

ISSN 1806-9193  
Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento*

# **Documento**299



## **Elementos Conceituais para a Representação de Sistemas Agrícolas**

*Jaime Airton Wünsch*

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221  
Home Page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
e-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

#### Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.  
Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê  
Revisão de texto: Antônio Luiz Oliveira Heberlê  
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira  
Editoração eletrônica e arte da capa: Manuela Doerr (estagiária)

1ª edição  
1ª impressão (2010): 50 exemplares

#### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Clima Temperado

---

Wünsch, Jaime Airton  
Elementos conceituais para a representação de sistemas agrícolas / Jaime Airton Wünsch.  
-- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
(Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1806-9193 ; 299)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/>>  
Título da página Web (acesso em 30 dez. 2010)

1. Sistema agrícola. 2. Recurso natural. Título. II. Série.

CDD 631.47

© Embrapa 2010

---

# Autores

**Jaime Airton Wunsch**

Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Clima

Temperado,

Pelotas, RS,

[jaime.wunsch@cpact.embrapa.br](mailto:jaime.wunsch@cpact.embrapa.br)

# Apresentação

O processo de geração e de transferência de tecnologias agropecuárias praticado nas instituições de pesquisa, nos últimos anos, tem se orientado para responder as demandas dos diferentes setores da produção agropecuária. De outra parte, as experiências de desenvolvimento agrícola realizadas nas décadas de 70 a 80 mostraram suas limitações ao não atingir os agricultores mais pobres e/ou gerar externalidades econômicas, sociais e ambientais indesejadas e não previstas.

O desafio de gerar tecnologias que atendam as demandas dos produtores em uma perspectiva de desenvolvimento sustentável implica em conceitos e métodos pertinentes. A análise sistêmica ou abordagem sistêmica desenvolvida nos anos 50 tem sido fonte de inspiração para a elaboração de metodologias aplicadas com este propósito.

Nos últimos 25 anos a abordagem sistêmica vem encontrando espaço crescente, ainda que sujeita a controvérsias variadas. Esta abordagem busca essencialmente superar o viés tecnicista, setorial e disciplinar ainda muito presente na pesquisa agropecuária.

O texto que segue contribui para caracterizar o paradigma sistêmico e definir um conjunto de conceitos para apreender e analisar os diferentes problemas que a produção agropecuária coloca para a geração de tecnologias capazes de serem apropriados pela diversidade de agricultores.

Waldyr Stumpf Junior  
Chefe Geral  
Embrapa Clima Temperado

# Sumário

Introdução.....	8
Elementos Conceituais para a Representação de Sistemas Agrícolas.....	8
Abordagem sistêmica e representação de objetos e fenômenos complexos.....	10
O objetivo desta corrente teórica/metodológica é o de responder a três preocupações essenciais (WALLISER ,1977): .....	11
Aspectos do paradigma sistêmico .....	13
Conceitos centrais da abordagem sistêmica aplicados a agropecuária.....	19
Desta maneira, distinguem-se :	19
Sistema agrário .....	20
Sistema de produção e o sistema família-estabelecimento	21
Sistema de cultivo .....	25
Sistema de criação .....	28
Sistema forrageiro .....	30
Considerações Finais .....	33
Referências .....	34

# Elementos Conceituais para a Representação de Sistemas Agrícolas

---

*Jaime Airton Wunsch*

## Introdução

Durante os anos 80, na esteira do exame crítico de propostas e experiências de desenvolvimento rural em várias partes do mundo, três grandes questões emergiram como básicas para orientar a geração e a socialização de tecnologias agropecuária:

i) considerar mais profundamente as condições reais de produção agrícola, ou seja, observar e levar em conta a diversidade de condições e modalidades de exploração do meio pelas comunidades rurais na definição dos programas de pesquisa;

ii) compreender que mudanças técnicas estão em estreita interação com as mudanças sociais e econômicas, e que para a criação e a incorporação das inovações técnicas e organizacionais ao processo produtivo, devem ser consideradas as condições sociais e econômicas de sua apropriação pelos empreendedores;

iii) reconhecer que todas as transformações das condições e modalidades de exploração do meio rural necessitam da ativa participação dos agricultores na concepção, execução e avaliação dos

programas e projetos de desenvolvimento.

A pesquisa e a extensão rural ao incorporar estas orientações aceitam o desafio de defrontar-se com a complexidade e a diversidade das práticas de produção e de gestão dos agricultores, bem como de confrontar seu conhecimento com o saber dos agricultores e de definir, em conjunto com estes, uma proposta de desenvolvimento, sua implantação e avaliação.

Para dar conta desta nova maneira de ver a relação da ciência e da tecnologia com o desenvolvimento agrícola foi necessário elaborar um conjunto coerente de conceitos, métodos e conhecimentos e um dispositivo organizacional flexível que associasse a experimentação biotécnica, às observações in situ, e à comunicação rural.

Para analisar as condições e modalidades de exploração agrícola do meio pelas comunidades rurais em toda a sua diversidade e complexidade e adaptar as inovações a esta diversidade de situações, considerando as diferentes contribuições disciplinares, fez-se necessário um conjunto de instrumentos e métodos construídos para esta finalidade. É precisamente a abordagem do meio e da produção rural fundamentada na análise de sistemas que fornecerá uma parte importante destes instrumentos e métodos.

As reflexões e definições conceituais que apresentamos neste texto fizeram parte da dissertação de mestrado do autor, defendida junto ao programa de pós-graduação da ESALQ/USP (WÜNSCH 1995). A abordagem que apresentamos tem como origem as elaborações realizadas no período de 75 a 95, no âmbito do departamento Systèmes Agraires et Développement (SAD) do Institut National de la Recherche Agrícola (INRA) e do então Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon (INA-PG) e largamente utilizada no Curso de Agronomia

da UNIJUI, do qual o autor foi docente.

## **Abordagem sistêmica e representação de objetos e fenômenos complexos**

O progresso alcançado em vários campos científicos, a partir dos anos 50, fez emergir uma nova maneira de observar e compreender a atividade humana, que recebeu as mais diversas denominações: análise sistêmica, análise de sistemas, abordagem sistêmica, também denominada de análise estrutural e análise funcional.

A abordagem sistêmica, segundo Bonneville et al. (1989) é o produto de quatro correntes científicas: a cibernética, a teoria dos sistemas desenvolvida por Bertalanffy, a teoria da informação e as ciências da modelagem, em especial da modelagem da decisão.

Walliser (1977) destaca que o ponto de vista da teoria dos sistemas foi impulsionado pela constatação de que o método mecanicista, fundado na mecânica racional e estatística, era inadequado como modelo universal e, pela tendência a contrabalançar o fracionamento das ciências em especialidades isoladas uma das outras.

O procedimento analítico, derivado dos princípios da física clássica, enunciados por Galileu e Descartes teve grande sucesso em um amplo domínio de fenômenos. Propõem o estudo das partes separadamente supondo que a reunião destas constitui ou reconstitui o todo. A aplicação de tal procedimento de estudo depende de duas condições fundamentais: as interações entre as partes constituintes da entidade ou fenômeno ou não existem ou são tão fracas que podem ser desprezadas e, em segundo lugar, que as relações que descrevem o comportamento das partes sejam lineares (BERTALANFFY, 1975). A primeira condição permite que as partes possam ser esgotadas real, lógica e matematicamente, sendo em seguida reunidas. A segunda condição suporta a propriedade de aditividade, ou seja, o todo resulta

da soma das partes ou os processos parciais podem ser sobrepostos para obter-se o processo total.

As condições de não interação ou de interações triviais e da similitude do comportamento das partes e do todo, não são satisfeitas por fenômenos denominados de complexidades organizadas ou sistemas (BERTALANFFY, 1975). Um sistema é constituído de partes em interação e a sua descrição comporta um conjunto de equações diferenciais simultâneas, não lineares no caso geral (BERTALANFFY, 1975).

A abordagem dos fenômenos em termos de sistema busca essencialmente enfrentar o problema das limitações dos procedimentos analíticos na ciência e tem a intenção de estudar problemas que comparados aos problemas analíticos e somatórios da ciência clássica são de natureza mais geral (BERTALANFFY, 1975). Constituiu-se em um novo paradigma, na acepção dada por Kuhn (1987), pois põe em evidência aspectos que não eram anteriormente vistos nem percebidos, ou eram suprimidos na ciência normal e propõe um novo método para a compreensão do real.

### **O objetivo desta corrente teórica/metodológica é o de responder a três preocupações essenciais (WALLISER, 1977):**

- restaurar uma abordagem mais sintética que reconheça as propriedades de interação dinâmica entre elementos de um conjunto, que conferem a este um caráter de totalidade;
- a necessidade de um método que permita mobilizar e organizar os conhecimentos, para conceber e formalizar conjuntos amplos e complexos de objetos;
- promover uma linguagem unitária que possa servir de suporte a articulação e a integração de modelos teóricos e de preceitos metodológicos dispersos em diversas disciplinas.

## Conceituação de sistema

Várias definições simples de sistema são propostas por diferentes autores. De início, todos estão de acordo em designar como sistema, uma inter-relação de elementos/componentes que constituem uma entidade ou unidade global. As diferentes definições acentuam um ou outro aspecto: Hart (1979) define sistema como um arranjo de componentes físicos, um conjunto ou coleção de coisas, unidas ou relacionadas de tal maneira que forma um todo; Bertalanffy (1975), considera que o sistema é um conjunto de unidades em interação mútua; para Landriére (1984), um sistema é um objeto complexo, formado por componentes distintos, ligados entre si por certo número de relações.

Morin (1987) nota que um sistema não é necessariamente composto por partes, alguns deles podem ser considerados conjuntos de estados, ou conjunto de acontecimentos, ou de reações.

Ferdinand Saussure (1931), citado por Morin (1987), associa aos caracteres comuns das definições precedentes, inter-relações e totalidade, uma terceira idéia, a de organização. Saussure define como sistema uma totalidade organizada, feita de elementos solidários que só podem definir-se uns em relação aos outros em função do lugar que ocupam nesta totalidade.

Na definição de sistema dada por Saussure a idéia de organização liga a idéia de totalidade a de inter-relação, tornando os três termos indissociáveis. As inter-relações entre componentes (elementos, acontecimentos, indivíduos...) desde que tenham um caráter regular e estável tornam-se organizacionais e produzem o sistema (MORIN, 1987).

Entretanto, resta uma última noção a incorporar em nossas diferentes definições, a de finalidade. Rosnay (1975) define um sistema como um conjunto de elementos em interação dinâmica, organizado em função de um objetivo. O objetivo é atribuído pelo homem seu construtor e na

natureza o objetivo é constatado a posteriori. Walliser (1977), distingue a finalidade, propriedade revelada pelo comportamento do sistema (tudo se passaria como se...) de intencionalidade, propriedade atribuída ou imposta a um determinado sistema por um centro de decisão.

Finalmente, podemos afirmar que em um sistema, o conjunto de elementos ligados entre si por relações dinâmicas confere a este uma organização com vistas a cumprir certos objetivos. Deste modo, um sistema é tanto um conjunto de elementos organizados como uma estrutura e esta resulta das relações que asseguram o funcionamento do sistema. Simplificadamente, um sistema é uma estrutura finalizada (JOUVE, 1986).

## **Aspectos do paradigma sistêmico**

O procedimento sistêmico é um método de bem conduzir a razão, que se diferencia do “Discurso do método” de Descartes, que fundamenta o procedimento analítico.

Le Moigne (1994) propõe substituir o discurso sobre o método de Descartes, pelo discurso que define o paradigma sistêmico. Para este autor os quatro preceitos do método analítico - da evidência, da redução, da causalidade e da exaustão - devem ser substituídos no discurso sistêmico pelos preceitos da pertinência, do globalismo, da teleologia e da agregação.

O preceito de pertinência consiste na concordância de que todo objeto ou fenômeno, é definido em relação as intenções implícitas ou explícitas do modelizador. Considerar sempre o objeto a ser conhecido como uma parte ativa imersa dentro de um todo maior, constitui o preceito de globalismo. Interpretar o objeto não por ele mesmo, mas por seu comportamento, sem procurar explicar a priori este comportamento por alguma lei implicada em uma eventual estrutura, define o preceito teleológico. O preceito de agregação, de certa forma redundante em relação ao preceito de pertinência, diz que devemos concordar que toda representação do real é simplificadora, por isto é necessário

buscar regras suscetíveis de guiar a seleção de agregados tidos como pertinentes (LE MOIGNE, 1994).

Estes preceitos que fundamentam o procedimento sistêmico provocam modificações bastante radicais na atitude científica, em particular nas ciências empíricas. Passa-se de uma postura na qual a realidade é evidente e se impõe pela experiência ao experimentador ou modelador, para uma posição que afirma que a evidência e o real não têm existência independente do espírito humano que os percebe e constrói (PIAGET, 1979).

Não há verdade preexistente a qual o conhecimento sucessivamente iria descobrindo. O conhecimento é o resultado de um processo de construção ativa do sujeito/modelador, portador de um projeto, em suas interações permanentes com os fenômenos que ele percebe e constrói (MORIN, 1987).

A modelagem consiste em construir um modelo a partir dos dados da análise de sistemas. Para Le Moigne (1994) a modelagem sistêmica é a ação de elaboração e de construção intencional, por composição de símbolos, de modelos suscetíveis de tornar inteligível um fenômeno complexo, e de amplificar o raciocínio do sujeito projetando uma intervenção deliberada no seio do fenômeno, visando, principalmente, antecipar as conseqüências dos projetos de ações possíveis.

A ação de modelagem configura-se igualmente como um sistema - o sistema de modelagem. Este sistema é composto pelo modelador concebendo e interpretando o modelo de um sistema complexo, que propõe a este sua finalidade (preceito de teleologia), ou seja, a modelagem sistêmica é projetiva, no sentido que inclui em seu próprio ato o(s) projeto(s) do modelador. Para Morin (1987), não é possível separar a observação do observador, o objeto de estudo se metamorfoseia segundo o tipo de ponto de vista que lhe é aplicado. É nesta perspectiva que a modelagem sistêmica exige não só que o

observador observe a si mesmo ao observar os sistemas, mas também se esforce por conhecer o seu próprio conhecimento (MORIN, 1987).

Conhecer um sistema complexo é, sobretudo, conceber o modelo que o representa, que o descreve. Compreende-se o modelo de um fenômeno ou processo, como um modo de representação tal que ele permita, de um lado, prestar conta de todas as observações feitas e, por outro lado, prever o comportamento do sistema considerado nas condições mais variadas, distintas das que deu nascimento as observações (LE MOIGNE, 1994). A validade de um modelo advém, portanto, de sua capacidade de resistir ao confronto entre as conseqüências por ele antecipadas e as efetivamente observadas na realidade objetiva (BROSSIER et al., 1990).

Desta maneira, o estudo de sistemas complexos pilotados pelo homem, como no caso dos sistemas agrícolas, a experimentação em meio social, econômico e cultural real (experimentação em escala real) com a participação dos atores (agricultores, extensionistas e pesquisadores) torna-se um meio efetivo de conhecer (BROSSIER et al., 1990).

O sistema reflete as características reais dos objetos empíricos e ao mesmo tempo é um modelo heurístico, isto é, instrumento metodológico e conceitual, que se aplica aos fenômenos sem prejuízo de sua realidade. Assim, todos os sistemas, mesmo aqueles que são isolados abstratamente dos conjuntos de que fazem parte, são necessariamente enraizados na física, isto é, no real natural ou a natureza real (MORIN, 1987). Pode-se falar de sistema objeto (LE MOIGNE, 1994) ou ainda de sistema natural (BERTALANFFY, 1975).

Todo o sistema, porém, mesmo o mais material, o mais fenomenicamente evidente, para existir tem necessidade do espírito humano que o isola da agitação polissistêmica da realidade. Podemos, portanto, pensar o sistema do ponto de vista do sujeito como abstração do espírito (MORIN, 1987). A extração, o isolamento de um sistema,

depende do ponto de vista do que o observador/modelador considera necessário em termos de autonomia e emergências para configurar um sistema.

Sistemas complexos, como os sistemas agrícolas, caracterizam-se por apresentar uma grande variedade de componentes, que possuem funções especializadas, constituindo-se elas mesmas em sistemas dentro de um sistema englobante, que estão organizados em níveis hierárquicos, mantendo numerosas e diversificadas interrelações ou ligações, que não são lineares.

A noção de caixa-preta introduzida por Ashby (1956) na linguagem científica (BOURGEOIS, 1983), é a ferramenta metodológica que permite organizar a apreensão e representação de um sistema complexo.

A caixa-preta é definida como um conjunto de elementos coordenados entre si para assegurar certa função, na qual há entradas (insumos) e saídas (produtos). O interesse é pelo fluxo de entrada/saída, não o processo que transforma o que entra e o que sai.

O exame de um sistema inicia por precisar os conjuntos que podem ser considerados como caixa-preta. Isto só é possível se previamente é definido uma escala de observação, o que supõe que se defina claramente porque se pretende estudar o sistema (BOURGEOIS, 1983).

No interior de um sistema podem ser definidos os conjuntos de elementos que numa certa escala são considerados como caixas-pretas. Caso for necessário mudar de escala de observação, poder-se-á abrir a caixa-preta e examinar sua estrutura e seu funcionamento. A esta nova escala, poderão corresponder outras caixas-pretas.

As fronteiras do sistema são definidas pelo modelador em função da lógica do funcionamento que ele procura evidenciar. Há sempre nisto

algo de incerto e de arbitrário, há sempre decisão e escolha (MORIN, 1987).

Os constituintes de um sistema complexo podem ser apreendidos através de dois aspectos complementares: os aspectos estruturais e os funcionais (ROSNAY, 1975).

Os aspectos estruturais dizem respeito a identificação da estrutura, isto é, o conjunto de regras de associação, de ligação, de interdependência, de transformação, que tendem a se identificar com a invariante formal do sistema (MORIN, 1987), ou seja, trata-se da organização no espaço dos componentes do sistema.

Aos aspectos funcionais está associado o termo “sistema” , e é o estudo destes aspectos que permite a abordagem sistêmica ser compreensiva (JOUVE, 1986). O estudo do funcionamento de um sistema consiste em apreender as interrelações que se estabelecem entre seus componentes e deste com seu ambiente, que são dependentes basicamente do tempo.

Os aspectos estruturais de todo sistema são (BOURGEOIS, 1983; ROSNAY, 1975) :

- a) limite ou fronteira, que são fixados pelo observador em função das razões pelas quais ele irá estudar o sistema;
- b) elementos ou componentes, eles mesmo sistemas que podem ser agrupados em categorias, grupos, etc;
- c) reservatórios, nos quais os elementos podem ser reunidos e onde podem ser estocados, energia, informações, materiais;
- d) rede de comunicação, que permite as trocas de informações,

de energia, de matéria, entre os elementos do sistema e entre os diferentes reservatórios.

Os aspectos funcionais de um sistema são (BOURGEOIS, 1983; ROSNAY, 1975):

- a) os fluxos de energia, de informação e de matéria, expressos em quantidades por unidade de tempo. Os fluxos de energia e de materiais fazem variar os níveis dos reservatórios e, os fluxos de informações servem de base às decisões para agir sobre os fluxos de matéria e energia;
- b) as comportas ou torneiras são as que controlam a vazão dos diferentes fluxos. Cada comporta é na realidade um mini centro de decisão, recebendo informações e as transformando em ação (aumentar ou diminuir a vazão dos fluxos);
- c) os tempos de resposta que resultam das diferenças de velocidade de circulação dos fluxos de diferentes tipos, dos tempos de estocagem e de esvaziamento dos reservatórios, etc;
- d) os ciclos de informação, ditos ciclos de retroação (feedback) que desempenham um papel determinante no funcionamento dos sistemas, podendo-se distinguir dois tipos de ciclos de retroação: positivos ou diretos responsáveis por toda a dinâmica de mudanças de um sistema (crescimento e evolução) e negativos ou inversos responsáveis pela regulação e pela estabilidade do sistema (restabelecimento de equilíbrio e auto-regulação).

Para completar a descrição dos componentes de um sistema é preciso acrescentar as entradas e saídas que materializam as relações do sistema com o ambiente, que são mais ou menos numerosas e intensas de acordo com o tipo de sistema, mais aberto ou mais fechado.

O sistema em atividade transforma os dados de entrada em resultados de saída, o que caracteriza um processo, que tem um tempo de duração. O tempo, como visto, comanda todos os fenômenos ligados aos aspectos funcionais do sistema. Assim, para compreender o comportamento de todo sistema, qualquer que seja a complexidade, é necessário caracterizar duas variáveis essenciais: as variáveis de fluxo que se expressam entre dois momentos e, as variáveis de estado que indicam acumulação ao longo do tempo de uma quantidade dada de informações, energia ou matéria (ROSNAY, 1975).

## **Conceitos centrais da abordagem sistêmica aplicados a agropecuária**

A agricultura é um processo de artificialização do ecossistema realizada pelo trabalho humano por meio de espécies domesticadas e selecionadas, de ferramentas e de técnicas para obter produtos agropecuários necessários principalmente para a subsistência humana (MAZOYER, 1986). Como processo, a agricultura é uma combinação finalizada de material biológico, de técnicas e práticas e de ferramentas de trabalho que modificam as condições biofísicas e químicas do ecossistema, que ocorre em um contexto econômico e ambiental determinado e que evolui constantemente.

O termo genérico “sistemas agrícolas” é usado para designar o conjunto de noções e conceitos correspondentes aos níveis de organização da atividade de produção agrícola. A cada nível organizacional é possível designar um termo que é igualmente o conceito de funcionamento deste nível e que corresponde, em primeira aproximação, a unidades territoriais particulares (JOUVE, 1986), ou centros de decisão (BOURGEOIS, 1983).

### **Desta maneira, distinguem-se:**

a) o nível dos processos produtivos - é onde se observam e se deduzem

os mecanismos biológicos, de intervenção dos equipamentos e das técnicas, ou seja, as parcelas cultivadas e os rebanhos;

b) o nível do estabelecimento agrícola e a família - que diz respeito a combinação de processos produtivos, que devem ser compreendidos em relação ao trabalho disponível e mobilizado, ao capital, aos resultados quantitativos e qualitativos do conjunto da atividade das pessoas envolvidas;

c) o nível da região englobante - que comporta a atividade econômica à jusante e a montante dos níveis precedentes.

A unidade de produção é apreendida pelos conceitos de sistema de produção ou de sistema família-estabelecimento. No seio da unidade de produção encontram-se as parcelas e as criações animais, a que correspondem os conceitos de sistema de cultivo e o de sistema de criação. O conceito de sistema forrageiro associa a parcela cultivada às criações. O estabelecimento agrícola encontra-se imerso em uma região que é apreendida através do conceito de sistema agrário (JOUVE, 1986; MAZOYER, 1986; PILLOT, 1987).

## **Sistema agrário**

O sistema agrário é muitas vezes definido, na escala regional, como a associação de atividades produtivas e de técnicas utilizadas por uma sociedade visando satisfazer suas necessidades. Expressa em particular a interação entre um sistema bioecológico representado pelo meio natural e um sistema sócio cultural através de práticas resultantes do progresso técnico (VISSAC, 1989).

Esta definição está bastante centrada sobre a idéia de sociedade rural e o território que esta explora em um determinado momento. O Departamento Sistemas Agrários e Desenvolvimento do INRA utiliza um conceito semelhante, restringindo sua aplicação até no máximo a

pequena região. Assim, o sistema agrário é definido como um território rural restrito, onde uma população exerce grande parte de sua atividade e as relações que se estabelecem no seio desta população ao explorar o meio em um determinado contexto sócio econômico (INRA-SAD, 1985).

Mazoyer (1986), por outro lado, amplia o conceito. Para este autor o conceito de sistema agrário deve ser empregado para caracterizar e avaliar as transformações que afetam, a longo prazo, o conjunto ou um conjunto dominante de estabelecimentos agrícolas de uma região ou país e para compreender as condições e conseqüências econômicas e culturais implicadas em suas evoluções e em suas diferenciações. Deste modo, Mazoyer (1986) define o sistema agrário como um modo de exploração do meio historicamente constituído e durável, um sistema de forças de produção adaptado às condições bioclimáticas de um espaço determinado e respondendo às condições e às necessidades do momento. As variáveis essenciais que conformam o sistema agrário são: o meio cultivado, os instrumentos de produção, o modo de artificialização do meio, a divisão social do trabalho entre agricultura e os outros setores econômicos, o excedente agrícola, as relações de troca, enfim o conjunto de idéias e instituições que permitem garantir a reprodução social.

### **Sistema de produção e o sistema família-estabelecimento**

Os economistas agrícolas passaram a utilizar o conceito de sistema de produção para fins de pesquisa operacional e programação linear no início da década de 60. A idéia de interrelação entre elementos se expressa na definição dada por Chombart de Lauwe et al. (1963), citado por Mazoyer (1986). O sistema de produção é a combinação das produções e dos fatores de produção no estabelecimento agrícola.

Os componentes do sistema são eles mesmo sistema. Assim, Mazoyer

(1986) define sistema de produção como sendo a combinação de sistemas de cultivo e de sistemas de criação simples, conduzidos nos limites permitidos pelo aparelho de produção.

Ao final dos anos 60 a definição de sistema de produção passa a ser associada muito mais a de funcionamento do estabelecimento rural. Sebillotte, em 1968, considerou que o estabelecimento é uma estrutura na qual o que importa são os mecanismos que permitem sua autorregulação (BOURGEOIS, 1983).

As combinações de fatores e de produções estão organizadas com vistas a alcançar um objetivo. Trebuil e Dufumier (1983) consideram o sistema de produção como o conjunto de produções vegetais e animais, e de fatores de produção, terra, trabalho e capital, gerido pelo agricultor com vistas a satisfazer seus objetivos sócio-econômicos e culturais ao nível do estabelecimento agrícola.

O estabelecimento agrícola é composto de dois subsistemas em interação: um que comportaria a racionalidade do agricultor (objetivos, decisões, organizações) e outro que comportaria as características do meio de produção e os fatores externos que condicionam a produção. A interação destes dois subsistemas constitui o sistema de produção (SEBILLOTTE, 1982).

O funcionamento do sistema de produção é o resultado de um encadeamento de decisões. Quando é referida a unidade familiar de produção significa dizer que as decisões são tomadas no seio de uma família, vivendo ao menos em parte, da produção agrícola, e que em termos de orientação do financiamento, do emprego do tempo, a família e o sistema de produção não são independentes (BOURGEOIS, 1983).

Para Damais (1987) o sistema de produção é constituído pelo par estabelecimento mais a família. O estabelecimento é o conjunto de

meios de produção sobre os quais o produtor pode atuar por meio de suas decisões.

Esta distinção entre família e estabelecimento pode ser interessante para estudos regionais. O conceito de sistema estabelecimento se refere a combinação das atividades produtivas de bens e serviços agrícolas e não agrícolas, operacionalizadas no seio do estabelecimento, bem como a natureza das relações com o ambiente que daí resultam (BONNEVIALLE et al., 1989).

O sistema de produção, no entanto, não está isolado, pelo contrário está imerso em um contexto social econômico e ecológico, com o qual mantém inter-relações que condicionam as escolhas e o seu funcionamento.

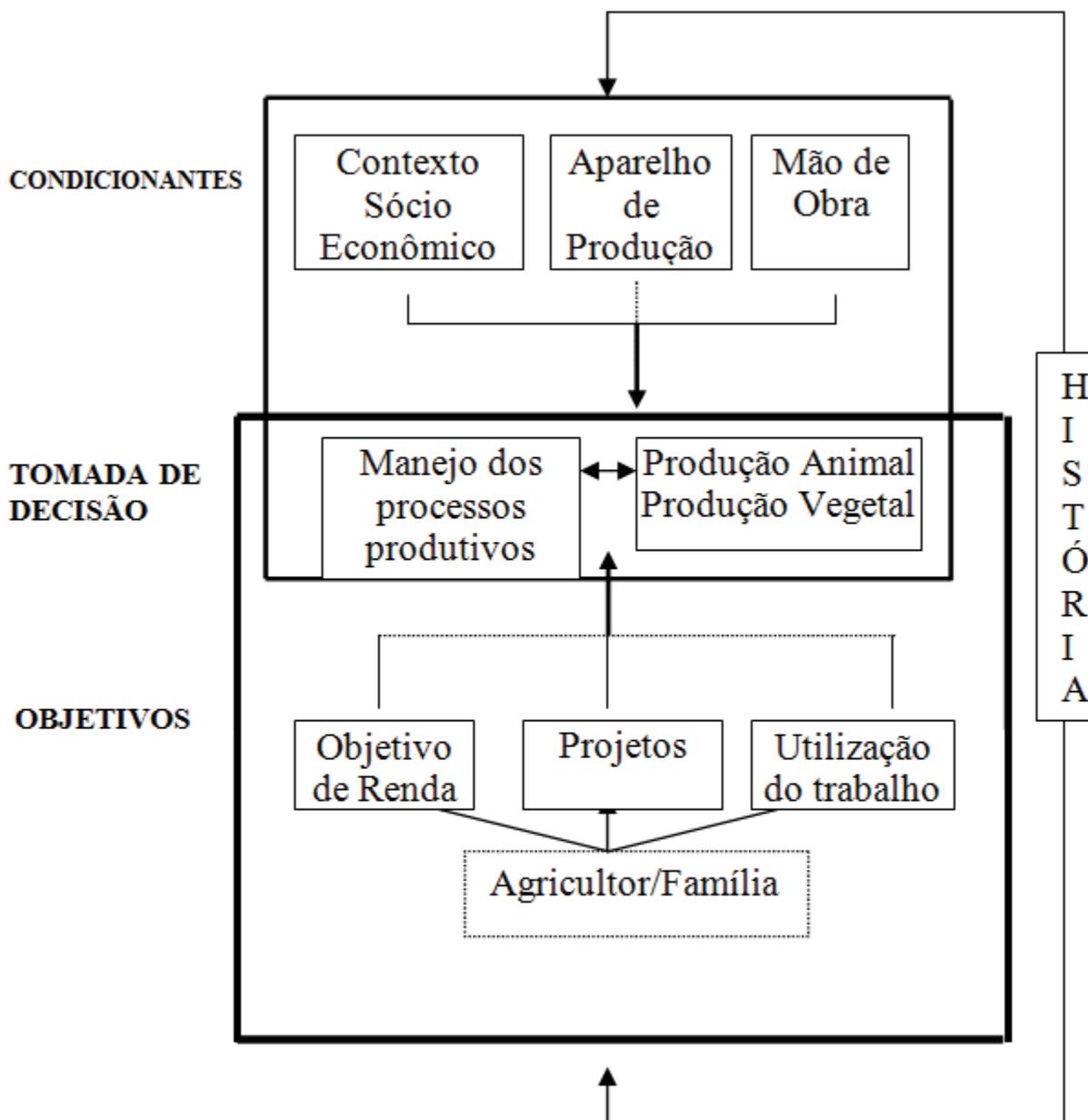
Capillon e Sebillotte (1980) consideram o estabelecimento agrícola, ou melhor, o par família-estabelecimento, como um sistema finalizado pelos objetivos da família ( necessidades, nível de renda visado, modo de vida desejado), confrontado a um conjunto de condicionantes internos e externos. A Figura 1 ilustra o conceito formulado por estes autores. Note-se que a história, seja da máquina produtiva (sistema operacional) como da família e de seus projetos é determinante na configuração da combinação de produções e modalidades de condução destas no presente.

Bonnevialle et al. (1989), notam que a utilização do conceito de sistema de produção está associada, seja à consideração de que o estabelecimento agrícola se confunde com a unidade de produção, seja por privilegiar no seio do estabelecimento o estudo da máquina produtiva, quer dizer, o processo produtivo e de suas combinações. É corrente ainda associar este conceito aos termos de performances, de produtividade, de intensificação ou de extensificação, e de distinguir no seio do sistema de produção os subsistemas relacionados entre si: sistema de cultivo, sistema forrageiro e sistema de criação. Estes

autores propõem, integrando a evolução conceitual havida, que o sistema estabelecimento agrícola pode ser decomposto em vários sistemas, tomando por base o modelo da forma canônica do sistema-organização proposto por Le Moigne (1994). Estes subsistemas são: o sistema de operação ou sistema de produção, o sistema de decisão e o sistema de informação.

O sistema de operações ou de produção tem a função de por em prática o conjunto de operações necessárias à gestão dos processos produtivos: gestão dos fluxos de matéria, de trabalho, de equipamentos, de moeda, e de informações, que o estabelecimento importa ou retém, estoca, transforma, ou transporta e que ele exporta ou restitui ao meio ambiente. Ao sistema de decisão cabe a função de gerar as decisões que irão orientar e assegurar o comando do sistema de operação em função das finalidades e objetivos de condução.

O sistema de informação tem por função assegurar a ligação do sistema de decisão com o sistema de operação, é ele que produz as informações em benefício do sistema de operação e que permite ao sistema de decisão controlar os processos produtivos e suas combinações no seio do sistema de operação. Como a família é o pólo unificador e sustentador do projeto, a denominação Sistema família-estabelecimento parece ser a mais indicada (BONNEVIALLE et al., 1989).



**FIGURA 1:** Representação do Sistema de produção adaptado de Sebillotte (1979).

## Sistema de cultivo

No século XVII a idéia de sistema de cultivo confundia-se com o código ou princípios que regiam a condução de uma cultura. Tinha sentido em uma época em que os conhecimentos agrônômicos eram escassos e os progressos técnicos lentos (SEBILLOTTE, 1984).

A partir do século XIX, tanto a evolução técnica quanto dos

conhecimentos científicos, permitiu aos agrônomos precisar o conceito de sistema de cultivo. O conde de Gasparin em seu Curso de Agricultura definiu o sistema de cultivo como o conjunto de operações agrícolas que constituem uma exploração e a natureza dos meios físicos e mecânicos que são utilizados, seja para fazer crescer, colher e utilizar os vegetais (SEBILLOTTE, 1984).

A definição proposta por de Gasparin ultrapassa a agronomia no sentido estrito, pois inclui aspectos relacionados a economia e se aproxima da noção de sistema de produção. Para classificar os sistemas de cultivo ele utilizou, no entanto, essencialmente critérios baseados na manutenção da fertilidade do solo e por esta razão o conceito estaria no âmbito da agronomia (SEBILLOTTE, 1984).

A ênfase da definição de Gasparin está na gestão do espaço agrícola explorado por uma unidade de produção, o estabelecimento agrícola, excluindo assim o campo de aplicação do conceito os espaços mais amplos como a região.

Ao longo do século XX, as técnicas agronômicas evoluíram muito, assim como as condições econômicas. Os meios que se dispõem, sobretudo a partir da segunda grande guerra, permitem que se possa dizer que não só há várias técnicas para alcançar um resultado determinado, senão que os objetivos dos agricultores são muito mais variados e as condições sócio-econômicas da produção também são mais variadas que no passado (SEBILLOTTE, 1978)

A definição proposta em 1975, por um grupo de trabalho do INRA e INA-PG sintetiza esta evolução: o sistema de cultivo é o subconjunto do sistema de produção, definido para uma superfície de terreno tratado de maneira homogênea, pelas culturas com sua ordem de sucessão e os itinerários técnicos praticados (SEBILLOTTE, 1982).

O itinerário técnico é constituído pela combinação lógica e ordenado

de técnicas culturais que um agricultor aplica sobre uma determinada parcela com a finalidade de atingir seus objetivos (SEBILLOTTE, 1974).

No que se refere as sucessões de culturas é necessário distinguir as noções de efeito precedente, efeito acumulativo e sensibilidade da cultura seguinte.

O efeito precedente, se define, para uma parcela, como a variação dos estados do meio (biológicos, físicos e químicos) entre o início e o fim do cultivo considerado, sob a influência conjunta da população vegetal e das técnicas aplicadas, ambos submetidos as influências climáticas (BOURGEOIS, 1983; SEBILLOTTE, 1990)

O efeito acumulativo é o efeito resultante, em um período de vários anos, dos efeitos das culturas que se sucedem em uma mesma parcela cultivada (BOURGEOIS, 1983; SEBILLOTTE, 1990).

Sensibilidade da cultura que se sucede é definida pela amplitude das reações da cultura a diversidade dos estados do meio criado pela cultura que a precedeu, sob a ação de um clima determinado e tomando em conta o itinerário técnico utilizado para seu cultivo.

A definição de sistema de cultivo precedentemente enunciada permite diferenciar o conteúdo recoberto por outras acepções do termo. Os economistas utilizam a denominação sistema de cultivo para caracterizar a combinação de cultivos e o grau de utilização dos meios de produção em um conjunto de estabelecimentos. Os geógrafos, igualmente, utilizam o termo para descrever e classificar a utilização do território regional e analisar a paisagem. Esta definição insiste no enfoque no nível do estabelecimento agrícola, como já propunha de Gasparin.

Supõe-se que em um mesmo estabelecimento possam existir mais que um sistema de cultivo e que esta variabilidade é um ponto central de

interesse para o agrônomo. Aos economistas interessa a comparação entre unidades de produção e/ou das regiões agrícolas em relação a disponibilidade de fatores de produção, quer dizer colocam a questão em termos de sistema de produção. Ao agrônomo, interessa entender as interrelações entre populações vegetais, meio e técnicas, de tal maneira que permita considerar as evoluções e influências que atuam sobre a elaboração do rendimento de cada cultivo e a evolução do meio (SEBILLOTTE, 1982).

Ainda que a definição dada em 1975 tenha conseguido precisar o enfoque estritamente agrônômico do conceito, a definição adotada foi em geral utilizada em um sentido de descrição dos ecossistemas, especialmente no que se refere a utilização do solo e a formação da paisagem.

Sebillotte (1990) salienta que a definição deveria focar as maneiras de cultivar as parcelas e suas repercussões sobre a elaboração do rendimento e a evolução das características do meio. Por isto, propôs a seguinte definição: um sistema de cultivo é o conjunto das modalidades técnicas utilizadas sobre parcelas tratadas de maneira homogênea. Cada sistema de cultivo se define pela natureza das culturas e sua ordem de sucessão, pelos itinerários técnicos aplicados a estas diferentes culturas, o que inclui a escolha das variedades para as culturas em consideração.

Esta definição apresenta as seguintes características: diz o que é o sistema de cultivo, não apenas o que o define, preocupa-se diretamente com o manejo técnico em relação a elaboração dos rendimentos e as evoluções do meio e enfatiza que há itinerários técnicos para cada um dos cultivos.

## Sistema de criação

O conceito de sistema de criação pode referir-se tanto ao projeto como ao nível ao qual o projeto se aplica.

Enquanto projeto, o sistema de criação é definido por Landais et al. (1989) como um conjunto de elementos em interação dinâmica organizados pelo homem com a finalidade de transformar, por intermédio dos animais domésticos, determinados recursos em produtos (leite, ovos, couro, dejeções, etc) ou para responder a determinadas necessidades (tração, lazer, etc). Os componentes deste sistema são: o agropecuarista e suas práticas; os animais domésticos agrupados em lotes, ou tropas, ou ainda populações; e os recursos (alimentos, espaço, trabalho ou dinheiro) consumidos e transformados por estes animais.

O sistema de criação é definido também em função do nível de organização da produção a que está referido. Ao nível interno da unidade de produção, o sistema de criação é definido como o conjunto de setores produtivos e de técnicas que permitem produzir animais ou produtos animais em conformidade aos objetivos do agropecuarista e submetidos aos condicionantes do estabelecimento (MENJON; D'ORGEVAL, 1983). Seu emprego em espaço mais amplo, a região, o sistema de criação é um dos dois componentes de um sistema de produção (o outro é o sistema de cultivo), definido como um modo de combinação de terra, forças e meios de trabalho visando a produção animal, comum a um conjunto de estabelecimentos (JOUVE, 1986).

Em um estabelecimento, o sistema de criação é constituído muitas vezes de mais de um setor. Por exemplo, maternidade e recria no caso de suínos; engorda de novilhas e vacas em lactação na bovinocultura leiteira. Estes setores estão ligados um ao outro pelos fluxos de animais e cuja avaliação deve levar em conta o conjunto da atividade de exploração pecuária.

## Sistema forrageiro

Para Attonaty (1980) o sistema forrageiro pode ser definido como o conjunto de meios de produção, de técnicas e de processos de transformação, em um determinado território, tendo por função assegurar a correspondência entre o(s) sistema(s) de criação (ões) e o(s) sistema(s) de cultivo.

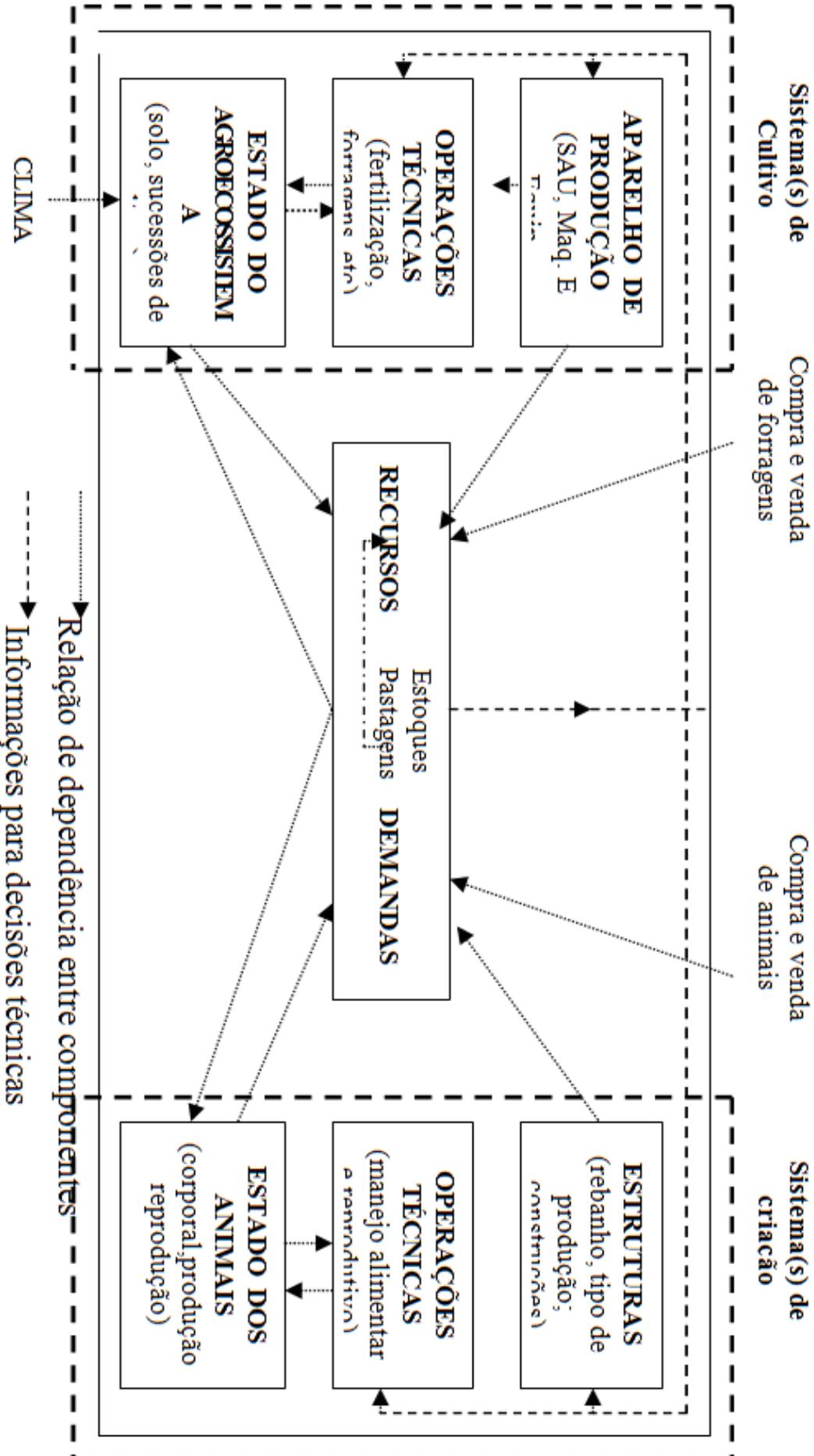
Há autores como Duru et al. (1988) que consideram que o sistema forrageiro não é um conjunto produtivo, mas um conjunto regulador controlado pelo agricultor. O sistema forrageiro é essencialmente um sistema de informação e de decisão cuja tarefa na atividade pecuária, é assegurar a correspondência entre as produções e necessidades de dois sistemas, o sistema de cultivo e o sistema de criação, de acordo com os objetivos e as condições de funcionamento da atividade pecuária. (DURU et al., 1988), conforme ilustrado na Figura 2.

A gestão da equilibração da oferta de forragem e da demanda animal passa por uma série de regulações ou de ajustamentos entre o sistema de cultivo e o sistema de criação e o ambiente. De uma maneira geral, no estabelecimento agrícola, as disponibilidades e necessidades em recursos forrageiros num determinado momento, dependem das estruturas e meios de produção, dos ritmos biológicos de produção de recursos e das demandas dos animais. Os ritmos biológicos determinam as variações anuais de recursos e de necessidades. Para os recursos forrageiros, as variações de crescimento dependem das características climáticas e das populações vegetais cultivadas ou espontâneas. É por meio das escolhas das operações técnicas que é possível modificar, regularizar ou neutralizar os ritmos biológicos. Estas práticas determinam as modalidades e o nível de utilização do potencial de produção e estão na base do processo produtivo.

Assim, o sistema forrageiro pode ser descrito como um programa,

isto é, uma sucessão lógica e ordenada no tempo de: i) objetivos intermediários a alcançar em termos de produção de forragens e de lotes de animais, para atingir um objetivo mais geral definido para o rebanho; ii) meios a mobilizar, na unidade de produção, como fora desta; iii) regras de decisão pertinentes para a gama de situações reconhecidas como possíveis de ocorrer ao longo do ano (DURU et al., 1988).

Fazer um diagnóstico de um sistema forrageiro significa avaliar como é feita a regulação (maneira com que o sistema reage às perturbações de seu ambiente) entre produção, compra, venda, estocagem de forragens e necessidades dos animais e como esta pode ser melhorada.



**Figura 2:** Representação esquemática do ajustamento entre recursos e demanda forrageira. Adaptação de Gras et al. (1989).

## Considerações Finais

A abordagem sistêmica é um procedimento metodológico e uma postura frente ao real, que procura abranger ao mesmo tempo as partes constituintes do objeto complexo (o sistema estudado) e as interrelações que se estabelecem dentro dele e com o exterior, reconciliando as abordagens sincrônicas (estrutura e funcionamento) com as abordagens diacrônicas (evolução histórica).

A representação de uma realidade opera uma redução de sua complexidade. Esta representação é conformada nos modelos/esquemas. Um primeiro risco é tomar os modelos como uma realidade e não como uma ferramenta para pensar a realidade. Um segundo risco é do reducionismo às avessas, quer dizer, explicar o todo sem estudar suas partes constituintes, ou pior, deduzir as partes da observação do todo.

Finalmente, podemos dizer que a abordagem sistêmica é uma ferramenta útil e necessária em uma ação de desenvolvimento, constituindo-se, sobretudo uma maneira de descobrir problemas que não podiam ser percebidos de outro modo. Entretanto, não tem em si mesma a força para encontrar uma solução para os problemas identificados, mas permite mobilizar as diferentes áreas do conhecimento na formulação de proposições coerentes e apropriadas as diversas situações problema identificadas.

## Referências

ASHBY, W. R. An introduction to cybernetics. London: Chapman & Hall, 1956. 295 p.

ATTONATY, J. M. Qu'est-ce que le système fourrager? Perspectives Agricoles, Paris, p. 20-27, jan. 1980. Hors serie, special systèmes fourragers.

BERTALANFFY, L. Von. Teoria geral dos sistemas. 2. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1975. 352 p.

BONNEVIALLE, J. R.; JUSSIAU, R.; MARSHALL, E. Approche globale de l'exploitation agricole. Dijon: INRAP, 1989. 350 p.

BOURGEOIS, A. Une application de la notion de système: l'exploitation agricole. Agriscope, Angers, v. 1, n. 1, p. 15-31, 1983.

BROSSIER, J.; VISSAC, B.; LEMOIGNE, J. L. Modélisation systemique et système agraire: decision et organization. Paris: INRA, 1990. 369 p.

CAPILLON, A.; SEBILLOTTE, M. Étude des systèmes de production des exploitations agricoles: une typologie. In: SÉMINAIRE INTER CARAÏBES

SUR LES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGRICOLE, 1980, Pointe-à-Pitre. Actes du séminaire... Versailles: INRA, 1980. p. 86-111.

DAMAIS, G. Algunas consideraciones teoricas sobre el concepto de sistemas de production. Heredia: [s.n.], 1987. 17 p.

DURU, M.; GIBON, A.; OSTY, P. L. Pour une approche renouvelée du système fourrager. In: JOLLIVET, M. Pour une agriculture diversifié. Paris: Ed. L'Harmattan, 1988. p. 124-133.

GRAS, R.; BENOIT, M.; DEFFONTAINES, J. P.; DURU, M.; LAFARGE, M.; LANGLET, A.; OSTY, P. L. Le fait technique en agronomie: activité agricole, concepts et méthodes d'étude. Paris: INRA: Ed. L'Harmattan, 1989. 184 p.

HART, R. D. Agroecosistemas conceitos básicos. Turrialba: CATIE, 1979. 211 p.

INRA. Sciences pour l'Action et le Développement. Bilan du département: rapport general, 1979-85. Paris, 1985. v. 1, 111 p.

JOUBE, P. H. Approche systémique et recherche développement en agriculture, quelques définitions et commentaires. In: SÉMINAIRE NATIONAL SUR LA LIAISON RECHERCHE-DEVELOPPEMENT-VULGARISATION, 1986, Bamako, Mali. Actes du séminaires... Paris: INRA, 1986. p. 23.

KUHN, T. H. S. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1987. 257 p.

LANDAIS, E.; LHOSTE, P.; MILLEVILLE, P. Éléments conceptuels et méthodologiques pour l'analyse des systèmes d'élevage tropicaux. In: TRAVAUX de recherche-developpement. Paris: GRET, 1989. 26 p.

LANDRIÈRE, J. Systèmes. In: *ENCYCLOPAEDIA Universalis*, Paris, 1984. v. 15, p. 686-688.

LE MOIGNE, J. -L. La théorie du système general: théorie de la modélisation. 4. éd. Paris: PUF, 1994. 338 p.

MAZOYER, M. L. Dynamique des systèmes agraires. In: *RAPPORT de synthèse du Comité Dynamique Systèmes Agraires*. Paris: Ministère de la Cooperations: Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Superieur, 1986. v. 1, p. 1-20.

MENJON, P.; D'ORGEVAL, R. Entre atelier et filière: le système d'élevage. *Agriscopes*, Angers, v. 1, n. 1, p. 42-53, 1983.

MORIN, E. O método: 1: a natureza da natureza. 2. ed. Lisboa: Europa-América, 1987. 363 p.

PIAGET, J. O estruturalismo. Rio de Janeiro: Difel, 1979. 154 p.

PILLOT, D. Recherche-développement et farming systems research: concepts, approaches et methods. Paris: GRET, 1987. 27 p.

ROSNAY, J. de. Le microscope: vers une vision globale. Paris: Seuil, 1975. 305 p.

SEBILLOTTE, M. Agronomie et agriculture: essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers ORSTOM, Serie Biologie*, Montpellier, v. 3, n. 1, p. 3-25, 1974.

SEBILLOTTE, M. Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles, trajectoire et typologies. In: *ÉLEMENTS pour une problématique de recherché sur les systèmes agraires et le*

developpement. Paris: INRA-SAD, 1979. p. 20-30.

SEBILLOTTE, M. Itinéraire technique et evolution de la pensée agronomique. Comptes Rendus de l'Academie d'Agriculture de France, Paris, v. 14, n. 6, p. 906-914, 1978.

SEBILLOTTE, M. Système de culture. In: ENCYCLOPOEDIA Universalis. 2. éd. Paris, 1984. p. 884-887.

SEBILLOTTE, M. Système de culture, un concept opératoire pour lês agronomes. In: COMBE, L.; PICARD, D. (Ed.). Les systèmes de culture. Versailles: INRA, 1990. p. 165-195.

SEBILLOTTE, M. Les systèmes de culture: une réflexion sur l'interêt de cet notion a partir de l'experience acquise em région de grande culture. In: SEMINAIRE DU DEPARTEMENT D'AGRONOMIE DE L'INRA, 1982, Vichy. Actes... Paris: INRA, 1982. p. 63-80.

TREBUIL, G.; DUFUMIER, M. Repères methodologiques pour la recherché-développement en agriculture, applications à l'initiative d'une operation au Sud Thailand. Les Cahiers de la Recherche-Développement, Montpellier, v. 2, n. 1, p. 35-43, 1983.

VISSAC, B. Réflexions à propos des recherches sur les systèmes agraires et le développement à l'INRA. In: SYMPOSIUM FARMING SYSTEMS RESEARCH/EXTENSION, 1989, Fayeerville. Actes... Paris: INRA-SAD, 1989. p. 15-39.

WALLISER, B. Systèmes et modeles: introduction critique à l'analyse de systems. Paris: Seuil, 1977. 248 p.

WÜNSCH, J. A. Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção:

procedimentos para ações de desenvolvimento regional. 1995. 185 f.  
Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura  
Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.