

# 1

## As Dimensões da Sustentabilidade e seus Indicadores

*José Maria Gusman Ferraz*

Resumo .....	17
Summary .....	18
Introdução .....	19
Sustentabilidade: conceituação e histórico .....	20
Avaliação econômica da sustentabilidade .....	22
Sustentabilidade agrícola .....	25
Agroecossistemas .....	28
Indicadores de sustentabilidade .....	31
Referências .....	33

---

---

## Summary

The concept of sustainable agriculture embraces a wide range of visions reflecting the existing conflict of interests in the society. It congregates those that see the possibility of a simple adaptation of the current production system, as well as those that advocate the possibility to promote structural changes - including the social and economical aspects. The basic unit for analysis of the sustainability is the agroecosystem. Several economical approaches deal with sustainability of the agroecosystem. The most discussed in the literature are the Neoclassical Economy and the Ecological Economy. A new method of evaluating sustainability of an agroecosystem is through the Emergy Analysis. The concepts of sustainable agriculture, the economical approaches to evaluate the sustainability, as well as categories and characteristics of the sustainability indicators are presented in this chapter.

## Introdução

As diferentes formas de organização das sociedades humanas apresentaram maneiras específicas de se relacionar com a natureza, nem todas ecologicamente eficientes. Da mesma forma, cada sistema de produção estabelece determinadas relações de apropriação e manejo dos recursos - renováveis ou não, reproduzíveis ou não - e determinam a sua classe e velocidade de consumo (Gonzales de Molina & Sevilla Guzman, 1993). Ao longo da história da humanidade, a maneira de apropriação do espaço e dos seus recursos levaram ao desenvolvimento e decadência de diferentes civilizações.

A Revolução Verde, por meio do modelo industrial-produtivista de apropriação da natureza, acelerou de forma alarmante a degradação ambiental e social do espaço rural a ponto de se tornar insustentável. Segundo Sevilla Guzman (2000), este modelo industrial do uso dos recursos foi substituindo os modelos de produção vinculados às culturas locais, onde os valores de uso sempre prevaleceram sobre os valores de troca.

A Revolução Verde no Brasil, apresentando um alto grau de industrialização, trouxe num primeiro momento o aumento da produção e produtividade, notadamente nos produtos de exportação. O incremento no uso de insumos, da mecanização e da expansão de monocultivos levou a degradação de grandes superfícies, muitas delas abandonadas depois de poucos anos de cultivo. O agravamento desse quadro se deu com a intensificação da produção em áreas não aptas, ou acima de sua capacidade de suporte, provocando erosão e contaminação do solos e água com agroquímicos, tornando-os cada vez mais dependentes do aporte de energia externa, e reduzindo a sua capacidade produtiva ao longo do tempo. Isso foi devido, em grande parte, à falta de uma visão mais abrangente entre a produtividade e a estabilidade dos ecossistemas tropicais.

A inadequação do modelo difundido pela Revolução Verde, bem como a aceitação internacional e a difusão do conceito de sustentabilidade, têm levado a pesquisa agropecuária a uma crescente busca de modelos alternativos e sustentáveis para a agricultura.

A sustentabilidade referida neste trabalho contempla três dimensões: sustentabilidade ecológica, sustentabilidade econômica e sustentabilidade social. O ecológico se referindo a estabilidade do ambiente e dos recursos naturais, o econômico à rentabilidade, e o social à equidade entre os membros da sociedade. O desenvolvimento sustentável nos planos econômico, social e ecológico pode ser atingido pela incorporação de tecnologias adequadas às diferentes condições locais, pela agregação de bens e serviços mais duráveis e equanimemente distribuídos e, principalmente, por meio de uma nova visão de uso dos recursos, do aporte de energia ao sistema e da valoração do conhecimento local.

## Sustentabilidade: conceituação e histórico

A literatura apresenta uma gama variada de definições e conceitos sobre *sustentabilidade*. Segundo Sachs (1993), o relatório de Fournex - documento preparatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano de 1972 - estabeleceu um caminho intermediário entre o pessimismo a respeito do esgotamento dos recursos naturais e a incapacidade do progresso técnico-científico de resolver a questão, e o otimismo das soluções propostas pelas inovações tecnológicas.

Tanto o Relatório Fournex, como a Declaração de Estocolmo de 1972, enfatizaram a necessidade de se projetar e implementar estratégias ambientalmente adequadas para promover um desenvolvimento socioeconômico equitativo, surgindo daí o termo *ecodesenvolvimento*, mais tarde modificado para *desenvolvimento sustentável*. Em meados dos anos 80, a noção de sustentabilidade se estabelece como um novo paradigma da sociedade moderna. Em 1987, a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) publica o Relatório Brundtland que lança um novo desafio de desenvolvimento sustentável, levando à convocação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), ou Eco-92, realizada no Rio de Janeiro.

Apesar das inúmeras discussões, ainda não existe um consenso sobre o conceito de *desenvolvimento sustentável*. As várias interpretações existentes ficam por conta dos diferentes interesses e ideologias. No entanto, a essência desse conceito está contida na definição dada pela WCED (World Commission on Environment and Development), onde alcançar o desenvolvimento sustentável significa atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades (World Commission on Environment and Development - WCED, 1987). Assim, por exemplo, torna-se incompatível a idéia de preservação das matas tropicais com a manutenção de elevado consumo de energia fóssil, ou ainda a manutenção das desigualdades sociais e de distribuição de renda com as necessidades da população.

O desenvolvimento sustentável no seu conceito mais amplo não será alcançado enquanto prevalecer a lógica de mercado ao invés da lógica das necessidades, pois os padrões de consumo e de acumulação da sociedade contrastam com a finitude dos recursos naturais não-renováveis, e com os limites de assimilação e suporte impostos pela natureza.

Para Gutman (1994), embora a maioria dos autores refiram-se ao *desenvolvimento sustentável como uma necessidade de uma equidade intergeracional* (preservar o ambiente para as futuras gerações), para os países periféricos, a sustentabilidade crítica é a *sustentabilidade intrageracional*, ou seja, como fazer o uso equitativo do ambiente agora, como enfrentar o problema da pobreza e desigualdade no presente. Esta é pertinente e deve estar presente ao se definir e desenvolver indicadores de sustentabilidade.

Segundo Sevilla Guzman (2000), o desenvolvimento rural sustentável, sob a ótica dos organismos internacionais, responde ao discurso ecologista apoiado em uma construção teórica ecotecnocrática. Esta se baseia na premissa de que os riscos que envolvem o planeta estão relacionados às altas taxas de crescimento populacional dos “países pobres”, que degradam o ambiente, principalmente por meio da destruição das florestas, e não pelas formas de produção e consumo dos países ricos que, além de demandarem elevados níveis de exploração de energia e recursos, geram

altos níveis de contaminação e desequilíbrios ambientais. A solução, segundo os organismos internacionais institucionalizados e os bancos multilaterais de desenvolvimento, está no processo de globalização econômica que permite a generalização do consumo das economias centrais mediante o indispensável crescimento econômico requerido pelas sociedades ditas modernas.

Para Ortega (1997), a sustentabilidade somente será possível se os marcos de referência para a atividade humana, os paradigmas culturais, forem mudados. Para tanto, torna-se necessário gerar novas propostas para a ciência e tecnologia, a administração, e para a organização social e ideológica.

As diversas definições de sustentabilidade incluem conceitos relacionados com a sustentabilidade ecológica, econômica e social. A sustentabilidade ecológica implica na manutenção no tempo das características fundamentais do ecossistema sob uso quanto aos seus componentes e suas interações; a sustentabilidade econômica se traduz por uma rentabilidade estável no tempo; a sustentabilidade social está associada a idéia de que o manejo e a organização do sistema são compatíveis com os valores culturais e éticos do grupo envolvido e da sociedade, o que o torna aceitável por essas comunidades ou organizações, dando continuidade ao sistema ao longo do tempo (De Camino & Muller, 1993). Poderia também ser incluída nesta definição a distribuição equânime dos benefícios por todo o grupo social envolvido.

Estas três dimensões, aparentemente conflitantes, apresentam estreita interdependência e devem ter os mesmos graus de importância para que a sustentabilidade seja alcançada. O Triângulo de Möbius (Fig. 1) esquematiza o grau de equilíbrio que deve ser alcançado.

## Avaliação econômica da sustentabilidade

Embora, teoricamente, deva existir um equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade, a abordagem econômica é a mais enfatizada nas avaliações dos ecossistemas devido ao seu elevado peso relativo nas decisões humanas, merecendo, portanto, um destaque.

Existem várias abordagens econômicas que tratam das questões ambientais e que avaliam a sustentabilidade dos agroecossistemas. As mais discutidas pela literatura são a Economia Neoclássica e a Economia Ecológica.

Os preceitos da economia neoclássica, quanto ao equilíbrio de mercado e soberania do consumidor (disposição a pagar por um determinado bem), proporcionam amplo espaço para o ajuste de preços, de modo a refletir as externalidades ambientais (Tietenberg, 1994). Além disso, é aceito que a questão da sustentabilidade pode ser incorporada sob esta mesma ótica, ao aplicar o preço “correto”, inclusive aos bens e serviços ambientais. Pressupõe, ainda, que o capital natural pode ser

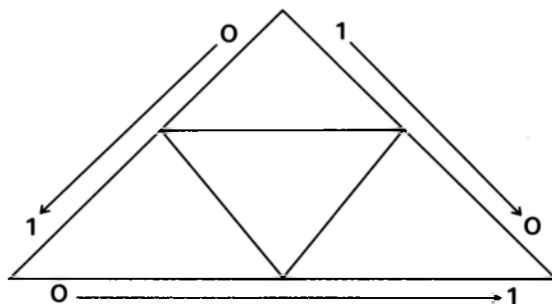


Fig.1. Triângulo de Möbius para os três objetivos conflitantes (Nijkamp, 1990).

substituído infinitamente pelo capital material (feito pelo homem). Subjacente a estas hipóteses há um otimismo fatalista de que o progresso tecnológico irá superar quaisquer limites impostos ao crescimento econômico devido a escassez dos recursos naturais. Assim, os mecanismos de mercado têm sido sugeridos como meios para indicar a importância relativa dos efeitos nocivos do desenvolvimento econômico, e para expressar a disposição da sociedade em pagar para amenizar os danos causados (Sevilla, 2000).

Para avaliar os diferentes graus de sustentabilidade, essa abordagem econômica, no entanto, merece ressalvas, pois os recursos naturais valorados diretamente pelo mercado, ou por técnicas que simulam o mercado, não trazem embutidos

em seu custo a energia e o tempo necessários para a sua formação e para o seu restabelecimento. Além disso, não trata adequadamente as questões associadas à impossibilidade de sua reposição, como, por exemplo, os recursos não-renováveis ou a perda de biodiversidade. Os estudos nesta direção têm avançado muito, mas os resultados não são alentadores, devido a dificuldade em reduzir a heterogeneidade do ambiente a uma valoração monetária (Gutman, 1994).

A Economia Ecológica apresenta uma abordagem preventiva contra as catástrofes ambientais eminentes, tratando a conservação dos recursos naturais por meio de uma visão que leva em conta as necessidades das gerações futuras. Esta abordagem se contrapõe à visão da economia neoclássica, uma vez que pressupõe que os limites ao crescimento, fundamentado na escassez dos recursos e na sua capacidade de suporte, são reais e não necessariamente superáveis através do progresso tecnológico. A escala sustentável adapta-se de forma gradativa às inovações tecnológicas, de modo que a capacidade de suporte se mantenha ao longo do tempo (Alier & Jusmet, 2000).

Uma outra forma de avaliar a sustentabilidade de um agroecossistema é por meio da Análise de Emergia ou Análise Emergética (Odum, 1986, 1996, 1998). Nesta abordagem, ao se avaliar um agroecossistema, todas as entradas de energia são expressas numa base comum, ou seja, a Emergia solar, medida em Joules de energia solar (sej), a Emergia definida como a energia incorporada no processo de obtenção de um produto ou serviço (Odum, 1986; Ortega, 1998). Esta metodologia parte do princípio de que todos os processos na natureza podem ser convertidos em equivalentes de energia solar<sup>1</sup>. Desta forma é possível assumir que uma avaliação apropriada do fluxo de energia dos ecossistemas pode permitir a análise de qualquer sistema ecológico ou econômico (Odum, 1971, 1993 e 1996) de um agroecossistema.

---

<sup>1</sup> Os fundamentos da teoria emergética é apresentada por Ortega em *Indicadores de sustentabilidade sob a perspectiva da análise emergética*, neste volume.



## Sustentabilidade agrícola

O conceito de agricultura sustentável abrange um amplo leque de visões refletindo o conflito de interesses existentes na sociedade. Congrega, desde uma maioria que vê a possibilidade de uma simples adequação do atual sistema de produção, até aqueles que vêem a possibilidade de promover mudanças estruturais - incluindo os aspectos sociais, econômicos e ambientais - em todo o sistema (Redclift, 1987; Goodman, 1991).

No campo político e econômico esta discussão se polariza, basicamente, entre as empresas produtoras de insumos e as organizações não-governamentais, enquanto na comunidade científica internacional e de profissionais ligados a agricultura a discussão pode ser dividida entre aqueles que assumem a posição adotada pela FAO, com um enfoque mais conservador, e os que adotam a posição do Nacional Research Council, EUA, que propõe mudanças mais significativas ao modelo produtivo convencional.

A proposta de um desenvolvimento sustentável, incluindo a atividade agrícola, contempla a conservação dos recursos naturais, a utilização de tecnologias apropriadas, bem como a viabilidade econômica e social (Peters & Stanton, 1991).

O padrão de desenvolvimento agrícola moderno ou convencional intensificou-se após a Segunda Guerra e foi disseminado nos anos setenta pela Revolução Verde, como uma solução para os problemas da fome. Os problemas ambientais resultantes da atividade agrícola têm se tornado cada vez mais críticos, sendo traduzidos pelo declínio da produtividade local e regional, pelos impactos negativos no solo e na água, através da erosão, sedimentação poluição química, pela diminuição da biodiversidade, além de possíveis modificações no clima regional (Altieri, 1992).

As interpretações convencionais confundem a sustentabilidade com a perdurabilidade da produção e do máximo rendimento. Goodman & Redclift (1991) afirmam que qualquer definição de sustentabilidade deve levar em conta necessariamente as dimensões cultural e estrutural.

Para Altieri (1983), sustentabilidade agrícola é a capacidade de um agroecossistema de manter a produção através do tempo na presença de repetidas restrições ecológicas e pressões socioeconômicas. Parr & Sharon (1992) citam que em países orientais a manutenção por vários séculos de uma agricultura permanente e sustentável, suprimindo as necessidades de contingentes populacionais enormes, estava relacionada com a extensiva reciclagem de matéria orgânica das mais variadas fontes, que, além de elevar a produtividade, reduzia os processos de erosão e perdas de nutrientes.

Lal (1991), reportando-se aos princípios e objetivos da avaliação da sustentabilidade, afirma que “a obtenção de alta produtividade e a manutenção ou melhoria da qualidade ambiental não são mutuamente excludentes nem difíceis de serem alcançadas”. Isso, contudo, ainda não foi observado. Segundo o autor, a avaliação econômica da sustentabilidade é geralmente feita após uma série de safras, enquanto que a avaliação dos aspectos sociais e biofísicos podem requerer décadas ou até séculos. A avaliação dos aspectos ambientais da sustentabilidade deveria considerar a escala de tempo correspondente para que pudesse produzir resultados confiáveis (Tabela 1).

**Tabela 1.** Escala de tempo para avaliação de diferentes aspectos da sustentabilidade.

Aspectos	Escala de tempo
Avaliação econômica de lucratividade	uma ou várias safras
Tendências de rendimento	cinco a vinte anos
Características do solo	uma a várias décadas
Características hidrológicas	uma a várias décadas
Parâmetros ecológicos	várias décadas a séculos
Aspectos sociais e culturais	poucas a várias gerações

Lal, 1991.

A avaliação da sustentabilidade requer, ainda, considerações sobre a escolha da escala sistêmica apropriada, ou seja, da amplitude da área de estudo. A exemplo disso, a Tabela 2 apresenta a escala temporal e sistêmica para a avaliação da ação indutora de mudanças em alguns parâmetros do solo.

**Tabela 2.** Escala temporal e sistêmica para a avaliação da ação indutora de mudanças nas propriedades, processos e no microclima do solo.

Parâmetros	Escala temporal	Escala sistêmica
Processos do solo		
Erosão	5 a 20 anos	Bacia hidrográfica
Compactação acidificação	1 a várias safras	Parcela de terreno/propriedade
Queda de fertilidade	5 a 20 anos	Tipos de solos/propriedade
Propriedades do solo		
físicas, químicas nutricionais	1 a diversos anos	Tipos de solos/propriedade
Microclima		
Provisão energética	10 a 50 anos	Parcela de terreno
Temperatura do ar e solo	poucos a diversos anos	Parcela de terreno
Regime de chuvas	poucas a diversas décadas	Microbacia

## Agroecossistemas

A unidade básica para análise da sustentabilidade é o agroecossistema. De acordo com Toews (1987) & Lowrance, et al. (1984), agroecossistemas podem ser definidos como “entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo as plantas e animais domesticados, elementos bióticos e abióticos do solo, rede de drenagem e de áreas que suportam vegetação natural e vida silvestre. Os agroecossistemas incluem de maneira explícita o homem, tanto como produtor como consumidor, tendo portanto dimensões socioeconômicas, de saúde pública e ambientais”.

Tal conceito demonstra os complexos mecanismos de interdependência existentes, de onde emergem dois componentes fundamentais: um estrutural, caracterizado pela maioria dos fatores físicos (meio abiótico) e a organização das espécies e populações de microorganismos, vegetais e animais (meio biótico); e outro funcional, que diz respeito ao modo como os elementos estruturais se associam e interagem, com maior ou menor grau de intervenção humana, promovendo ciclos de nutrientes e fluxos energéticos por todo agroecossistema (Borman & Likens, 1976; Gliesman & Amador, 1980).

Conway (1991) afirma que o principal objetivo de um agroecossistema é o incremento do seu valor social, ou seja, da qualidade e quantidade de bens e serviços produzidos, de forma a satisfazer as necessidades do homem.

Para se avaliar a sustentabilidade de um agroecossistema, deve-se considerar suas características hierárquicas e a complementaridade com o ambiente externo (Fig.2). Isso torna possível a identificação dos processos-chaves e dos organismos envolvidos que governam as quatro propriedades ou comportamentos dos agroecossistemas sustentáveis, conforme definidos por Gutierrez et al. (1993) e Conway & Barbier (1988): produtividade, estabilidade, elasticidade e equidade.



*Produtividade:* produção primária por unidade de insumo utilizado (água, energia, nutrientes) num período de tempo. Pode ser alta ou baixa, dependendo da base de recursos naturais.

*Estabilidade:* o grau no qual a produtividade se mantém constante, frente a pequenas distorções causadas por flutuações climáticas ou outras variáveis ecológicas e econômicas.

*Elasticidade ou resiliência:* capacidade de recuperação do sistema frente a perturbações externas (capacidade de resposta ou robustez).

*Equidade:* distribuição eqüitativa do recurso econômico e dos benefícios, dos custos e dos riscos gerados pelo manejo do sistema. Esta propriedade não apresenta correspondente em sistemas ecológicos naturais.

Tal enfoque se sustenta no fato de que qualquer sistema pode ser descrito com base nos recursos disponíveis e na sua forma de manejo, tanto em termos físicos como econômicos e sociais. A avaliação dos recursos se concentra na observação do desenvolvimento de seu estoque (qualidade e quantidade), enquanto que a avaliação do manejo está relacionada de alguma forma com fluxo de produtos e recursos e a relação entre ambos (De Camino & Muller, 1993) (Fig.3).

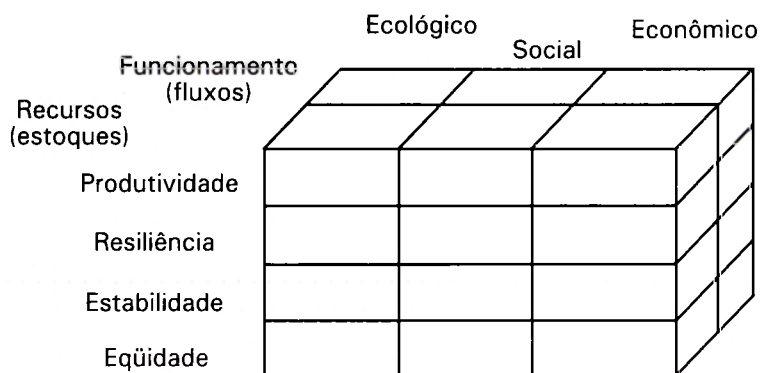


Fig.3. Aspectos a serem considerados na sustentabilidade (De Camino & Muller, 1993).

## Indicadores de sustentabilidade

Os indicadores de sustentabilidade de um agroecossistema devem refletir as alterações nos atributos de produtividade, resiliência, estabilidade e equidade. Deve-se ressaltar que não existem indicadores “universais”, mas sim que cada sistema, dependendo de suas categorias e elementos específicos, assim como dos descritores relacionados, terá seu próprio conjunto de indicadores.<sup>2</sup> Os indicadores devem ser eficientes e não exaustivos. Eficientes no sentido de realmente cumprirem as condições descritas, sensíveis e com uma boa base estatística; e não exaustivos, ou seja, não ter muitos indicadores para um mesmo descritor.

Um critério geral para a seleção de indicadores é que estes devem ser capazes não apenas de sinalizar a existência de uma degradação no sistema, mas também de advertir sobre eventuais perturbações potenciais.

Segundo Toews (1987) pode-se distinguir quatro categorias principais de indicadores:

- Indicadores gerais (estado geral do sistema).
- Indicadores de diagnóstico (porque mostra sinais de degradação).
- Indicadores de estimativa de risco (fatores que conduzem, com alta probabilidade, ao desenvolvimento não-sustentável).
- Indicadores de *fitness* (robustez).

Os indicadores devem possuir as seguintes características:

- Aplicáveis em um grande número de sistemas ecológicos, sociais e econômicos.
- Mensuráveis e de fácil medição.
- De fácil obtenção e baixo custo.
- Concebidos de tal forma que a população local possa participar de suas medições, ao menos no âmbito da propriedade.

---

<sup>2</sup> Uma discussão sobre descritores e indicadores ambientais é apresentada por Pessoa et. al. em *Modelo conceitual de indicadores de sustentabilidade para a Microbacia do Córrego Taquara Branca, Sumaré, SP*, neste volume.

- Sensíveis às mudanças do sistema e indicar tendências.
- Representar os padrões ecológicos, sociais e econômicos de sustentabilidade.
- Permitir o cruzamento com outros indicadores.

Os indicadores utilizados para monitorar o sistema ao longo do tempo devem ser avaliados quanto a sua eficiência em relação as características citadas acima.

Deve-se definir níveis máximos e mínimos para os indicadores individuais, de acordo com a capacidade de suporte do sistema, bem como atribuir-lhes pesos na formulação de indicadores compostos, de acordo com o seu grau de importância para cada descritor. Isto se deve, comumente, à existência de vários indicadores por atributo, característica ou dimensão de sustentabilidade. A abordagem analítica que permite a construção de indicadores compostos é apresentada por Mansfield (1975) e Lal (1991).

O nível crítico de um indicador é definido como o nível máximo, além do qual a produção declina rapidamente. O nível crítico pode também ser definido em termos da severidade de degradação. O limite inferior do nível crítico é aquele no qual a velocidade de degradação é alta mas ainda pode ser revertida; o limite superior do nível crítico se refere ao ponto de irreversibilidade de degradação do recurso.

Para cada agroecossistema deve ser definido um conjunto particular de indicadores em função das condições agroecológicas e socioeconômicas presentes em cada região, do perfil dos usuários finais da informação, da disponibilidade de informações existentes e dos custos envolvidos na geração de novos dados, se necessário.



## Referências

- ALIER, J.M.; JUSMET, J.R. *Economía ecológica y política ambiental*. Mexico, D.F.: PNUMA, 2000. 493 p.
- ALTIERI, M.A. *Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture*. Berkeley: The Repro Express, 1983.
- ALTIERI, M.A. Sustainable agricultural development in Latin America: exploring the possibilities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 39, p. 1-21, 1992.
- BORMAN, F.H.; LIKENS, G.E. Nutrient cycling. *Science*, v. 155, p. 424-429, 1976.
- CONWAY, G. *What is an agrosystem and why is it worthy of study*: paper presented at the Workshop on Human/Agroecosystem Interactions, PESAM/EAPI. Laguna: Los Banos College, 1981.
- CONWAY, G.R. Sustainability in agricultural development: trade-offs with productivity, stability and equitability. In: ANNUAL AFSR/E SYMPOSIUM, 1., 1991, Michigan. *Proceedings...* Michigan: Ohio State University, 1991.
- CONWAY, G.R.; BARBIER, E.B. After the green revolution. *Futures*, East Lansing, v. 22, p. 651-670, Dec. 1988.
- DE CAMINO, R.; MULLER, S. *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales - Bases para establecer indicadores*. San Jose: IICA/GTZ, 1993. (Serie Documentos de Programas, 38).
- GALLOPIN, J. *Discussion durante el primer taller del Grupo Interamericano de Estudios sobre Desarrollo Sostenible*. San Jose, 1993.
- GLIESSMAN, S.R.; AMADOR, M.A. Ecological aspects of production in traditional agroecosystems in the humid lowland tropics of Mexico. In: FURTADO, J.I. (Ed.). *Tropical ecology and development*. Kuala Lumpur: IST, 1980.
- GONZALES de MOLINA, M.; SEVILLA GUZMAN, E. Una propuesta de diálogo entre socialismo y ecología : el neopopulismo ecológico. *Ecología Política*, n. 3 , 1993.

GOODMAN, D.; REDCLIFT, M. *Refashioning nature, food, ecology and culture*. London: Routledge, 1991.

GUTIERREZ, E.; BRENES, G.; BALDARES, M. *Consultoria sobre un sistema de indicadores de sostenibilidad de la agricultura y de los recursos naturales para America Latina y el Caribe*: version preliminar, documento no publicado. San Jose: IICA-GTZ, 1993.

GUTMAN, P. La economia y la formación ambiental. In: LEFF, E. (Comp.). *Ciencias sociales y formación ambiental*. Barcelona: Libera Graf, 1994. p.125- 156.

LAL, R. *Methods and guidelines for assessing sustainable use of soil and water resources in the tropics*. Columbus: The Ohio State University, 1991. (SMSS Technical Monograph, 21).

LOWRANCE, R.; STINNER, B.R.; HOUSE, S. *Agricultural ecosystems*. New York: Wiley-Interscience, 1984.

MANSFIELD, J.E. Land capability for annual rainfed arable crops in Northern Nigeria based on soil physical limitation. In: LAL, R.; GREENLAND, D.J. (Ed.). *Soil physical properties and crop production in the tropics*. New York: J. Wiley, 1975. p. 407-426.

ODUM, H.T. *Environment, power, and society*. New York: J. Wiley, 1971.

ODUM, H.T. *Ecological and general systems* (formerly systems ecology). Boulder: University of Colorado Press, 1983.

ODUM, H.T. Emergy in ecosystems. In: POLUNIN, N. (Ed.). *Environmental monographs and symposia*. New York: J. Wiley, 1986. p. 337-369.

ODUM, H.T. *Environmental accounting, emergy and decision making*. New York: J. Wiley, 1996. 370 p.

ODUM, H.T.; ODUM, E.C.; BROWN, M.T. *Environment and society in Florida*. Boca Raton: Lewis, 1998.

ORTEGA, C. Sustainable development and integrated systems for food and energy production. In: WORKSHOP ON NEW PARADIGMS OF SCIENCE, 1., 1997, São Carlos. *Proceedings...* São Carlos: Federal University of São Carlos, 1997.

ORTEGA, E. *Contabilidade ambiental e econômica de projetos agro-industriais*. Conference presented at the XVI Brazilian Food Science and Technology Congress, Rio de Janeiro, 1998.

PARR, J.F.; SHARON, B.H. Agricultural use of organic amendments: a historical perspective. *American Journal of Alternative Agriculture*, v. 17, n. 4, p. 181-189, 1992.

PETERS, G.H.; STANTON, B.F. (Ed.). *Sustainable agricultural development: the role of international cooperation*. Dartmouth: Dartmouth Publishing Company, 1991. 704 p.

PIMENTEL, D. Agriculture and ecotechnology. In: MITSCH, W. J.; JORGENSEN, S. E. (Ed.). *Ecological engineering: an introduction to ecotechnology*. New York: Wiley-Interscience, 1989. p. 79-102.

REDCLIFT, M. *Sustainable development: exploring the contradictions*. London: Methuen, 1987.

SACHS, W. *Global ecology: a new arena of political conflict*. London: Zed Books, 1993.

SEVILLA GUZMAN, E. Aspectos teóricos de la agroecología. In: CASADO GUZMAN, G. I.; GONZALES DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMAN, E. *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi Prensa, 2000.

TOEWS, D.W. Agroecosystem health: a framework for implementing sustainability in agriculture. In: WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT. *Our common future*. London: Oxford University Press, 1987.