorado, onde se destacavam as seguintes particularidades, ilustradas na figura e no esquema abaixo:

- redução das áreas em pastagem (*Saltus*), com aumento da prática da ceifa e produção de forragem (diferimento, corte de rebrotes);
- aumento do rebanho animal (mais de 3 vezes) e, conseqüentemente, maior disponibilidade de esterco (mais de 4 vezes);
- melhoria da fertilidade das parcelas cultivadas, em decorrência de maior disponibilidade de esterco;
- melhor controle das ervas indesejáveis no período de alqueive;
- extensão das áreas de cultivo (*Ager*) em relação às áreas em pastagem (*Saltus*);
- aumento das áreas de jardins, vinhas e pomares (*Hortus*);
- parcelas cultivadas com o formato de longas tiras ou faixas (em virtude da utilização de arados charrua reversores); e
- adoção progressiva da rotação trienal (sobretudo na metade norte da Europa ocidental).



Rotação de 3 anos				
Utilização	Grande Alqueive	Cereal de Inverno (trigo, centeio, cevada)	Pequeno Alqueive	Cereal de Primavera ou Leguminosa (cevada, aveia, fava, lentilha)
Período	agosto a outubro	novembro a julho	agosto a março	abril a julho
Duração	15 meses	9 meses	8 meses	4 meses

Figura e esquema que apresenta a organização espacial e o detalhamento de uma rotação trienal em um sistema de cultivo com alqueive e tração animal pesada

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 312.

Em decorrência dessas mudanças, o desempenho apresentado pelo sistema de cultivo com alqueive de curta duração e tração animal pesada era sensivelmente superior ao apresentado pelo sistema de cultivo com alqueive e tração leve. Os rendimentos agrícolas do novo sistema situavam-se entre 600 e 800 kg/ha, e a densidade populacional, mesmo em regiões com clima temperado frio, superava 50 hab/km².

A estimativa realizada por Mazoyer e Roudart (2010), reproduzida abaixo, permite visualizar a necessidade de áreas exploradas de uma família de agricultores (de 5 pessoas) e a densidade populacional média proporcionada pelo sistema de cultivo com alqueive e tração pesada com rotação trienal, em clima temperado frio.

	<i>Ager</i> (ha)	<i>Saltus</i> (ha)	<i>Silva</i> (ha)	Densidade Populacional (hab/km ²)
Rotação Trienal em Clima Temperado Frio (Europa setentrional)	6 ha	4-5 ha	3,5 ha	55 hab/km ²

Estimativa da área ocupada por uma família de agricultores e da densidade populacional na Europa setentrional

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 319-322.

A implementação do sistema de cultivo com alqueive e tração pesada teve como consequência um incremento considerável no uso de mão de obra e um calendário agrícola carregado ao longo de todo o ano.

A implantação e expansão da revolução agrícola da Idade Média na Europa ocidental foi um processo lento nas áreas já ocupadas, mas bastante rápido nas áreas em colonização. Esse novo sistema permitiu que áreas de pântanos costeiros e de pântanos de água doce fossem ocupadas e colonizadas. Ele foi implantado igualmente em áreas conquistadas militarmente e em regiões fracamente povoadas, em processo de colonização.

A revolução agrícola proporcionou um importante desenvolvimento demográfico, econômico, urbano e cultural na Europa ocidental. Primeiramente, podemos ressaltar um grande aumento populacional. De fato, a população da Europa ocidental mais que triplicou ao longo da Idade Média. A revolução agrícola contribuiu igualmente, em decorrência da demanda elevada de bens e equipamentos, para a revolução artesanal e industrial da Idade Média. Além da emergência de um novo artesanato rural, pôde-se assistir ao desenvolvimento da siderurgia e dos moinhos e ao desenvolvimento comercial. Os elevados excedentes agrícolas, em especial até o século XIII, permitiram a construção de uma série de mosteiros, conventos e grandes catedrais, além do renascimento intelectual e do surgimento das universidades. Por fim, deve-se situar naquela época o início do processo de urbanização.

A crise dos sistemas de cultivo com alqueive de curta duração e tração animal pesada estará intimamente ligada ao superpovoamento e à superexploração do ecossistema a partir do século XIV. Configura-se, assim, uma grave crise ecológica, que afetará as bases do sistema de cultivo com alqueive e tração pesada: a superexploração da fertilidade útil do ecossistema cultivado associada a uma degradação desse mesmo ecossistema (aumento do *Ager / Saltus*, do *Saltus / Silva* e da área de cereais / *Ager*).

As consequências dessa crise se traduzirão em um longo período de carestias e fomes crônicas que assolará a Europa ocidental e que se soldará pela ruína sanitária, demográfica e econômica (pobreza rural e urbana, revoltas e guerras). A Europa ocidental viverá, por isso, um longo período de crise crônica, entre os séculos XIV e XVI, seguido por um lento restabelecimento do sistema, entre os séculos XVII e XVIII.

A PRIMEIRA REVOLUÇÃO AGRÍCOLA DOS TEMPOS MODERNOS E OS SISTEMAS DE CULTIVO SEM ALQUEIVE E TRAÇÃO ANIMAL PESADA (SÉCULOS XVII, XVIII E, SOBRETUDO, XIX)

Do século XVI ao século XIX, a maioria das regiões da Europa ocidental foi palco de uma nova revolução agrícola: a *primeira revolução agrícola dos tempos modernos*, assim denominada pelo sistema que desenvolveu em estreita ligação com a primeira revolução industrial. Essa primeira revolução agrícola estava baseada em sistemas de cultivo sem alqueive, derivados de sistemas com alqueive do período precedente.

Com isso, a prática do alqueive foi substituída pela implantação de pastagens artificiais temporárias (nabo forrageiro, trevo, aveia, ervilhaca, tremoço, azevém, alfafa, etc.) ou por cultivos passíveis de serem capinados (nabo açucareiro, batata, linho, cânhamo, etc.). A supressão da prática do alqueive permitiu o desenvolvimento de novas rotações trienais, quadrienais e mesmo sextenais.

Rotação trienal sem alqueive		
1º ano	2º ano	3º ano
Trevo / lótus / azevém / ervilhaca e outros	Trigo de inverno seguido de nabo	Cevada de primavera + trevo

Rotação quadrienal tipo Norfolk (Inglaterra) sem alqueive			
1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Trevo	Cereal de inverno	Nabo forrageiro	Cereal de primavera

Rotação quadrienal de regiões meridionais Europa ocidental sem alqueive			
1º ano	2º ano	3º ano	4º ano
Aveia + ervilhaca (trevo)	Trigo de inverno	Batata precoce	Trigo de inverno

Rotação sexenal sem alqueive					
1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
Trevo	Trigo de inverno ou nabo	Cevada de primavera	Batata	Trigo de inverno ou nabo	Cevada de primavera

Exemplos de rotações de cultivos trienais, quadrienais e sexenais utilizadas na agricultura europeia em sistemas de cultivo sem alqueive, nos séculos XVI a XIX

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 363-366.

A supressão da prática do alqueive e sua substituição por plantas forrageiras/capinaáveis proporcionaram um modo mais eficaz de renovação da fertilidade. Com efeito, a cobertura contínua e completa do solo reduziu consideravelmente a lixiviação e a erosão das parcelas cultivadas. A adubação verde e o cultivo de leguminosas nas rotações, agora possíveis de serem realizadas, produziram uma considerável elevação do húmus e da fertilidade das parcelas cultivadas. O controle de ervas indesejáveis foi mantido ou mesmo facilitado pela utilização intensa e recorrente de forrageiras e plantas capinaáveis nas rotações.

Nesse novo sistema de cultivo, as forragens e as plantas capinaáveis alternavam-se quase continuamente com os cereais, de modo que as terras cultiváveis passavam a produzir, reunidas, tanto forragem quanto as pastagens naturais e os campos do *Saltus*. Com isso, as criações de animais, em especial de herbívoros, puderam ser consideravelmente ampliadas. A possibilidade de aumentar os rebanhos permitiu dobrar a disponibilidade de esterco para ser utilizado na fertilização das parcelas em cultivo. Esse acréscimo de esterco animal levou, por sua vez, a um forte progresso nos rendimentos dos cereais e possibilitou até a introdução de outros cultivos nas rotações, cultivos esses mais exigentes em matéria de fertilidade. A melhoria da alimentação animal e da fertilização das parcelas cultivadas propiciou selecionar raças animais e variedades de plantas mais exigentes e mais produtivas.

Uma vez que a produção de forragem necessária à alimentação dos rebanhos era garantida pelas áreas em cultivo (*Ager*), a implantação de sistemas

de cultivo sem alqueive acarretou uma redução da área ocupada com pastagens naturais (*Saltus*) e, assim, possibilitou, por sua vez, a ampliação das terras aráveis e cultiváveis (*Ager*).

Proporcionando rendimentos agrícolas entre 1.200 e 1.600 kg/ha, os novos sistemas de cultivo permitiam duplicar a produção agrícola em relação aos sistemas de cultivo com alqueive. Esses novos sistemas demandavam, para sua implantação, pouco investimento em capital e em força de trabalho e proporcionavam um grande aumento da produtividade do trabalho e do excedente agrícola comercializável. No entanto, a multiplicação de operações agrícolas, a ampliação do rebanho e dos cultivos e a ocupação de todo o ecossistema cultivado ao longo de todo o ano agrícola implicavam um calendário agrícola ainda mais sobrecarregado do que o observado no sistema de cultivo com alqueive.



Ilustração da lavração com uso de arado charrua em um sistema de cultivo sem alqueive e com tração pesada (França)

Rosa Bonheur, 1849.

A implantação dos sistemas de cultivo sem alqueive e tração pesada permitiu superar a crise alimentar que havia surgido no século XIV na Europa

ocidental. Mas essa implantação não foi um processo rápido e automático, embora as condições técnicas e materiais para a implementação dos sistemas de cultivo sem alqueive já estivessem reunidas havia muito tempo. Enquanto os obstáculos jurídicos e legais, em grande parte feudais (servidões coletivas, como o direito de livre acesso para pastejo às parcelas em alqueive e afolhamento obrigatório, obrigações e taxas feudais, etc.), não foram banidos pela instauração do direito de propriedade exclusiva, pelo reconhecimento de diferentes modos de exploração da terra (direto, arrendamento, parceria) e pela instauração do direito de usar individual e livremente as terras cultivadas ou pastejadas (*Salus* de uso coletivo ou comunal), a implantação de forrageiras em substituição ao alqueive não pôde ser efetivada.

Nesse sentido, deve-se ressaltar que o desenvolvimento industrial, comercial e urbano decorrente da revolução industrial foi fundamental para absorver o excedente agrícola produzido pelos novos sistemas de cultivo. Conseqüentemente, essa revolução agrícola somente pôde concretizar-se após suprimidos os obstáculos e impedimentos à revolução industrial: monopólios feudais, monopólios corporativistas, alfândegas de província, e outros.

O êxito da revolução agrícola e, conseqüentemente, a expansão do sistema de cultivo sem alqueive estiveram, na Europa ocidental, estreitamente associados ao êxito da revolução industrial e comercial. Esse processo somente ocorreu onde os Estados nacionais instauraram reformas que asseguravam o livre uso da terra, a liberdade de empreender e comercializar e a livre circulação de pessoas e de bens.

Veja-se, a esse respeito, o seguinte relato de Mazoyer e Roudart (2010):

Conduzidas pelas monarquias esclarecidas ou constitucionais, ou pelas assembleias revolucionárias, essas reformas ocorreram sob a pressão, muito desigual, conforme o país, dos grupos sociais diretamente envolvidos, como a burguesia, os proprietários da terra e o campesinato. Mas foram igualmente preparadas pelos espíritos esclarecidos do Século das Luzes. Testemunhas dos êxitos da agricultura sem alqueive em Flandres e na Inglaterra, agrônomos e economistas (os fisiocratas) assumiram seu papel de teóricos e propagandistas dessa nova agricultura e das reformas necessárias a sua

implementação. Conselheiros dos príncipes, animadores das sociedades de sábios e das comissões governamentais especializadas, eles informaram e influenciaram uma camada muito seleta de grandes proprietários e de fazendeiros, bem como os meios intelectuais e os círculos de poder, aliás, muito reduzidos. Todavia, em vários países, como a França, a Prússia e a Dinamarca, as ideias dos agrônomos e dos fisiocratas contribuíram para acelerar a necessária conscientização política e influenciaram amplamente as tão esperadas reformas (p. 355).

Outro impacto da revolução agrícola dos tempos modernos pode ser mensurado ao se analisarem o crescimento demográfico e a melhoria da alimentação da população da Europa ocidental: de 1750 a 1900, a população do oeste e do centro da Europa passou de aproximadamente 110 para 300 milhões de pessoas.

As diferentes regiões e Estados da Europa ocidental, segundo a intensidade e o grau de desenvolvimento da primeira revolução agrícola dos tempos modernos, podem ser reunidos em dois grupos distintos:

Grupo I – Desenvolvimento tardio ou incompleto da primeira revolução agrícola:

- regiões meridionais e orientais da Europa, afastadas dos grandes centros de industrialização (sul de Portugal, da Espanha e da Itália, Eslováquia, Hungria, Rússia, Prússia, etc.);
- Estados autoritários e monárquicos centralizados (*Ancien Régime*).

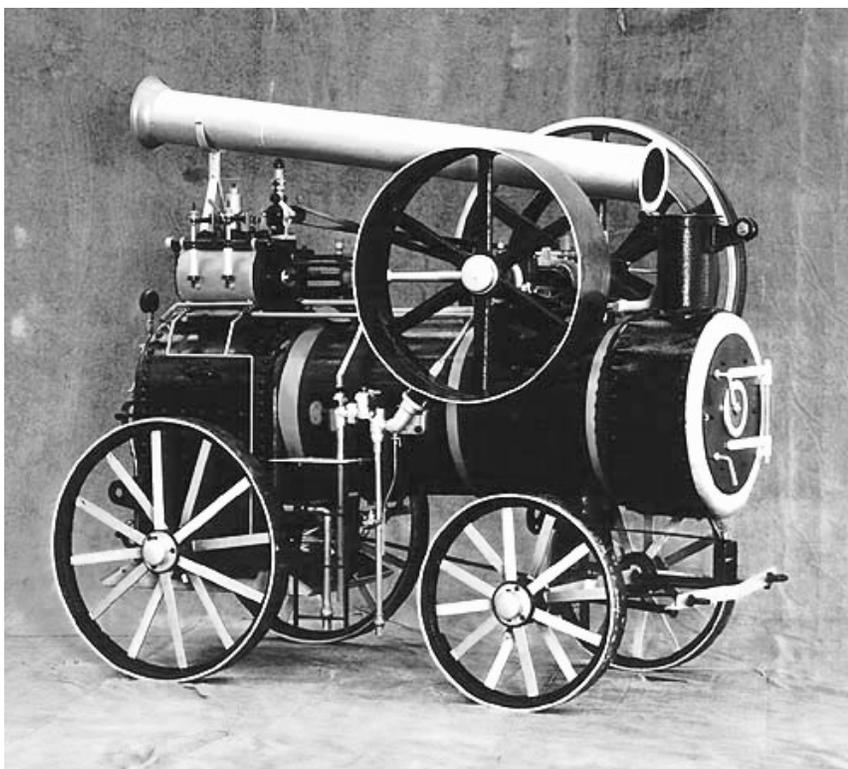
Grupo II – Desenvolvimento rápido e vigoroso da primeira revolução agrícola:

- regiões norte e oeste da Europa, próximas dos grandes centros de industrialização (França, Inglaterra, Países Baixos, Países escandinavos, norte da Itália, etc.);
- monarquias constitucionais ou Estados republicanos modernos.

A MECANIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CULTIVO COM TRAÇÃO ANIMAL PESADA E A REVOLUÇÃO DOS TRANSPORTES (A PARTIR DO INÍCIO DO SÉCULO XIX)

Apesar de proporcionarem elevados rendimentos agrícolas e excedentes agrícolas consideráveis, os sistemas sem alqueive com tração pesada defrontavam-se com uma baixa produtividade do trabalho, em grande parte decorrente da pouca especialização e da reduzida eficiência técnica dos equipamentos e ferramentas disponíveis. Com efeito, a maioria das ferramentas e equipamentos disponíveis para a realização do sistema de cultivo com tração pesada, herdada da Idade Média, era rudimentar, artesanal e pouco eficiente. Isso reduzia a superfície máxima cultivada por trabalhador e, conseqüentemente, a produtividade do trabalho dos sistemas de cultivo com tração pesada. Indiretamente, o setor agrícola se ressentia da limitação dos meios de transporte terrestres e marítimos, que restringia a possibilidade do uso de corretivos e de adubos de origem distante e limitava em muito as possibilidades de escoamento dos excedentes agrícolas para longas distâncias.

A partir do fim do século XVIII, mas, sobretudo, no decorrer do século XIX, a indústria passou a produzir novas máquinas que beneficiaram o setor de transportes e o setor agrícola. No que interessa a agricultura, pode-se destacar a produção em larga escala de toda uma gama diversificada e especializada de equipamentos de tração (como arados charruas, arados brabantes e grades metálicas, semeadeiras, ceifadeiras e colhedoras, trilhadeiras a carrossel, etc.), bem como de pequenas máquinas para utilização nas explorações agrícolas (limpadores de grãos, picadores de palha, moedores, batedores a manivela, etc.). A utilização direta da máquina a vapor na agricultura permaneceu limitada ao acionamento de trilhadeiras de cereais e ao bombeamento de água para irrigação. Por serem mais eficientes do que os equipamentos artesanais não especializados, esses novos equipamentos agrícolas permitiam praticamente dobrar a produtividade do trabalho dos sistemas de cultivo sem alqueive com tração pesada.

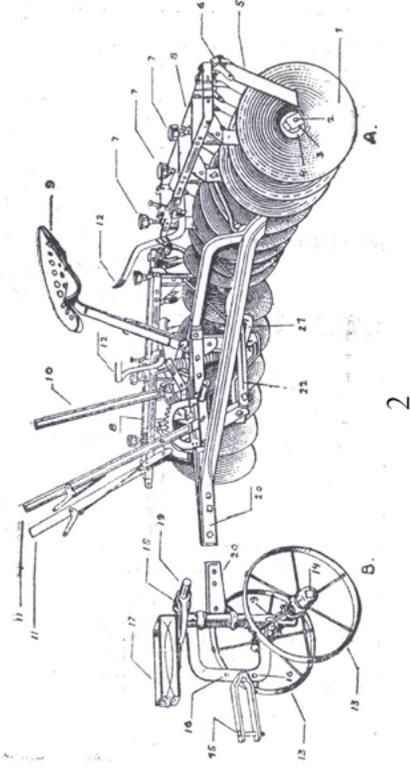
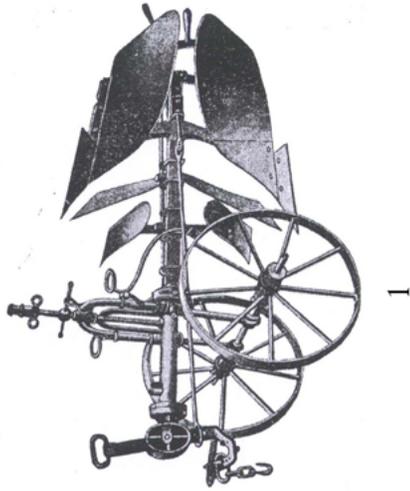


Modelo de máquina a vapor tipo “locomóvel” para acionamento de equipamentos agrícolas estacionários (Marca Alfred Wirth, Alemanha, início do século XX)

Fonte: Fundação Museu da Tecnologia de São Paulo / CCT.

Disponível em: <www.museutec.org.br>. Acesso em: 1 mar. 2009.

O uso de corretivos e adubos externos era conhecido havia muito pelos agricultores. Sua parca utilização na agricultura foi, em grande parte, decorrência das limitações e restrições dos meios de transporte. Sem dúvida, o uso das carroças e das carretas permitira, desde muito antes, estender a algumas léguas de distância o abastecimento em corretivos e adubos de origem externa. A disseminação do uso desses insumos somente se pôde generalizar a partir do final do século XIX, graças aos barcos a vapor e às estradas de ferro, que possibilitaram difundi-las na maior parte das regiões da Europa.



(1) Arado charrua brabante duplo reversível e (2) grade de discos, ambos para uso com tração animal pesada

Fonte: CUNHA, 1945, p. 63 e 143.

A partir de 1850, a expansão das estradas de ferro tirou progressivamente do isolamento todas as regiões da Europa ocidental. Essas regiões passaram, assim, a poder escoar, a custos reduzidos, seus excedentes agrícolas, bem como a abastecer-se de produtos e insumos externos. Os agricultores dessas regiões estavam liberados para aprofundar o processo de desenvolvimento de seus sistemas de cultivo sem alqueive e tração animal pesada. Puderam, assim, aumentar seus excedentes comercializáveis e especializar-se de maneira mais vantajosa. Essa liberação das forças produtivas e essa progressiva inserção no mercado lançavam quantidades cada vez maiores de mercadorias agrícolas.

Com as estradas de ferro e os barcos a vapor, os transportes transcontinentais e transoceânicos proporcionaram uma aproximação dos mercados às regiões de produção agrícola. Vastas regiões do Novo Mundo passaram a ter acesso ao mercado europeu, enquanto as regiões agrícolas da Europa rompiam o isolamento, o que permitia seu abastecimento em corretivos e adubos, além do escoamento de seus produtos. Dessa forma, a mecanização dos transportes terrestres e marítimos, combinada com a mecanização dos sistemas de cultivo sem alqueive com tração animal pesada, propiciou, no fim do século XIX, um considerável acréscimo ao excedente comercializável e a primeira crise mundial de superprodução agrícola.

Por sua curta duração – menos de 100 anos – e, sobretudo, pelo protagonismo crescente assumido pelo setor industrial em relação ao setor agrícola, muitos consideram esse período como sendo um período de transição, preparatório à segunda revolução agrícola, a Revolução Verde. Essa transição é assim sintetizada por Mazoyer e Roudart (2010):

Dessa forma, ao final do século XIX, pela primeira vez, a indústria havia produzido os meios de transporte suficientemente potentes para tirar do isolamento e estabelecer a concorrência entre o antigo e o novo mundo, para utilizar maciçamente os corretivos de solo e para começar [a] utilizar os adubos minerais de origem longínqua. Também pela primeira vez, a indústria havia iniciado a produção de máquinas capazes de aumentar significativamente a superfície cultivada por trabalhador, o que levaria os velhos países agrícolas da Europa a uma forte

redução da mão de obra agrícola e ao desaparecimento de muitos pequenos estabelecimentos agrícolas.

Desde o início do século XX, a cena estava pronta, com os atores a postos para que uma nova revolução agrícola – a segunda revolução agrícola dos tempos modernos – se tornasse próspera (p. 418).

A SEGUNDA REVOLUÇÃO AGRÍCOLA DOS TEMPOS MODERNOS: A REVOLUÇÃO VERDE (A PARTIR DO INÍCIO DO SÉCULO XX)

A segunda revolução agrícola dos tempos modernos tem suas raízes e fundamentos na mecanização dos sistemas de cultivo sem alqueive e com tração pesada. Ao longo do século XX, a Revolução Verde ampliou progressivamente a utilização de novos meios de produção agrícola provenientes da segunda revolução industrial: a *motorização* (motores a explosão ou elétricos, tratores e engenhos automotivos cada vez mais potentes); a *grande mecanização* (equipamentos e implementos agrícolas cada vez mais complexos e performativos); a *quimificação* (adubos minerais e produtos de tratamento da lavoura); e a seleção de variedades de plantas e de raças de animais domésticos adaptados a esses novos meios de produção industrial e capazes de rentabilizá-los. Ao mesmo tempo, ampliaram-se consideravelmente os resultados e impactos da melhoria e da expansão dos meios de transporte intra- e intercontinentais: estradas de ferro, portos e navios de grande capacidade e o desenvolvimento do transporte rodoviário. Com esta conjuntura consolidada, vimos uma intensificação do fenômeno já constatado ao final do período precedente: o processo de abertura e aproximação das agriculturas realizadas nas mais diversas regiões do mundo. Agora, ainda mais do que no passado, os agricultores podiam ter acesso, de forma maciça e rápida, a insumos e meios de produção de origem distante e também escoar maciçamente e para regiões distantes seus próprios produtos.

Com a intensificação da aproximação do setor industrial, os agricultores estavam liberados da necessidade de produzir para si próprios bens de consumo variados (vestuário, utensílios, alimentos, etc.); mas, sobretudo,

liberados de produzir os bens de produção essenciais para a realização de suas atividades agrícolas (animais de tração, esterco, sementes, animais reprodutores, ferramentas, etc.). Assistiu-se, assim, a um progressivo processo de especialização dos agricultores nos mais diversos sistemas agrários, processo esse fortemente induzido pelas particularidades das diferentes regiões agrícolas e do passado agrário: distância dos mercados, conhecimento local, características edafoclimáticas e geomorfológicas locais, etc. Em muitos sistemas agrários baseados na Revolução Verde, os agricultores abandonaram a poliprodução vegetal e animal para se consagrarem quase exclusivamente a algumas produções destinadas à venda.

Assim, foi constituído um vasto sistema agrário multirregional, composto por subsistemas agrários regionais especializados complementares (regiões produtoras de grãos, regiões de criação de gado leiteiro ou de corte, regiões vinícolas, regiões de produção de legumes, regiões frutíferas, etc.). Nos interstícios desses subsistemas agrários regionais, especialmente onde o processo de desenvolvimento da Revolução Agrícola havia sido mais vigoroso e completo, encontrava-se implantado um setor agroindustrial e de serviços: indústrias mineradoras, metalomecânicas e químicas; prestadores de serviços (assistência técnica, terceirização, equipamentos, etc.); estocagem e transporte; bancos e instituições de crédito; indústrias de transformação; entre outros. Ressalte-se ainda a separação cada vez mais nítida entre a agricultura propriamente dita (responsável pela produção agrícola) e a agroindústria (responsável por conceber e disponibilizar os meios de produção). Essa clara separação de responsabilidades refletiu-se igualmente nos setores de formação de recursos humanos (ensino agrícola em geral), na pesquisa aplicada e na própria assistência técnica (extensão e vulgarização agrícola).



Vinhedo e plantação de trigo com o sistema de cultivo baseado na Revolução Verde (Cognac – França)

Fotografia de Yann Arthus-Bertrand, 2001.

Vejamos, a seguir, quais são os principais fundamentos da segunda revolução agrícola dos tempos modernos.

• **Motorização e mecanização agrícola:** A expansão da motomecanização agrícola intensificou-se entre as duas guerras mundiais nos grandes espaços das colônias de povoamento europeu estabelecidas em diferentes regiões temperadas do mundo (Estados Unidos, Canadá, Austrália, Argentina...) e, em menor escala, nas regiões de grande cultura da Europa. Mas é preciso destacar que, em 1945, a tração animal ainda era amplamente predominante na maior parte dos países industrializados e que a motomecanização só se expandiu realmente, no conjunto desses países, depois da Segunda Guerra Mundial. Conforme as produções, a motorização e a mecanização desenvolveram-se mais ou menos precocemente. Os cereais e as outras grandes culturas (colza, girassol, leguminosas a grãos...) foram as primeiras a utilizar tratores e colhedoras-trilhadeiras, e sempre deram o tom

ao conjunto desse movimento. É bem verdade que elas ocupavam uma grande parte das terras lavráveis e que ofereciam, assim, uma ampla abertura à indústria de máquinas agrícolas. A motomecanização estendeu-se em seguida à colheita de plantas sachadas, como a beterraba e a batata, produtos ricos em água, voluminosos e menos fáceis para manipulação. A seguir, ela ganhou a ordenha do gado leiteiro, a colheita da forragem, a alimentação do gado confinado e a evacuação de seus dejetos, a vinicultura e as culturas leguminosas e frutíferas.

• **Fertilização mineral e outros insumos (produtos sanitários, rações e complementos alimentares, etc.):** No século XIX, os adubos minerais (ou químicos) começaram a ser utilizados na Europa ocidental. No princípio do século XX, seu uso progrediu nos países industrializados, mas só se difundiu após a Segunda Guerra Mundial. Em 1900, o consumo mundial dos três principais minerais fertilizantes, o azoto (N), o ácido fosfórico (P_2O_5) e o potássio (K_2O), não atingia sequer 4 milhões de toneladas de unidades fertilizantes; já em 1950, esse consumo ultrapassava pouco mais de 17 milhões de toneladas, para, ao final dos anos 1980, saltar para 130 milhões de toneladas. Este imenso sucesso foi possível graças à multiplicação das fontes de extração e ao desenvolvimento das indústrias de transformação ou de síntese desses adubos. O aumento considerável dos rendimentos por hectare dos cultivos nas últimas décadas resultou principalmente do aumento do uso dos adubos minerais, combinado com a melhoria dos tratamentos fitossanitários e das operações mecânicas de preparação e de manutenção dos cultivos. Para os cereais, por exemplo, partindo de rendimentos de uma tonelada de grãos por hectare, que se obtinham utilizando unicamente esterco nos sistemas sem alqueive do princípio do século XX, passamos, na década de 1950, a um rendimento médio de três toneladas, com doses de adubos contendo uma centena de kg de nitrogênio (N) por hectare, mais o ácido fosfórico (P_2O_5) e o potássio (K_2O) na proporção desejada. Hoje, os rendimentos aproximam-se de 10.000 kg de grão/cereal por hectare, com a utilização de doses de adubos químicos que podem ultrapassar 200 kg de nitrogênio por hectare.

De fato, com a chegada dos tratores, os agricultores foram primeiramente liberados da obrigação de produzir forragem para manter o rebanho animal responsável pela produção de esterco e pela força de trabalho. Além disso, o uso dos adubos químicos permitiu aumentar não somente a produção colhida,

mas também a produção de palhas, de forragem, de raízes e de outros resíduos de culturas. E, a partir de certo nível de utilização de adubos químicos, os subprodutos dos cultivos tornaram-se suficientemente abundantes para fornecer ao solo restituições orgânicas que permitiam manter um teor aceitável de húmus desse solo. Assim, as explorações encontraram-se igualmente liberadas da obrigação de produzir seu adubo. Finalmente, o uso dos produtos fitossanitários liberou as explorações das antigas regras de rotação e de afolhamento que elas deviam respeitar para evitar a proliferação das ervas invasoras, a proliferação dos insetos e a multiplicação das enfermidades das plantas.

O uso dos adubos e a seleção das plantas levaram a tal crescimento da produção de cereais (ricos em açúcar) e de leguminosas (ricas em proteínas), bem como de outros produtos e subprodutos vegetais, que uma parte crescente desses produtos passou a ser destinada à alimentação dos animais domésticos. Esses produtos serviram de matéria-prima para uma ampla indústria de fabricação de alimentos de alto valor nutritivo para a criação animal, de alimentos ditos concentrados, destinados principalmente aos animais monogástricos (porcos e aves), mas também aos herbívoros, destacadamente o gado leiteiro (vacas, ovelhas e cabras), e ao gado de engorda. Essa grande quantidade de alimentos novos, muito nutritivos, conjugada com o crescimento da produção dos campos e de outras produções forrageiras, permitiu um notável aumento dos efetivos de animais de criação, mas também uma melhoria quantitativa e qualitativa de sua alimentação.

- **Seleção de animais e plantas:** Os aumentos de rendimentos agrícolas obtidos nos sistemas de cultivo baseados na Revolução Verde não se baseiam unicamente no aumento da utilização de adubos químicos. É preciso dispor de variedades de plantas capazes de absorver e rentabilizar essas elevadas quantidades de elementos minerais. Assim, por exemplo, no cultivo do trigo, a maior disponibilidade de elementos minerais, associada à generalização de novas variedades com elevado potencial produtivo, possibilitou aumentar os rendimentos de 2.000 kg/ha para 10.000 kg/ha. Foi preciso selecionar sucessivamente diversas variedades de potencial crescente, que constituíram etapas condicionantes do desenvolvimento do uso de adubos. Para o trigo, por exemplo, foram selecionadas variedades com palha cada vez mais curta

e rendimento crescente em grãos: a parte do grão em relação à biomassa aérea total passou de 35%, com as variedades dos anos 1920, a 50%, com as variedades dos anos 1990. Mas o objetivo da seleção não é somente adaptar as plantas ao uso crescente de adubos, é também adaptá-las ao uso dos novos meios mecânicos.

Assim sendo, os cereais cultivados no princípio do século, com sua maturação relativamente escalonada e sua debulha difícil, convinham bem à colheita com foice ou com a colhedora-juntadeira, ao transporte e à estocagem em feixes, que precediam em muito a debulha. Elas seriam, porém, muito menos adaptadas à colheita com a colhedora-trilhadeira. Foi preciso, então, selecionar variedades mais homogêneas quanto à sua data de maturação, mais fáceis de debulhar no campo, a qualquer hora do dia ou da noite. A seleção visava também a aumentar a resistência das culturas às pragas e a economizar os tratamentos fitossanitários. Enfim, acrescentemos que, para muitas plantas, especialmente para as frutas e os legumes, a seleção se fazia cada vez mais em função das novas exigências da indústria, da distribuição e dos consumidores, exigências essas que vão além das questões de rendimento e de data de maturação e que têm a ver com a dimensão, a forma, a cor e as qualidades propriamente gustativas dos produtos.

Da mesma maneira que foi preciso selecionar variedades de plantas capazes de valorizar o acréscimo da nutrição mineral, foi necessário também selecionar animais capazes de consumir e de rentabilizar as rações alimentares cada vez mais nutritivas. No início do século XX, na Europa, uma vaca que consumisse uma quinzena de quilogramas de feno por dia e produzisse menos de 2.000 litros de leite por ano não teria podido absorver a ração quotidiana de uma vaca leiteira de hoje, altamente selecionada, que produz mais de 10.000 litros de leite por ano e consome, para isso, a cada dia, 5 quilogramas de feno e mais de 15 quilogramas de alimentos concentrados. A seleção das raças de animais teve também como objetivo adaptá-los aos novos equipamentos mecânicos. A máquina de ordenha, por exemplo, impôs a eliminação das vacas cujas tetas eram muito grandes, ou muito pequenas, ou muito longas, ou muito curtas, ou malformadas – ou seja, mal-adaptadas às dimensões das teteiras –, assim como a eliminação daquelas que retinham o leite ou contraíam doenças do úbere. Quanto à câmara de ordenha, ela impôs a eliminação das vacas demasiado ariscas

para se dobrarem à disciplina da ordenha em bloco e as vacas cujo gabarito e altura do úbere não obedeciam ao sistema-padrão das novas instalações.

- **Especialização dos sistemas produtivos:** Não só a motorização dos sistemas de cultivo da Revolução Verde, como também os meios de transporte e as possibilidades de intercâmbio e de especialização, revolucionaram os meios de produção agrícola. Tiradas do isolamento pelos meios de transporte rodoviário motorizados, até as propriedades agrícolas das regiões bem afastadas das vias aquáticas e das vias férreas puderam ser abastecidas em todo tipo de bens de consumo e de bens de produção. Dessa forma, libertaram-se da obrigação de praticar a poliprodução, que era necessária para satisfazer as várias necessidades do autoconsumo e do autoabastecimento. Puderam, assim, consagrar a maior parte de suas forças a um pequeno número de produções, entre as mais vantajosas, levando em conta as condições ecológicas, as condições de escoamento dos produtos e do *savoir-faire* dos agricultores da região. Todavia, essa especialização das explorações agrícolas e das regiões não resultou somente, como se poderia pensar, da melhoria dos meios de transporte e de intercâmbios; foi também amplamente condicionada pelo desenvolvimento da motorização, da química agrícola e da seleção.

Os sistemas de cultivo implementados baseados nos preceitos da Revolução Verde proporcionaram ganhos de produtividade do trabalho e da terra nunca antes atingidos pelas revoluções agrícolas precedentes que ocorreram na Europa ocidental. A comparação entre os rendimentos, em cereais e em produtividade do trabalho, obtidos com sistemas de cultivo baseados na Revolução Verde e aqueles obtidos com sistemas de cultivo baseados na primeira revolução agrícola em uma região com clima temperado frio da Europa ocidental é estarrecedora e mostra claramente um enorme aumento nos rendimentos, na superfície cultivada por trabalhador e, sobretudo, na produtividade bruta do trabalho.

	Sistema de cultivo sem alqueive e com tração animal pesada (primeira revolução agrícola)	Sistema de cultivo baseado na Revolução Verde (segunda revolução agrícola)
Rendimento em cereais	1.000 a 2.000 kg/ha	5.000 a 10.000 kg/ha
Superfície cultivada por trabalhador	5 a 10 ha/UTH	mais de 100 ha/UTH
Produtividade bruta do trabalho	5 a 20 ton. cereais/UTH	500 a 1.000 ton. cereais/UTH

Rendimento em cereais, superfície cultivada por trabalhador e produtividade bruta do trabalho no sistema de cultivo sem alqueive e com tração animal pesada e no sistema de cultivo baseado na Revolução Verde

Fonte: MAZOYER; ROUDART, 2010, p. 425-448.

No que concerne à produção de grãos/cereais, por exemplo, os rendimentos agrícolas aumentaram 10 vezes, graças ao uso de insumos químicos e à utilização de plantas selecionadas; as superfícies cultivadas por trabalhador foram multiplicadas por mais de 10, graças ao avanço da motomecanização; a produtividade bruta do trabalho agrícola foi multiplicada por mais de 100. Assim, nos dias de hoje, menos de 5% da população ativa total, em alguns países industrializados, é capaz de produzir alimentos e produtos agrícolas suficientes para toda a população.

Embora iniciada no final do século XIX, foi somente após a Segunda Guerra Mundial que a segunda revolução agrícola se expandiu de maneira vertiginosa e extremamente rápida nos países desenvolvidos e em alguns setores limitados dos países em desenvolvimento. Apesar da rapidez do processo de expansão da Revolução Verde, este ocorreu por etapas, em um ritmo ditado pelo setor agroindustrial e pelos mercados de produtos agrícolas.

Segundo Mazoyer e Roudart (2010), o processo de implantação da Revolução Verde nas explorações agrícolas, especialmente focado no desenvolvimento da motomecanização em sistemas de cultivo de cereais, pode ser dividido em cinco etapas distintas:

- **A primeira etapa**, *motomecanização I*, consistiu em substituir os animais de tração e alguns raros tratores a vapor por tratores movidos a motor por explosão de fraca potência (10 a 30 HP). Esses tratores foram geralmente atrelados aos implementos de tração animal preexistentes (arados brabantes, ceifadoras, recolhedoras) e aos antigos equipamentos de transporte de origem artesanal (charretes, carretas), mas às vezes também a novos equipamentos mais bem adaptados à tração motorizada. Esta primeira onda de motomecanização, que começara antes da Segunda Guerra Mundial, expandiu-se rapidamente, no final dos anos 1940 e no início dos anos 1950, nas explorações de mais de 15 hectares, capazes de comprar e rentabilizar um trator. Embora pouco potentes, esses tratores eram mais rápidos do que os animais e, sobretudo, eram resistentes; de modo que, partindo de uma superfície máxima por trabalhador de uma dezena de hectares em tração animal mecanizada, conseguiam rentabilizar uma superfície de até 20 ou 30 hectares de grãos.

- **A segunda etapa**, *motomecanização II*, apoiou-se no uso de tratores de média potência (30 a 50 HP), geralmente munidos de dispositivos de reerguimento que podiam carregar alguma aparelhagem, como o arado charrua, ao invés de simplesmente arrastá-la, e de uma tomada de força capaz de acionar algumas máquinas. Esta nova geração de tratores permitiu utilizar materiais com capacidade de trabalho duas a três vezes maior: arados charruas com duas aivecas, grades, semeadoras, rolos, distribuidores e enleirador-juntador de feno de 3 a 4 metros de largura, barras de corte laterais de 2 metros, etc. No entanto, como essas máquinas pesadas eram tracionadas, suas peças de trabalho eram dispostas lateralmente em relação ao trator e, por isso, sua capacidade era limitada. Na Europa ocidental, as explorações agrícolas motorizadas da etapa precedente adotaram geralmente a motomecanização II no final dos anos 1950 e nos anos 1960. Comparada com a motomecanização I, a motomecanização II permitiu também dobrar a superfície por trabalhador, para atingir 50 hectares em sistemas de cultivo com grãos / cereais.

- **A terceira etapa**, *motomecanização III*, apoiava-se na utilização de tratores de 50 a 70 HP, capazes de tracionar arados charruas de três aivecas e de puxar instrumentos de 5 a 6 metros de largura. Apoiava-se também na utilização de grandes máquinas combinadas automotivas, como as colhedoras, com equipamento cujas peças de trabalho eram dispostas frontalmente e cuja largura de corte podia ultrapassar amplamente a das máquinas tracionadas. Esta terceira onda de motomecanização desenvolveu-se na Europa ocidental no final dos anos 1960 e nos anos 1970. Ela permitiu ampliar a superfície por trabalhador em sistemas de cultivo com grãos/cereais para 70 ou 80 hectares.

- **A quarta etapa**, *motomecanização IV*, baseava-se na utilização de tratores de 80 a 120 HP, que permitiam, ao mesmo tempo, tracionar arados charruas com quatro aivecas, ou tracionar várias máquinas e realizar algumas operações complementares com a utilização de colhedoras cuja largura de corte atingia de 5 a 6 metros. A motomecanização IV difundiu-se na Europa ocidental nos anos 70-80 e permitiu ultrapassar os 100 hectares por trabalhador.

- **A quinta etapa**, *motomecanização V*, baseava-se no emprego de tratores de quatro rodas motoras, de mais de 120 HP, e no emprego de equipamentos associados que permitiam, por exemplo, realizar, em uma única passada, todas as operações de preparo do solo e de semeadura de cereais. Ela se desenvolveu primeiro nos Estados Unidos e em outros países “novos”, assim como nas grandes unidades de produção estatais ou cooperativas da URSS e de outros países do Leste. Há alguns anos, difundiu-se pela Europa ocidental. Permitiu ampliar a superfície por trabalhador para mais de 200 hectares.

Os sistemas de cultivo baseados nos preceitos da Revolução Verde desenvolveram-se tanto em regiões onde predominavam explorações agrícolas familiares quanto em regiões onde predominavam grandes explorações agrícolas. Mas a progressão vigorosa da segunda revolução agrícola não foi um processo de desenvolvimento geral e harmonioso. Ao contrário, esse desenvolvimento é essencialmente desigual e contraditório. Entre as múltiplas explorações agrícolas que existiam na Europa ocidental no princípio do século XX, apenas uma ínfima minoria conseguiu ultrapassar todas as etapas desse desenvolvimento. A grande maioria das explorações existentes na Europa no início do século XX foi encontrando, ao longo de sua história, dificuldades em assegurar sua continuidade e desapareceram. Elas foram impossibilitadas, pelas

mais diversas razões, de se dotar dos novos e indispensáveis meios de produção (maquinários e insumos) para continuarem existindo em um contexto cada vez mais concorrencial e competitivo.

Com efeito, o estudo dos mecanismos do desenvolvimento da segunda revolução agrícola mostra que, a cada etapa desse desenvolvimento, só podiam continuar a investir e progredir as explorações agrícolas que já estivessem equipadas, que fossem suficientemente grandes e produtivas para gerar uma renda por trabalhador superior ao preço de mercado da mão de obra pouco qualificada. Esse nível de renda constituía, portanto, um patamar, o *patamar da capitalização* ou *renovação*. Em geral, quanto mais a renda estivesse acima do patamar de renovação, tanto mais as propriedades em desenvolvimento investiam e progrediam. Por esse motivo, o desenvolvimento de tais propriedades era marcado por uma grande desigualdade.

O estudo desses mecanismos mostra outrossim que as explorações agrícolas subequipadas e pouco produtivas, cuja renda por trabalhador era inferior àquele patamar de renovação, não podiam investir ou renovar seu equipamento, tampouco remunerar sua força de trabalho pelo preço de mercado. Na verdade, aquelas explorações que não se renovavam regrediam. Mergulhavam na crise, chegando frequentemente a sobreviver à custa de pesados sacrifícios até a aposentadoria do chefe da propriedade. Tendo chegado a esse ponto, e na falta de sucessor familiar ou externo, elas eram desmembradas, e suas terras e outros bens de produção ainda utilizáveis eram adquiridos por propriedades em desenvolvimento.

No início do século XX, de etapa em etapa, a linha divisória entre o desenvolvimento (desigual) de uns e a crise e a eliminação de outros deslocou-se para níveis cada vez mais elevados de capitalização, de dimensão do aparelho produtivo e de produtividade. Na verdade, os ganhos de produtividade realizados pelas propriedades agrícolas em desenvolvimento levaram a uma tendência secular caracterizada pela redução dos preços agrícolas, em termos reais, e, conseqüentemente, a uma diminuição da renda das explorações que não podiam investir e progredir suficientemente. Paralelamente, o patamar de renovação das propriedades não cessava de se elevar, devido aos ganhos de produtividade na indústria e à alta dos salários reais que daí resultaram. Rebaixada devido à queda dos preços agrícolas e à elevação do patamar de renovação, a grande

maioria das explorações agrícolas mergulharam progressivamente na crise e desapareceram.

A expansão e a consolidação da Revolução Verde na Europa ocidental, na agricultura, podem, por isso, ser consideradas como um processo dinâmico e constante de expansão da produção agrícola, que tem como dogma o produtivismo e o aumento da produtividade do trabalho e da terra enquanto necessidade básica.

O estudo dos mecanismos de desenvolvimento da segunda revolução agrícola na Europa ocidental mostra ainda que existia, em cada região, um sistema de produção especializado mais performativo do que todos os demais. Esse sistema, que dependia das condições físicas e econômicas da região, era precisamente aquele que tendia a ser adotado pela maioria das propriedades em desenvolvimento da região, o que conduziu a uma especialização regional pronunciada. Mas existiam também regiões nas quais nenhuma especialização era viável e que, por isso, estavam condenadas ao retrocesso agrícola e ao abandono.

Deve-se reconhecer que, ao cabo de algumas décadas, a revolução agrícola, ao custo de uma multiplicidade de explorações agrícolas dispersas em regiões muito diferentes, conduziu a economia agrícola dos países desenvolvidos a um acúmulo de capital, a uma repartição dos meios de produção, das atividades de cultivo e de criação, e a uma distribuição dos homens muito eficiente. No entanto, é preciso reconhecer também os enormes inconvenientes de tal modelo de desenvolvimento, entre os quais, por exemplo, as grandes desigualdades de renda do trabalho entre explorações agrícolas e entre regiões, a eliminação por empobrecimento da maioria dos agricultores e suas explorações agrícolas, as enormes desigualdades nas densidades de população agrícola e rural, com a concentração excessiva de atividades em algumas regiões e o abandono de outras regiões inteiras, a poluição e o crescente impacto ambiental, o desequilíbrio da oferta e da procura e grandes flutuações no preço dos produtos agrícolas. Foi por isso que, após terem aplicado políticas visando a encorajar o desenvolvimento da segunda revolução agrícola, a maior parte dos países desenvolvidos, e a Europa ocidental em particular, vieram a praticar políticas destinadas a corrigir alguns desses inconvenientes.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. *História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: UNESP; Brasília, DF: NEAD / MDA, 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ABRAMOVAY, Ricardo. *Paradigma do capitalismo em questão*. São Paulo: HUCITEC; ANPOCS, 1992.

COOK, Michael. *Uma breve história do homem*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

CUNHA, Otávio R. da. *A mecanização da lavoura*. Rio de Janeiro: Técnica, 1945.

DIAMOND, Jared. *Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas*. Rio de Janeiro: Record, 2002.

DUFUMIER, Marc. *Agricultures et paysanneries du Tiers Monde*. Paris: Karthala, 2004.

FERRAULT, Christian; LE CHATELIER, Denis. *Une histoire des agricultures*. 2ª edição. Paris: Campagne & Compagnie, 2012.

GOODMAN, David; SORJ, Bernardo; WILKINSON, John. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional [online]*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

HOPFEN, Hans Joachim. *Aperos de labranza para las regiones áridas y tropicales*. Roma: FAO, 1970. (Cuadernos de fomento agropecuario, 67).

HUBERMAN, Leo. *História da riqueza do homem*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

LANDES, David S. *A riqueza e a pobreza das nações: por que são algumas tão ricas e outras tão pobres*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

OLIVEIRA JÚNIOR, Paulo Henrique B. de. *Notas sobre a história da agricultura através do tempo*. Rio de Janeiro: FASE; Projeto Tecnologias Alternativas, 1989.

PONTING, Clive. *Uma história verde do mundo*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. *Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura*. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998.

REGNAULT, Henri; SARTRE, Xavier Arnauld de; REGNAULT-ROGER, Catherine. *Les révolutions agricoles en perspective*. Paris: Éditions France Agricole, 2012.

VEIGA, José Eli da. *O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica*. 2. ed. São Paulo: Ed. da USP, 2007.

ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS NO RIO GRANDE DO SUL

Lovois de Andrade Miguel

ZONEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DAS PAISAGENS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

A descrição do espaço agrário é a primeira etapa de qualquer abordagem do estudo e da descrição das formas de agricultura existentes e, sobretudo, do espaço geográfico em que se desenrolará a evolução e a diferenciação dos sistemas agrários.

Nesse sentido, é fundamental definir o que se entende por espaço agrário. De acordo com Milton Santos (1980), “o espaço deve ser considerado como um conjunto de relações realizadas através de funções e de formas que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente” (p. 122). Esse viver comum realiza-se no espaço – seja qual for a escala – do lugarejo, da grande cidade, da região, do país inteiro, do mundo (Suertegaray, 2000). A ordem espacial é a ordem geral que coordena e regula as ordens exclusivas de cada tempo particular. Segundo Leibniz (1695), citado por Santos (1997, p. 127), o espaço é a ordem das coexistências possível.

Outro conceito fundamental, também muito caro aos geógrafos e de fundamental importância para o estudo de realidades agrárias, e que nos permite uma melhor compreensão do que venha a ser o espaço agrário, é o

conceito de *paisagem*. Esse conceito possibilita, segundo Suertegaray (2000), uma análise unificada e ampla do espaço, pois “percebemos paisagem como um conceito operacional, ou seja, um conceito que nos permite analisar o espaço geográfico sob uma dimensão, qual seja o da conjugação de elementos naturais/tecnificados, socioeconômicos e culturais” (p. 22). Portanto, ao interpretar o espaço geográfico como paisagem, buscamos reconstituir a expressão materializada da sociedade visualizada pelo observador. Já Milton Santos (1980) afirma que “tudo o que vemos, o que a vista alcança, é a paisagem”. Para este autor, a paisagem não é “formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons, etc.” (p. 61).

Pode-se também definir paisagem como o conjunto de elementos que caracterizam uma unidade geográfica no plano físico ou humano. Assim, uma paisagem pode ser considerada como sendo o conjunto de características do meio e das modificações provocadas pela civilização humana que moldam sucessivamente o quadro inicial, configurando a consciência das sociedades humanas. Paisagem torna-se, então, sinônimo de ambiente nos processos de percepção do espaço, confundindo-se com a concepção de “espaço vivido” (SUERTEGARAY, 2000).

De modo geral, a primeira etapa de um diagnóstico de sistemas agrários consiste na realização de um zoneamento desse espaço, isto é, de um zoneamento regional¹. O zoneamento consiste no ordenamento, estruturado e sistemático, que resulta do processo de identificação de um espaço geográfico no qual os elementos do tipo ecológico e do tipo antrópico se articulam entre si de maneira organizada e finalizada. O espaço geográfico deve necessariamente ser definido e delimitado de maneira clara e precisa pelo observador/pesquisador, na forma de uma ou várias paisagens agrárias. É importante ressaltar que tal delimitação do espaço geográfico é uma “construção” progressiva, segundo as necessidades e interesses do observador/pesquisador. Deve-se, igualmente, proceder à caracterização do espaço geográfico com uma descrição das diferentes “paisagens agrárias” e de suas características fundamentais do ponto de vista geomorfopedológico, natural e humano.

Para a produção de um zoneamento, recorre-se a fontes de informação bastante variáveis e amplas. Essas fontes de informação podem ser primárias

¹ Os procedimentos para a descrição de um espaço agrário foram apresentados no primeiro capítulo deste livro. Recomendamos a releitura desse capítulo.

ou secundárias. As fontes de informação primárias consistem em informações e dados coletados diretamente pelo pesquisador através de pesquisa de campo (leitura da paisagem, entrevistas, etc.). As fontes secundárias consistem em informações coletadas por terceiros e apropriadas pelo pesquisador através de pesquisa bibliográfica (análise de mapas, relatórios de pesquisa, relatos de viajantes, etc.).

É a confrontação das informações obtidas nessas diferentes fontes de informação, realizada pelo observador/pesquisador, que permite a elaboração do zoneamento de um espaço agrário. Portanto, o procedimento de elaboração de um zoneamento caracteriza-se por ser, ao mesmo tempo, intencional (sabe-se o que se quer estudar/analisar), progressivo (deve ser realizado em etapas progressivas e ordenadas) e subjetivo (é o produto do observador/pesquisador, de acordo com seus interesses e necessidades).

A escala geográfica de abrangência desse zoneamento depende das necessidades do pesquisador/observador. O espaço agrário a ser estudado pode ser considerado como sendo o estudo de uma só paisagem, no caso de esse espaço apresentar uma relativa homogeneidade, ou de paisagens distintas, no caso da existência de uma relativa diversidade de situações. A primeira situação ocorre geralmente quando o espaço agrário a ser estudado é relativamente restrito, como, por exemplo, em estudos de microrregiões (localidades agrícolas ou mesmo municípios). Em contrapartida, em estudos que abordam escalas geográficas em nível meso ou macro (regiões ou mesmo estados e países), o estudo do espaço agrário pode revelar uma infinidade de paisagens agrárias distintas. Nesse caso, pode-se dizer que o espaço agrário a ser estudado consiste em um “mosaico” de paisagens agrárias.

O ESPAÇO AGRÁRIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

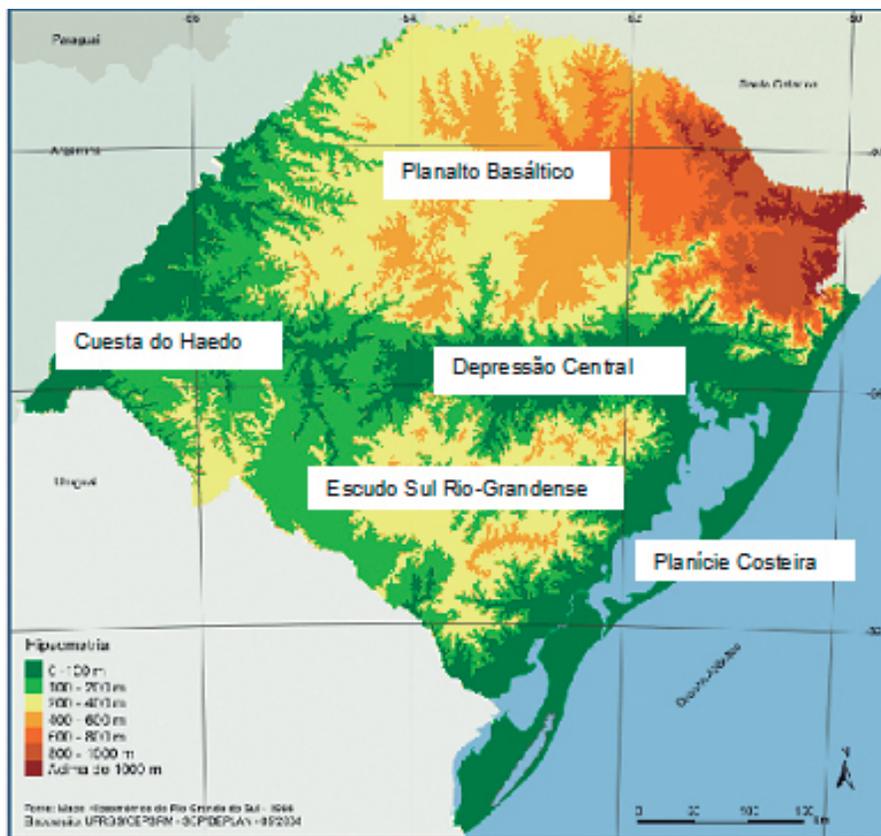
O Rio Grande do Sul revela grande número de paisagens, resultado da combinação da ação do homem ao longo dos séculos com um espaço agrário marcado por características geomorfoambientais bastante diferenciadas.



O carro de transporte comercial, no período colonial do Rio Grande do Sul

José Lutzenberger, série *O Colono* [s. d.].

Suertegaray e Guasselli (2004) dividem o espaço agrário gaúcho em cinco grandes unidades de paisagem, basicamente a partir da compartimentalização do relevo, do uso do solo e da cobertura vegetal.



Principais Unidades de Paisagem do Rio Grande do Sul

Adaptado de: UFRGS, CEPSRM, 2001.

Estas unidades são: Planalto Basáltico, Cuesta do Haedo, Depressão Central, Escudo Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira (SUERTEGARAY; GUASSELLI, 2004).

O **Planalto Basáltico** caracteriza-se por apresentar uma superfície ondulada, tendo em sua porção leste as maiores altitudes e escarpas abruptas. À medida que se avança para o oeste, a escarpa apresenta-se gradativamente rebaixada. Destacam-se três subunidades de paisagem: Campos de Cima da Serra, Floresta e Agrícola. A subunidade Campos de Cima da Serra, de uso pastoril, corresponde às áreas de topo do Planalto Basáltico, com altitudes em

torno de 1.000 metros, relevo de colinas e cobertura vegetal predominante de campos. A subunidade Floresta compreende as escarpas do Planalto e áreas de maior altitude e é coberta em grande parte por florestas de Mata Atlântica, Floresta de Araucárias e Floresta Subtropical. A subunidade Agrícola, antigamente coberta por florestas e, em menor grau, por campos sujos, é marcada pela presença de colinas e pela predominância de atividades de lavoura anuais.

A **Cuesta do Haedo**, localizada no extremo sudoeste do estado, com uma altitude que varia entre 80 metros (Rio Uruguai) e 350-400 metros (extremo leste), tem como cobertura original uma vegetação de campos entremeados de matas de galeria. Destacam-se três subunidades de paisagem: Campos Limpos, Campos Sujos e Agrícola. A subunidade Campos Limpos é dominante na parte sul; nela predominam campos de gramíneas e solos rasos. Assim como a subunidade Campos Limpos, a subunidade Campos Sujos tem uso pastoril e apresenta uma cobertura de gramíneas associadas a arbustos de pequeno porte e solos arenosos. A subunidade Agrícola é marcada pelo cultivo de arroz irrigado nas várzeas dos principais rios, em especial, o rio Uruguai.

A **Depressão Central** apresenta baixa altitude e é uma bacia sedimentar com colinas. Divide-se em duas subunidades: Campos da Depressão Central e Agrícola. Com uso pastoril, a subunidade Campos da Depressão Central é a paisagem predominante nesta paisagem e apresenta uma cobertura de campos associados a mata de galeria. A subunidade Agrícola é marcada pela existência das bacias hidrográficas dos rios Jacuí e Ibicuí, onde predomina o cultivo de arroz irrigado.

O **Escudo Sul-Rio-Grandense** constitui a estrutura geológica mais antiga do Rio Grande do Sul (pré-cambriano), com relevo que varia de plano a forte ondulado e uma altitude que varia entre 100 e 400 metros. Destacam-se duas subunidades de paisagem: Campos do Sudeste e Campos Mistos. Com uso pastoril, a subunidade Campos do Sudeste situa-se na parte centro-oeste, tem cobertura de gramíneas e relevo que varia de plano a ondulado (coxilhas). A subunidade Campos Mistos, localizada na porção centro-leste desta unidade de paisagem, apresenta cobertura de gramíneas associada a uma vegetação arbórea.

A **Planície Costeira** corresponde à porção leste do Rio Grande do Sul e foi formada por diversos processos sedimentares. Destacam-se três subunidades:

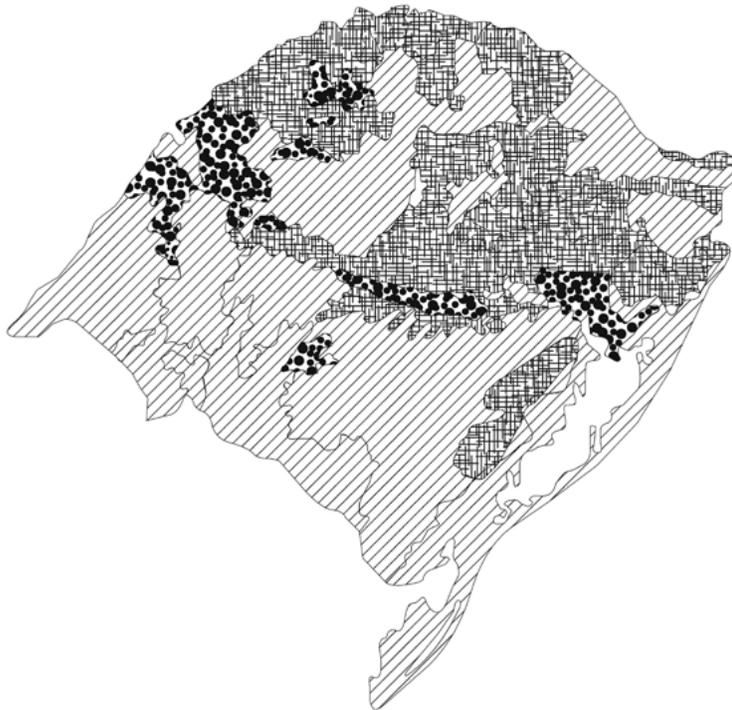
Agrícola, Campos Litorâneos e Dunas. A subunidade Agrícola está situada no entorno dos grandes corpos lagunares e é constituída de áreas de cultivo de arroz irrigado. A subunidade Campos Litorâneos é formada por extensas áreas planas, também no entorno das lagoas, e tem uso pastoril. A subunidade Dunas ocupa a linha da costa e é utilizada para reflorestamento ou para fins imobiliários.

A visualização do espaço agrário gaúcho, em sua forma atual, como apresentado acima, é fundamental para a compreensão do modo de utilização desse espaço. No entanto, o processo de ocupação do espaço agrário deste estado foi fortemente influenciado por certas condicionantes geográficas. A principal delas se encontra, sem sombra de dúvida, nas características originais da vegetação natural. Como ressaltado por Nilo Bernardes, em seu estudo *Bases geográficas do povoamento do estado do Rio Grande do Sul* (1997), as características da vegetação natural foram fundamentais nas primeiras etapas do processo de ocupação e exploração do território gaúcho, tanto no período pré-colombiano quanto no período colonial. Deve-se levar em consideração que, nas primeiras etapas da ocupação do espaço agrário gaúcho, os meios técnicos de que dispunham as populações humanas para intervir e moldar o meio natural eram limitados. Assim, qualquer tentativa de reconstituir a evolução e a diferenciação dos sistemas agrários do estado deve ser baseada em uma regionalização que destaque as características da vegetação natural.

EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS DO RIO GRANDE DO SUL

O espaço agrário gaúcho é fortemente marcado por uma heterogeneidade do meio natural. Com efeito, a análise desse espaço agrário revela uma grande diversidade de situações do ponto de vista geomorfoambiental. Essa situação marcou de maneira clara e indiscutível o processo de ocupação humana, proporcionando um processo histórico diferenciado e bastante particular. De fato, o estudo da história da agricultura no Rio Grande do Sul revela a existência de duas grandes linhas de evolução desse espaço agrário. A primeira linha de evolução ocorreu nas regiões fisiográficas originalmente cobertas por uma vegetação de campos (estepes e savanas do tipo arbóreo aberto, parque

ou gramíneo-lenhoso). A segunda linha de evolução ocorreu nas regiões fisiográficas originalmente cobertas por uma vegetação de floresta (floresta ombrófila densa ou mista, floresta estacional semidecidual ou decidual). Cabe ressaltar que, nas regiões de transição campo-floresta (as chamadas “áreas de tensão ecológica”), as duas linhas de evolução ocorreram concomitantemente.



Região de Campos

- Savana (Cerrado e Campo)
- Savana Estépica (Campanha Gaúcha)
- Área de Formações Pioneiras
- Estepe - Campanha Gaúcha



Região de Florestas

- Floresta Estacional Semidecidual
- Floresta Estacional Decidual
- Floresta Ombrófila Mista



**Área de Tensão Ecológica
(Contatos)**

Representação da região de Campos e da região de Florestas no estado do Rio Grande do Sul

Adaptado de: MIGUEL, 2009.

Pode-se igualmente representar esse processo histórico utilizando como referencial a abordagem de sistemas agrários. O quadro abaixo restitui, de maneira esquemática, as duas linhas de evolução, destacando os principais sistemas agrários que se sucederam ao longo da história do Rio Grande do Sul, desde o período pré-colombiano até os dias de hoje, tanto na região de Campos quanto na região de Florestas.

Vegetação/Região fisiogeográfica		Genealogia e principais linhas da evolução e diferenciação dos sistemas agrários do Rio Grande do Sul				
CAMPOS NATURAIS	Sistema Agrário Indígena (até 1600) Caça/coleta: – Charrua – Minuano	Sistema Agrário Vacaria Del Mar (1600-1700) – “Gaucho” – “caça” bovinos selvagens (couro) – escravidão indígena	Sistema Agrário Sesmarias (1700-1800) – criação animais extensiva – “proprietarismo” – mulas/bovinos – escravidão indígena /afric. – concessão de grandes áreas	Sistema Agrário Estâncias (1800-1905) – criação bovinos/ ovinos extensiva – carne seca/salgada “charque” e lã – escravidão africana – grandes proprietários, escravos e homens livres	Sistema Agrário Contemporâneo Atual (1905/1960/1970-...) – criação bovinos/ ovinos extensiva – frígidos – arroz irrigado (direto e arrendamento)	Sistema Agrário Contemporâneo Atual (1960/1970-...) – Revolução Verde – Patronal/ Empresarial, criação bovinos extensiva melhorada (II), grandes lavouras, reforestamento – Familiar, autoconsumo, pluriatividade, criação extensiva bovinos/ovinos. – Reforma Agrária
	Transição mosaico Floresta/Campo	Sistema Agrário Indígena Agricultura/horticultura, caça e coleta: – Macro-Jê: Xokleng, Kaingang – Tupi-Guarani: Guarani	Sistema Agrário Colonial (1820-1900) – alemães (1824), e italianos (1875) – agric. queimada/ tração animal leve – policultura; familiar, autoconsumo, baixos excedentes (I)	Sistema Agrário Colonial Contemporâneo (1900-1960/1970) – tração animal leve – policultura; familiar, autoconsumo, alguns produtos comerciais (II) – éxodo: “exame”, agricultores familiares	Sistema Agrário Colonial Contemporâneo (1960/1970-...) – Revolução Verde – Familiar, policultura; integração agroindústria. – Patronal, especialização, grandes lavouras	
FLORESTAS	Sistema Agrário “Caboclo” Populações luso-brasileira e mestiça – autoconsumo – agricultura queimada – caça/coleta – extrativismo (erva-mate)					

A reconstituição da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários da região de Campos, no Rio Grande do Sul, revela a existência de seis grandes sistemas agrários, que se sucederam desde o período pré-colombiano até os dias atuais.

O primeiro sistema agrário — **Sistema Agrário Indígena** — configura-se por volta de 12.000 A.P., com a progressiva ocupação do espaço agrário gaúcho, a partir do oeste, por populações pré-colombianas de caçadores/coletores. Essas populações eram nômades e exploravam de maneira direta, através da caça e da coleta, tanto recursos naturais terrestres quanto lagunares. A produção de cerâmica é integrada posteriormente por essas populações, em torno de 2.000 A.P. Os meios de produção eram essencialmente manuais, e a produção, destinada ao autoconsumo. A introdução em 1626 e a rápida disseminação de raças ibéricas de bovinos e equinos, alterarão profundamente o modo de vida dessas populações indígenas.

O segundo sistema agrário — **Sistema Agrário Vacaria Del Mar** — ocorreu a partir do século XVII e teve como elemento de base a exploração do gado bovino xucro (“chimarrão”) por indígenas e “homens livres” (os “gaúchos”). Os bovinos eram caçados visando à exploração do couro. Este período também foi marcado pela inexistência de uma ocupação perene estruturada e de demarcações fundiárias ou mesmo de possessões, neste imenso espaço agrário.

O terceiro sistema agrário — **Sistema Agrário Tropeirismo/Sesmarias** — foi implantado no início do século XVIII e teve como elemento de base o apressamento dos bovinos e muares xucros e sua condução a pé para as regiões do sudeste do Brasil. Essa situação ocorreu devido à descoberta de ouro em Minas Gerais, que passou a demandar uma quantidade crescente de alimentos e animais de transporte. A intensificação do tropeirismo de animais proporcionou as condições para a instalação de tropeiros e militares ao longo dos caminhos e das zonas de criação de bovinos e muares. A instalação perene dessas populações visava a organizar a captura desses animais (em parte sesmarias com uma grande área) para a prestação de serviços (estalagens, albergues, etc.), ou tinha objetivos militares ou administrativos (proteção da fronteira, cobrança de tributos e impostos, etc.).

O quarto sistema agrário — **Sistema Agrário Estâncias** — teve seu começo marcado pela decadência do tropeirismo e pelo aparecimento das charqueadas. Ao invés de serem tropeados para o centro do Brasil, os bovinos passaram a ser enviados às localidades do Rio Grande do Sul de mais fácil acesso (ao longo de rios e lagos), onde eram abatidos e transformados em charque. Em função das particularidades desse novo mercado, constatou-se uma melhoria das práticas de manejo da criação dos bovinos nas estâncias de criação de gado.



Bovinos da raça Franqueiro, de origem ibérica

Fotografia de Lovois Miguel, 2005.

O quinto sistema agrário — **Sistema Agrário Contemporâneo Inicial** — desenvolveu-se no início do século XX. Esse sistema agrário teve como origem o processo de implantação de frigoríficos no Rio Grande do Sul. As novas exigências do mercado e o aumento da disponibilidade de bens e serviços permitiriam a melhoria dos sistemas de criação de bovinos (introdução de raças europeias tipo carne, cercamento dos campos, utilização de insumos, etc.) implantados nas estâncias. Outro elemento marcante nesse sistema agrário foi o

surgimento do cultivo de arroz irrigado em vastas lavouras em algumas regiões com planícies baixas e grandes várzeas (Camaquã, Guaíba, Cachoeira do Sul, entre outras).

O sexto e último sistema agrário — **Sistema Agrário Contemporâneo Atual** — teve início nos anos 1960/1970 e foi marcado pelo surgimento e expansão da Revolução Verde². Verificou-se uma melhoria nos sistemas de criação de gado de corte extensivos, com uma crescente utilização de insumos agrícolas de origem externa (adubos, vacinas, complementos minerais, etc.) e a disponibilização de novas tecnologias (inseminação, manejo das pastagens, suplementação mineral, etc.). Ao longo desse período, assistiu-se à expansão e modernização da rizicultura irrigada (novas variedades, motomecanização, novos insumos, etc.), à introdução de novas lavouras (especialmente o cultivo da soja com o advento do plantio direto e dos transgênicos) e atividades agrícolas (especialmente o reflorestamento em grandes áreas com espécies florestais exóticas). Por fim, constata-se a implementação de assentamentos de reforma agrária em áreas de estabelecimentos agrícolas de pecuária extensiva em decadência.

² Entende-se por Revolução Verde o processo de modernização técnica e produtiva ocorrido na agricultura e que teve início no final do século XIX (em algumas regiões do hemisfério norte), mas, sobretudo, a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Também chamada de Segunda Revolução Agrícola dos Tempos Modernos, a Revolução Verde está baseada na utilização de insumos externos de origem industrial (adubos químicos, combustíveis fósseis, agrotóxicos, etc.), de motomecanização e de plantas e animais selecionados (MAZOYER & ROUIDART, 2010).



Plantação de arroz irrigado na planície costeira do Rio Grande do Sul (litoral norte)

Fotografia de Lovois Miguel, 2006.

EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS NA REGIÃO DE FLORESTAS

A reconstituição da evolução e da diferenciação dos sistemas agrários da região de Florestas, no Rio Grande do Sul, evidenciou a existência de quatro grandes sistemas agrários, que se sucederam desde o período pré-colombiano até os dias atuais.

O primeiro sistema agrário identificado — **Sistema Agrário Indígena** — tem sua origem a partir de 12.000 A.P., com a ocupação do espaço agrário gaúcho por populações pré-colombianas de caçadores/coletores. Mais tardiamente, a partir de 2.000 A.P., a região de Florestas é alcançada por duas novas ondas migratórias distintas; uma onda migratória formada por populações do grupo Macro-Jê, oriundas do Planalto Central do Brasil, e uma onda migratória formada por populações Tupi-Guarani, oriundas do norte e que adentraram o território gaúcho a partir dos grandes rios e cursos d'água.

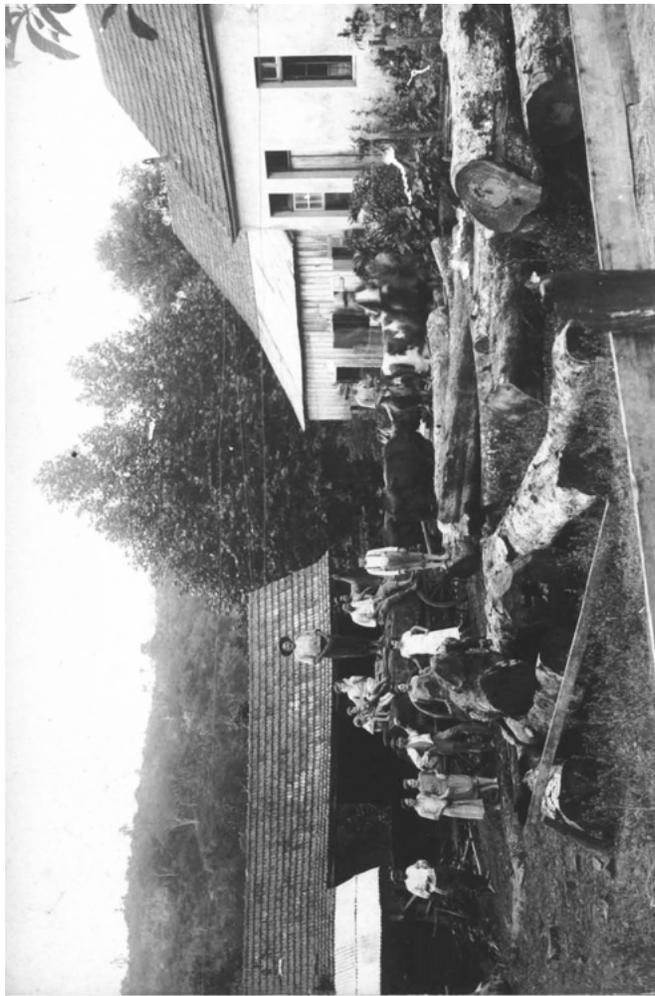
As populações Guarani irão estabelecer-se principalmente ao longo do Rio Uruguai e seus afluentes, ao longo do Rio Ibucuí e seus tributários, e ao longo da costa marítima e suas lagoas. Já as populações de origem Macro-Jê (Kaingang e Xokleng) irão estabelecer-se no planalto gaúcho. Essas populações exploravam os recursos naturais de maneira direta (caça/coleta) e realizavam a agricultura de derrubada-queimada. Sedentários, possuíam meios de produção manuais e dominavam a produção de cerâmica.

Concomitantemente, mas não necessariamente de maneira sobreposta do ponto de vista espacial, constata-se a ocorrência, na região de Florestas, do **Sistema Agrário Caboclo**. Com efeito, algumas regiões de Florestas foram colonizadas de maneira espontânea por indivíduos de origem luso-brasileira/mestiços/indígenas. Muitas vezes estabelecendo laços próximos com as populações indígenas locais, essas populações implantaram um modo de exploração da natureza baseado na agricultura (com o sistema de derrubada-queimada) e na coleta/caça. Embora tais atividades fossem essencialmente para assegurar o autoconsumo, essas populações mantiveram vínculos com o mercado (comercialização de erva-mate e de alguns excedentes da produção agrícola).

O segundo sistema agrário — **Sistema Agrário Colonial Inicial** — teve sua origem no processo de colonização das áreas de florestas por parte de colonos europeus, principalmente alemães (a partir de 1824) e italianos (a partir de 1875). Esse sistema agrário compreende a fase inicial do processo de colonização, nitidamente marcado pela implantação dos estabelecimentos agrícolas em pequenas glebas. As áreas agrícolas atribuídas aos colonos variavam entre 77 hectares (para as primeiras colônias alemãs) e 25 hectares (para as colônias italianas). Realizando inicialmente a agricultura com o sistema de derrubada-queimada, esses colonos não tardaram a implantar, ao menos parcialmente, sistemas de cultivo com tração animal leve. Grande parte da produção era destinada ao autoconsumo, e apenas poucos excedentes agrícolas, ao mercado.



1



2

O desmatamento no período colonial no Rio Grande do Sul

(1) A Conquista, de José Lutzenberger [s.d.] e (2) Fotografia de Hugo Gerhardt, 1930.



1



2

(1) Criação de suínos tipo “banha” – (2) Rebanho de suínos a caminho do abatedouro em Hamburgo Velho – Rio Grande do Sul, no início do século XX

Fotografias de Hugo Gerhardt, 1930.

O terceiro sistema agrário — **Sistema Agrário Colonial Contemporâneo** — corresponde ao período de estabilização e de crise do modelo colonial. Esse período foi marcado pela ampliação da produção de excedentes agrícolas (em especial de suínos, derivados de leite, produtos coloniais diversos, etc.) e por uma maior inserção no mercado. No entanto, a limitação das superfícies agrícolas disponíveis e o aumento da população acarretaram uma crise no sistema de cultivo com tração animal leve. Essa crise levou a um processo contínuo e intenso de êxodo rural (“enxameamento”) dos agricultores e de seus descendentes para novas regiões de colonização, tanto no Rio Grande do Sul (as colônias “novas”) quanto em outros estados (Santa Catarina, Paraná e Centro-Oeste do Brasil).

O quarto e último sistema agrário — **Sistema Agrário Contemporâneo Atual** — é marcado pela adoção e disseminação da Revolução Verde. As limitações e restrições para o aumento da produção agrícola são superadas com a intensificação do uso de insumos de origem industrial (agrotóxicos, adubos químicos, etc.), a motomecanização (embora muitas vezes parcial), a modernização das instalações (aviários e pocilgas, estufas e galpões, etc.) e a adoção de plantas e animais selecionados. Constata-se certa especialização da agricultura colonial, em especial com o advento da integração com as agroindústrias (suínos, aves, fumo, etc.). Observa-se também o aparecimento de áreas de cultivo de grandes lavouras (sobretudo de soja e milho). Cabe salientar que esse período é fortemente marcado por uma importante diferenciação socioeconômica no âmbito da agricultura de cunho familiar. Constata-se, de um lado, a formação e consolidação de um segmento de agricultores familiares capitalizados e fortemente tecnificados e, de outro lado, segmentos consideráveis de agricultores familiares confrontados com um processo de exclusão e empobrecimento.

PARTICULARIDADES E REFLEXÕES ACERCA DA EVOLUÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DOS SISTEMAS AGRÁRIOS DO RIO GRANDE DO SUL

A reconstituição, ainda que sintética, da **evolução** e diferenciação dos sistemas agrários do estado do Rio Grande do Sul permitiu evidenciar uma série de situações e particularidades. Tais particularidades e situações, em uma análise geograficamente fragmentada, ou englobando períodos históricos

restritos, teriam, indubitavelmente, menor visibilidade e reduziriam nossa capacidade de percepção e apreensão dessa realidade agrária.

Primeiramente, uma análise mais acurada das particularidades da evolução e diferenciação dos sistemas agrários entre a região de Florestas e a região de Campos revela processos diferenciados em cada uma das linhas de evolução. Fortemente marcadas pelas condições edafoclimáticas e ambientais que caracterizam essas regiões, constata-se a existência de particularidades e especificidades em cada uma das linhas de evolução e diferenciação dos sistemas agrários. Foi somente a partir da década de 1960, com a generalização dos princípios da Revolução Verde no meio rural, que se pôde constatar uma importante aproximação entre essas duas linhas de evolução.

A região de Campos, incorporada ao espaço socioeconômico brasileiro no século XVII, tem seu espaço agrário fortemente marcado por uma elevada concentração fundiária e pela utilização de modos de exploração da natureza extensivos (como, por exemplo, a criação de gado bovino de corte a campo). Nem mesmo a introdução e o desenvolvimento de atividades agrícolas intensivas em capital – como é o caso do cultivo de arroz irrigado e da fruticultura – e a implantação de algumas colônias agrícolas e, mais recentemente, assentamentos de reforma agrária provocaram uma alteração significativa dessa situação. O caso do arroz irrigado é, nesse sentido, exemplar. Apesar de demandar consideráveis investimentos em capital e em tecnologia e proporcionar rendimentos agrícolas elevados, essa atividade permanece dependente dos detentores dos recursos fundiários. De maneira geral, os proprietários das áreas de várzea impõem um elevado custo de arrendamento aos agricultores interessados em realizar o cultivo do arroz irrigado³. Em decorrência dessa situação, parte considerável da riqueza produzida pelo cultivo do arroz irrigado é inexoravelmente transferida para agentes econômicos distantes da zona de produção e aplicada em outros fins (setor imobiliário, serviços, especulação financeira, etc.). O incentivo ao reflorestamento com espécies exóticas nesta região, por seu turno, parece trilhar o mesmo caminho da produção de arroz irrigado, pois as bases econômicas e, sobretudo, a distribuição da riqueza produzida persistem concentradas no setor industrial e nas mãos dos detentores da terra. Ressalte-se, ainda, que essa atividade econômica beneficia agentes econômicos externos

³ Segundo o Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA, 2006), aproximadamente 66% da área cultivada em arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul é submetida a alguma forma de contrato de arrendamento capitalista. Os custos de arrendamento são variáveis, mas, em média, se elevam a 28% da produção total de arroz.

ou de fraca inserção local/regional, em detrimento dos agentes econômicos locais (agricultores, setor de serviços, municipalidades, etc.).

Em contrapartida, constata-se na região de Florestas, de colonização mais recente, a existência de uma estrutura agrária baseada na pequena propriedade e na utilização de mão de obra de cunho familiar. A colonização desse espaço agrário, realizada de maneira progressiva e contínua a partir do século XIX, ocorreu inicialmente em áreas florestais mais próximas dos centros urbanos e dos meios de transporte existentes. Progressivamente, a colonização adentraria as regiões florestais mais distantes, em um processo de colonização agrária realizado, em um primeiro momento, por imigrantes europeus e, em um segundo momento, por descendentes dos colonos inicialmente ali instalados. A migração de jovens agricultores, descendentes dos primeiros imigrantes instalados nas primeiras colônias agrícolas em solo gaúcho (as chamadas “colônias velhas”), em direção às terras florestais é, de longa data, um fenômeno conhecido e inúmeras vezes descrito e analisado pela literatura em geral (ver, a esse respeito, WAIBEL, 1949; ROCHE, 1969). Esse fenômeno, também chamado enxameamento da agricultura familiar, propiciou a colonização de amplas áreas florestais do estado do Rio Grande do Sul e até de outros estados do sul do Brasil (Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso, etc.), em um amplo movimento migratório. No bojo desse enorme fluxo migratório e de colonização agrária, constata-se a implantação de sociedades agrárias baseadas na agricultura familiar, no policultivo e na utilização intensiva dos meios de produção.

O esgotamento dessa frente pioneira de colonização (decorrente quer da rarefação das terras florestais, quer do distanciamento da frente pioneira), combinado com um processo de capitalização de parte dos agricultores familiares locais, acarretará, a partir de 1960/1970, um segundo movimento de expansão dessa agricultura familiar, ainda relativamente pouco conhecido e descrito. Essa expansão seria devida à incorporação progressiva de terras agrícolas em áreas de campo (em especial, localizadas sobre solos profundos, argilosos e bem drenados, do tipo Latossolos), e ocupadas de longa data, de forma extensiva, por fazendeiros criadores de gado bovino e ovino. Cabe salientar que esse processo somente poderá ocorrer com a generalização dos princípios da Revolução Verde e de políticas públicas federais (crédito agrícola subsidiado, extensão rural, infraestrutura, etc.). Por causas diversas, tanto a agricultura de cunho familiar implantada nas áreas de Florestas quanto a pecuária de corte

realizada por fazendeiros na área de Campo se defrontavam, de longa data, com uma limitação de suas atividades produtivas, em decorrência do esgotamento da fertilidade natural dos solos. Em um primeiro momento, e por razões de ordem macroeconômica e de política interna brasileira, a disponibilização da tecnologia e dos meios de produção necessários à adoção da Revolução Verde será majoritariamente direcionada aos setores da agricultura envolvidos na produção de grãos e commodities. Esse direcionamento da política pública permitirá aos agricultores familiares, em um primeiro momento, adotarem os processos de produção propostos no quadro da Revolução Verde e, em um segundo momento, iniciarem a expansão de suas atividades produtivas para áreas de Campo, arrendando ou mesmo adquirindo progressivamente áreas agrícolas pertencentes aos fazendeiros e criadores de gado. Esse fenômeno, particularmente intenso no planalto do estado do Rio Grande do Sul, modificará profundamente, do ponto de vista fundiário, econômico, ambiental e até sociopolítico, parte considerável do espaço agrário gaúcho.

Mas esse mesmo processo de expansão da agricultura familiar é marcado por um importante paradoxo, decorrente do fato de que essa mesma Revolução Verde, que permitirá aos agricultores familiares expandirem suas atividades e implementarem lavouras de grãos em grande escala, será, posteriormente, a causa do êxodo rural e do desaparecimento de grande parte desses estabelecimentos familiares. Com efeito, parte significativa desses agricultores se encontrarão impossibilitados de dar continuidade ao processo de capitalização e acumulação, indispensável diante da hegemonia crescente de um contexto agrícola dominado pelo produtivismo agrícola e pela constante necessidade de modernização das práticas agrícolas. O êxodo rural e o desaparecimento de inúmeras unidades de produção agrícola familiares, em especial nas décadas de 1970 a 2000, acompanhados de um processo de expansão das áreas de lavouras de grãos e de intensificação dos processos produtivos em um número minguado de unidades de produção agrícola, marcam indubitavelmente esse período.

Outro fenômeno social, mais recente e ainda em curso, consiste na extensão, em direção às áreas de campo, do espaço cultivado pelos agricultores patronais “granjeiros” (antigos agricultores familiares que tiveram sucesso na expansão de suas atividades, do ponto de vista tanto fundiário quanto tecnológico). Esse processo ocorre principalmente em áreas de campo com limitações de uso

agrícola, especialmente na chamada Campanha, no sul e oeste do estado do Rio Grande do Sul⁴. Essas áreas, submetidas a um déficit pluviométrico no verão e dispendo de solos rasos e pedregosos ou argilosos e mal drenados, eram, até então, utilizadas para a criação extensiva de bovinos ou, então, para o reflorestamento de espécies exóticas. Diante da baixa rentabilidade de tais atividades, essas áreas de campo estão sendo incorporadas, via arrendamento ou até compra, por agricultores patronais “granjeiros”, com a finalidade de implantar grandes áreas de lavouras (em especial de milho e soja). No entanto, cumpre lembrar que, mais uma vez, esse processo de expansão da agricultura somente pode ser realizado a partir da disponibilização de técnicas e meios de produção decorrentes da chamada Revolução Verde (irrigação, transgênicos, agrotóxicos específicos, etc.). Essas estratégias desenvolvidas pelos agricultores “granjeiros”, situados muitas vezes a centenas de quilômetros de distância das sedes de seus estabelecimentos agrícolas, permitem, além de diversificar as atividades produtivas, aumentar a escala de produção, reduzindo os custos fixos. Do ponto de vista ambiental, essa expansão das áreas de cultivo de grãos em direção às regiões anteriormente ocupadas pelo campo nativo representa um risco de monta à manutenção e à preservação do bioma Campo, no estado do Rio Grande do Sul.

O destino das populações indígenas, presentes no espaço agrário gaúcho no momento da conquista europeia, demanda uma análise específica e criteriosa. Com efeito, as populações indígenas de caçadores-coletores implantadas nas regiões de Campos e de transição Campos / Florestas foram, desde o final do século XVI, fortemente atingidas pelos atos e ações dos conquistadores: redução à escravidão, genocídio, perseguições, etc. Com a desarticulação do sistema agrário indígena, ocorrerá uma progressiva e inexorável incorporação da população sobrevivente ao novo sistema agrário

4 Apesar de não ser o foco deste texto, o desenvolvimento socioeconômico em áreas de colonização agrícola é tema de intenso e profícuo debate e estudo nas ciências sociais, agrárias e aplicadas. Ressalte-se que, além dos dois fenômenos de expansão da agricultura já descritos, constata-se, em parte dessas regiões, um forte desenvolvimento industrial, fruto, sem dúvida, da produção e da distribuição de riqueza propiciada pela agricultura familiar local. Em outras regiões de colonização recente, especialmente em áreas de difícil acesso ou com disponibilidade limitada de terras agrícolas (solos rasos, baixa fertilidade natural, etc.), essa agricultura colonial foi malsucedida no processo de acumulação e desenvolvimento econômico, não superando a mera capacidade de reprodução social, e não propiciando um processo, em grande escala, de acumulação e distribuição de riqueza.

emergente: o sistema agrário da Vacaria Del Mar. A miscigenação indígena com os luso-espanhóis será fundamental para a ocupação do espaço agrário gaúcho e, sobretudo, para a formatação, a partir de 1700, do sistema agrário das Sesmarias. Pode-se considerar que a introdução do gado bovino e equino de origem ibérica, promovida nos primórdios da conquista pelos jesuítas, e sua apropriação pelas populações indígenas de caçadores-coletores, propiciou as condições necessárias à realização desta radical e intensa transformação do espaço agrário gaúcho. As populações indígenas de agricultores tupi-guarani, implantadas nas regiões florestadas de transição Campos-Florestas, tiveram um destino estreitamente ligado às reduções jesuíticas instaladas a partir de 1682 em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Dizimados ou escorraçados no decorrer das Guerras Guaraníticas, os sobreviventes foram incorporados ao processo de formação do Sistema Agrário das Sesmarias na região de Campos. Por ocuparem as regiões florestadas mais distantes dos grandes rios e cursos d'água, as populações de horticultores-caçadores Xokleng e Kaigang (família linguística Macro-Jê) só serão atingidas posteriormente, quando da segunda leva de colonização europeia, iniciada a partir de 1824. O avanço dessa frente colonizadora, tanto pela força física / repressora quanto pela destruição do ambiente florestal, acarretará o deslocamento progressivo dos remanescentes dessas populações indígenas em direção ao norte do estado. Contrariamente ao que ocorreu com as demais populações indígenas, não há como identificar um processo de incorporação dessas populações no Sistema Agrário Colonial.

O mesmo destino terão as populações “caboclas” que habitavam, embora de maneira dispersa, as diferentes regiões florestais do Rio Grande do Sul (ZARTH, 1997). Essas populações, muitas delas implantadas desde os primórdios da conquista europeia e formadas pela miscigenação de diferentes etnias, haviam colocado em prática um modo de exploração do meio intrinsecamente relacionado ao meio natural local: agricultura de queimada, caça, pesca e extrativismo. O sistema agrário “Caboclo” será igualmente desestruturado pela colonização europeia, e essas populações, não contempladas pela política colonizadora, serão deslocadas para regiões florestais periféricas ainda desocupadas ou devolutas. Obviamente, o esgotamento das regiões florestadas no norte do Rio Grande do Sul, a partir do início do século XX, acarretará o acirramento de conflitos agrários e a intensificação da exclusão social da população de origem “cabocla”.

Inseridas no espaço agrário gaúcho pela escravidão, a partir do início do século XVIII, as populações africanas serão fundamentais para o funcionamento do sistema agrário das Sesmarias e, posteriormente, do sistema agrário das Estâncias na região de Campo. Empregada tanto em atividades relacionadas à criação do gado quanto em atividades agrícolas de produção de gêneros alimentícios, ou mesmo em serviços domésticos, a mão de obra escrava de origem africana era indispensável para a produção do charque. Realizada em estabelecimentos precários e insalubres, localizados próximos a grandes cursos d'água, a produção de charque era essencialmente braçal e, portanto, enormemente dependente de mão de obra (PESAVENTO, 1986). Através de uma grande diversidade de processos, parte dessa população obterá acesso a pequenas glebas de terra, em geral localizadas em regiões isoladas e submetidas a condições restritivas para a produção agrícola. Esta situação permite compreender a existência de inúmeros agricultores e comunidades rurais de quilombolas na região de Campos do Rio Grande do Sul.

Ao privilegiar uma abordagem macrorregional, a reconstituição da evolução e diferenciação dos sistemas agrários do Rio Grande do Sul evidenciou e, em certa medida, permitiu compreender os principais elementos do processo histórico de desenvolvimento socioeconômico e ambiental desse espaço agrário. A delimitação das diferentes paisagens agrárias e de suas respectivas dinâmicas socioeconômicas e produtivas possibilita visualizar as múltiplas situações e modificações ocorridas ou em curso nesse território. Esse procedimento permite, igualmente, vislumbrar cenários e perspectivas que podem orientar políticas e ações públicas para as diferentes realidades do espaço agrário gaúcho.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ANDREATTA, Tanice; BEROLDT, Leonardo Alvim; WANDSCHEER, Elvis Albert Robe; MIGUEL, Lovois de Andrade. Origens da formação agrária sul-rio-grandense no contexto brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 47, 2009, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 2009. CD-ROM.

MIGUEL, Lovois de Andrade. Origem e evolução dos sistemas agrários no Rio Grande do Sul. In: _____. (Org.). *Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. p. 133-147. (Série EAD / UFRGS, 2).

_____. Considerações teórico-metodológicas acerca da abordagem sistêmica da unidade de produção agrícola. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 10, 2014, Foz de Iguaçu. *Anais...*, p. 1-9.

SILVA NETO, Benedito; BASSO, David (Org.). *Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações de políticas*. Ijuí: Ed. da UNIJUÍ, 2005.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ANAMA / PGDR. *Diagnóstico socioeconômico e ambiental do município de Maquiné - RS*. Porto Alegre: PROPESq / UFRGS, 2000. Trabalho não publicado.

ANDREATTA, Tanice. *Febre aftosa no Rio Grande do Sul no ano de 2000: uma análise das transformações ocorridas nos sistemas de produção dos agricultores produtores de leite de Joia*. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BERNARDES, Nilo. *Bases geográficas do povoamento do estado do Rio Grande do Sul*. Ijuí: Ed. da UNIJUI, 1997.

BEROLDT, Leonardo Alvim; GRISEL, Pierre-Nicolas; SCHMITZ, José Antônio Kroeff. Evolução e diferenciação da agricultura no Vale do Taquari: um estudo comparado de dois sistemas agrários. In: MENASCHE, Renata (Org.). *A agricultura familiar à mesa: saberes e práticas da alimentação no Vale do Taquari*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2007. p. 11-42.

COCHET, Hubert. *L'agriculture comparée*. Paris : Éditions Quæ ; NSS Dialogues, 2011. (Indisciplines).

CONTI, Irio Luiz; MIGUEL, Lovois de Andrade. Evolução e diferenciação dos sistemas agrários na bacia do Rio Buricá, região noroeste do Rio Grande do Sul. In: CONTI, Daniele Taíse; CONTI, Irio Luiz. *Horizontalina: caminhos cruzados na agricultura e migração*. Ijuí: Ed. da UNIJUÍ, 2014. p. 15-49.

COTRIM, Marcelo Souza. *'Pecuária familiar' na região da 'Serra do Sudeste' do Rio Grande do Sul: um estudo sobre a origem e a situação socioagroeconômica do "pecuarista familiar" no município de Canguçu/RS*. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FARINATTI, Luís Augusto Ebling. *Escravos do pastoreio: pecuária e escravidão na fronteira meridional do Brasil (Alegrete, 1831-1850)*. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 17, n. 33, p. 135-154, jul./dez. 2006.

FERNANDES, Valéria Dorneles. *O pecuarista familiar na campanha rio-grandense (Santana do Livramento – RS)*. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FERNANDEZ, Sarita Mercedes. *A trajetória do fumo em Sobradinho/RS: da diversificação à especialização dos sistemas produtivos*. 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FERREIRA, José Romualdo Carvalho. *Evolução e diferenciação dos sistemas agrários do município de Camaquã – RS: uma análise da agricultura e suas perspectivas de desenvolvimento*. 2001. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FIALHO, Marco Antônio Verardi. *Agricultura familiar e as rendas não agrícolas na região metropolitana de Porto Alegre: um estudo de caso dos municípios de Dois Irmãos e Ivoti – RS*. 2000. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

FRITZ FILHO, Luiz Fernando. *Análise das trajetórias das unidades de produção agrícolas do município de Passo Fundo – RS*. 2009. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FURTADO, Celso. *Formação econômica do Brasil*. 15ª edição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977.

GERHARDT, Marcos. Os caboclos e a relação com a natureza no norte do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 17, n. 33, p. 165-173, jul./dez. 2006.

IBGE. *Censo Agropecuário 2006*. Rio de Janeiro, 2006.

IRGA. *Censo da Lavoura de Arroz Irrigado do Rio Grande do Sul – Safra 2004/05*. Porto Alegre, 2006.

KERN, Arno Alvarez. *Antecedentes indígenas*. 2ª ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1998.

KRAEMER, Matias Felipe Eidelwein. *Agricultura e estratégias de reprodução socioeconômica no Quilombo do Morro Alto – Maquiné – RS: cenários de desenvolvimento local através da análise de sistemas agrários*. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MACHADO, Roberto Tormes. *Análise socioeconômica e perspectivas de desenvolvimento para os produtores de leite do município de Crissiumal – RS*. 2001. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MAZOYER, Marcel; ROUIDART, Laurence. *História das agriculturas no mundo: do Neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: UNESP; Brasília, DF: NEAD / MDA, 2010.

MAESTRI, Mário. *Os senhores do litoral: conquista portuguesa e agonia tupinambá no litoral brasileiro*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1995.

_____. *O escravo no Rio Grande do Sul: trabalho, resistência e sociedade*. 3. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2006.

MIGUEL, Lovois de Andrade; MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. Abordagem sistêmica e sistemas agrários. In: MIGUEL, Lovois de Andrade (Org.). *Dinâmica e diferenciação de sistemas agrários*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009. p. 11-38. (Série EAD / UFRGS, 2).

MOURA, Lino Geraldo Vargas. *Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo – RS*. 2002. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ODERICH, Edmundo Hoppe; MIGUEL, Lovois de Andrade. História e situação da agricultura e do desenvolvimento rural em quatro municípios do noroeste do Rio Grande do Sul. *Colóquio, Taquara – RS*, v. 14, n. 1, p. 115-132, jan./jun. 2017.

OSÓRIO, Helen. Rebanhos, searas e roças: uma aproximação da paisagem agrária do Rio Grande de São Pedro no período colonial. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 17, n. 33, p. 121-133, jul./dez. 2006.

_____. *O império português ao sul da América: estancieiros, lavradores e comerciantes*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2007.

OVERBECK, Gerhardt Ernst et al. Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, Valério de Patta et al. (Ed.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília, DF: MMA, 2009. Parte 1, cap. 2, p. 26-41.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. *Pecuária e indústria: formas de realização do capitalismo na sociedade gaúcha do século XIX*. Porto Alegre: Movimento, 1986. (Documentos).

_____. *História do Rio Grande do Sul*. 7. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1994.

PRADO JÚNIOR, Caio. *História econômica do Brasil*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1976.

RAMBO, Balduino. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: Selbach, 1956.

ROCHE, Jean. *A colonização alemã e o Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Globo, 1969. 2 v.

RÜCKERT, Aldomar A. *A trajetória da terra: ocupação e colonização do centro-norte do Rio Grande do Sul (1827-1931)*. Passo Fundo: Ed. UPF, 1997.

_____. *Metamorfoses do território: a agricultura de trigo / soja no planalto médio rio-grandense 1930-1990*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

SANTOS, Milton A. *Pensando o espaço do homem*. São Paulo: HUCITEC, 1980.

_____. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: HUCITEC, 1997.

SCHMITZ, Pedro Ignácio (Org.). *Pré-história do Rio Grande do Sul*. 2. ed. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas; UNISINOS, 2006.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Espaço geográfico uno múltiplo. In: SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; BASSO, Luís Alberto; VERDUM, Roberto (Org.). *Ambiente e lugar no urbano*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2000. p. 13-34.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; GUASSELLI, Laurindo Antonio. Paisagens (imagens e representações) do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, Roberto; BASSO, Luís Alberto; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. *Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação*. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004. p. 27-38.

SZMRECSÁNYI, Tamás. *Pequena história da agricultura no Brasil*. São Paulo: Contexto, 1990.

TESCHE, Rubens Wladimir. *As relações de reciprocidade e redes de cooperação no desempenho socioeconômico da agricultura familiar: o caso dos produtores de leite do município de Sete de Setembro – RS*. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

UFRGS. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia – CEP SRM. Criado em 1988.

UFRGS. *12.000 anos de história: arqueologia e pré-história do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 2013. Catálogo da Exposição.

VIEIRA DA SILVA, Camila. *A (in)visibilidade de uma atividade praticada por muitos: o extrativismo e os canais de comercialização de pinhão em São Francisco de Paula – RS*. 2013. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

WAIBEL, Léo. Princípios da colonização europeia no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, IBGE, ano 11, n. 2, p. 159-217, abr./jun.1949.

ZARTH, Paulo Afonso. *História agrária do Planalto Gaúcho*. Ijuí: Ed. da UNIJUÍ, 1997.

ZARTH, Paulo Afonso. *Do arcaico ao moderno: o Rio Grande do Sul agrário do século XIX*. Ijuí: Ed. da UNIJUÍ, 2002.

_____. Colonização e ocupação do espaço agrário do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 17, n. 33, p. 155-173, jul./dez. 2006.