

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AGROECOSSISTEMAS

Katia Marzall
Engenheira Agrônoma (UFRGS)

Dissertação apresentada como um
dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia

Porto Alegre (RS), Brasil
Abril, 1999

AGRADECIMENTOS

Por mais que uma dissertação tenha uma autoria determinada, não é um resultado que se alcança de forma independente. Ela não seria possível sem um conjunto de colaboradores, diretos e indiretos, que fornecem as condições necessárias para que algum dia finalmente se coloque um ponto final nesta etapa percorrida. Por esta razão gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que estiveram, física e emocionalmente, ao meu lado nestes dois últimos anos.

De forma especial, gostaria lembrar de algumas pessoas.

Inicialmente, como não poderia deixar de ser, meus pais, Ursula e Ivo Marzall, pois sem eles eu não existiria para realizar este trabalho e não teria o conjunto de valores que me fizeram abraçá-lo. Além disso, um agradecimento por todo apoio recebido.

Agradeço também a Jalcione Almeida, pela orientação, pelo constante apoio, pelas conversas, e principalmente pelo ânimo e por conseguir acender a luz no fim do túnel sempre que o desânimo tomava conta.

O nome de Leonardo Beroldt não pode ser esquecido. Um agradecimento especial por ter aberto o caminho, facilitando o trâmite em diversas etapas do processo, e também pelas trocas de idéias e experiências.

Agradeço também a Zander Navarro, que plantou a idéia deste trabalho, acompanhou algumas etapas, e pelas informações preciosas conseguidas.

Diversas pessoas forneceram informações diretamente relacionadas ao tema ou possibilitando contatos subseqüentes. Agradeço pela atenção dedicada a: Prof. Amil Gupta (SRISTI); Dr. Conceição Young (CNPMA, Embrapa); Prof. Davi da Motta Marques (UFRGS – IPH); Dr. Deborah Neher; Prof. Fábio Dal Soglio (UFRGS – Fac. Agronomia Dep. Fitossanidade; UFSC); Dr. Jeff Tschirley (FAO); Prof. João Mielnickzuc (UFRGS - Fac. Agronomia Dep. Solos); Márcia Izabel Fugisawa (CNPTIA, Embrapa); Prof. Sérgio Martins (UFPEL – Fac. Agronomia, Dep. Fitotecnia); Prof. Sissel (Un. of Oslo); Prof. William Lockeretz (Un. Guelph); Prof. Fernando Meirelles (IPH – UFRGS); Prof. Jacques Marre (IFCH – UFRGS).

Gostaria de lembrar ainda o Núcleo Temas, o Departamento de Horticultura e Silvicultura, em especial a professora Ingrid B. I. de Barros, os colegas do Departamento de Horticultura e Silvicultura (as conversas e trocas de idéias, informações e experiências na sala dos alunos, durante as pausas para almoço, ou entre uma leitura e outra são fundamentais para que se sinta integrado a um trabalho, permitindo sentir o que é a vivência acadêmica), em particular a Janaína Marques Miranda Lisboa e Sônia Regina Mello Pereira, e Cleusa e Detamar, pela disposição em ajudar a resolver pequenos problemas e pelo café sempre pronto na secretaria.

Lembro ainda em especial os amigos, tantos, que sempre se mostraram interessados, e ajudaram na constituição de uma base emocional para seguir em frente.

E ainda a Deus, criador deste mundo maravilhoso que ele tem colocado a cada dia em nossas mãos para que dele cuidemos com responsabilidade e, principalmente, muito amor.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE DE AGROECOSSISTEMAS¹

Autora: Eng.^a Agr.^a Katia Marzall

Orientador: Prof. Dr. Jalcione Almeida

SINOPSE

O conceito de sustentabilidade, ainda que não consensual quanto o seu exato significado, surge como um novo entendimento balizador do desenvolvimento. Para nortear os rumos deste, são necessários indicadores que permitam caracterizar, avaliar e acompanhar um dado sistema. O desenvolvimento de programas de estudo de indicadores de sustentabilidade é bastante recente, apresenta problemas conceituais e lacunas que ainda estão surgindo e está, portanto, longe, por enquanto, de permitir afirmações conclusivas. Entretanto, alguns trabalhos já vêm sendo realizados sobre o tema, ressaltando-se aqueles desenvolvidos por organizações internacionais como o IICA, OECD, WRI e FAO; e, no Brasil, por órgãos governamentais como a Embrapa, o IAPAR e algumas universidades. A análise desses trabalhos mostra que, apesar da preocupação explícita da maioria destes programas nesse sentido, existe uma certa dificuldade em integrar os indicadores na perspectiva da teoria sistêmica e elaborar conjuntos de indicadores levando em conta a sua interdisciplinaridade. Entretanto, a preocupação e os esforços realizados com a definição de indicadores de sustentabilidade têm levado a uma percepção mais ampla e, ao mesmo tempo, mais detalhada da realidade. O próprio processo de busca desses indicadores, com os questionamentos que suscita, tem-se evidenciado como um instrumento útil para a melhor compreensão de uma nova concepção de desenvolvimento e das aspirações vitais da humanidade.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (208f.), abril, 1999.

AGROECOSYSTEMS SUSTAINABILITY INDICATORS²

Author: Eng.^a Agr.^a Katia Marzall
Adviser: Prof. Dr. Jalcione Almeida

SUMMARY

While no consensus on the exact meaning of the term has so far been reached, the concept of sustainability has originated a new understanding of development. In order to steer and direct this development, indicators are needed to characterize, evaluate and follow up a given system. The development of research programs on sustainability indicators is rather recent. There are, therefore, still conceptual problems and a number of relevant blanks, indicating that the research achievements on the subject are yet far from being conclusive. However, some important documents have already been produced on the theme, mainly by international organizations such as IICA, OECD, WRI and FAO; and, in Brazil, by some governmental institutions, especially EMBRAPA, IAPAR, and some universities. The analysis of these documents shows that there have been major difficulties in integrating the sustainability indicators under the systems theory approach, and in elaborating sets of indicators taking into account their interdisciplinarity. The concern with the development of such indicators has however raised the discussion on relevant aspects that had not been adequately considered before, such as the subjective ones. It is, consequently, contributing to a wider and at the same time more detailed perception of reality. As a result, the very search of sustainability indicators, enriched by the questions raised during the process, has become a very useful tool to better grasp the new conception development, as well as the vital aspirations of humanity.

² Dissertation in Agronomy - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (208f.), april, 1999.

SUMÁRIO

	Página
1. Introdução	01
2. Antecedentes	06
2.1. A noção de sustentabilidade	07
2.1.1. <i>Agricultura sustentável</i>	25
2.2. Indicadores	30
2.2.1. <i>Definição</i>	33
2.2.2. <i>Objetivos dos indicadores de sustentabilidade</i>	35
2.2.3. <i>Características dos indicadores de sustentabilidade</i>	37
2.2.4. <i>Tipos de indicadores</i>	38
2.2.5. <i>Conjuntos de indicadores</i>	39
2.2.6. <i>Considerações gerais</i>	39
2.3. O enfoque sistêmico	44
2.3.1. <i>O que é um sistema?</i>	44
2.3.2. <i>O sistema na realidade agrícola</i>	48
2.3.3. <i>Por que do enfoque sistêmico</i>	52
2.3.4. <i>E a agricultura neste contexto?</i>	59
2.3.5. <i>E o enfoque sistêmico quanto a sustentabilidade?</i>	60
2.3.6. <i>E os indicadores?</i>	61
2.3.7. <i>Algumas considerações gerais</i>	62
2.4. Concluindo o capítulo	64
3. Procedimentos metodológicos	65
4. Resultados	70
4.1. Iniciativas internacionais	72
4.1.1. Nações Unidas (UN)	72
4.1.1.1. FAO (United Nations Food and Agriculture Organisation)	72
4.1.1.1.1. Agricultural Policy Analysis and Planning - the Use of Indicators to Assess Sustainability within K2	72
4.1.1.1.2. FAO Household Food Security Index	75

4.1.1.2. Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD).....	75
4.1.1.3. UNDP (United Nations Development Program/PNUD).....	79
4.1.1.3.1. UNDP/SARD (Sustainable Agriculture and Rural Development).....	79
	Página
4.1.2. A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management (SLM)	83
4.1.3. Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development....	84
4.1.3.1. Pressão – Estado – Resposta (<i>Pressure - State – Response Framework (PSR)</i>).....	84
4.1.3.1.1. World Resources Institute (WRI).....	88
4.1.4. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	96
4.1.4.1. CIAT Hillside Program	96
4.1.4.2. CIAT-UNEP	96
4.1.4.3. World Bank - CIAT – UNEP.....	96
4.1.5. International Center for Living Aquatic Resources Management – Philippines.....	97
4.1.6. IICA/GTZ (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).....	98
4.1.7. IFPRI (International Food Policy Research Institute)	104
4.1.8. Banco Mundial.....	104
4.1.9. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management.....	105
4.2. Iniciativas nos Estados Unidos.....	106
4.2.1. Do governo americano.....	106
4.2.1.1. US - EPA (United States Environmental Protection Agency), Tufts University, Consortium Regional Sustainability (CRS).....	106
4.2.1.2. Impacts of Pest Management (IPM).....	106
4.2.1.3. USDA - Soil Conservation.	111
4.2.1.4. USDA EMAP (Environmental Monitoring and Assessment Program of the United States Department of Agriculture).....	114
4.2.1.4.1. EMAP/Agricultural Lands.....	114
4.2.1.4.2. Nematode Community Indicator of Soil Ecological Health	114
4.2.1.5. US AID (United States Agency for International Development) Center for Development Information and Evaluation Program Performance Information System for Strategic Management (PRISM).....	114
4.2.2. Colorado State University - Agricultural & Chemical Engineering	115

Department.....	
4.2.3. Un. Of Georgia, Institute of Ecology, US.....	117
4.2.3.1. Conservation Ecology & Sustainable Development.....	117
4.2.3.2. Peanut Collaborative Support Program (CRSP)	117
4.2.4. Winrock International Institue for Agriculture Development	118
	Página
4.2.5. CODEL Inc, US (Coordination in Development.)....	118
4.2.6. Heifer Project International (HPI).....	118
4.2.7. American Society for Testing and Materials.....	120
4.3. Iniciativas no Canadá.....	120
4.3.1. Center of Land and Biological Resources Research / Agriculture and Agri-food Canada.....	120
4.3.1.1. A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management – FESLM.....	120
4.3.1.2. Development of On-farm Indicators Using the Knowledge and Experience of Innovative, Conservation Farmers.....	122
4.3.1.3. Canada-Indicators for State of the Environment Reporting.....	124
4.3.2. Canadian International Development Agency (CIDA).....	124
4.4. Iniciativas diversas.....	124
4.4.1. Université de Paris 7, Paris – França.....	124
4.4.2. Universidade de Helsinki, Department of Agricultural Engineering and Household Technology, Finlândia.....	126
4.4.3 Austrália.....	126
4.4.3.1. DPIE (Australian Department of Primary Industries and Energy).....	126
4.4.3.2. Pigvision.....	132
4.4.4. Nanjing Institute of Environmental Science, China....	133
4.4.5. Centro Internacional de la Papa, Peru.....	136
4.4.6. Grã Bretanha.....	136
4.4.6.1. Universidad de Chile/University of Reading, UK.....	136
4.4.6.2. The Dimensions of Biodiversity: the Use of Invertebrates as Indicators of Human Impact.....	137
4.4.7. Universidad de Costa Rica, Escola de Estatística.....	137
4.4.8. Center for Agriculture and the Environment (CLM), Holanda.....	138
4.4.9. International Rice Research Institue (IRRI), Filipinas	138
4.4.10. India.....	139
4.4.10.1. Society for Research and Iniciatives for Sustainable Technologies and Institutions (SRISTI) –	

Indian Institute of Management, Índia	139
4.4.10.2. Indian Institute of Management e Centre for Management in Agriculture – UNESCO.....	139
4.4.11. Argentina.....	140
4.4.11.1. The Development and Use of Sustainability Indicators: a Need for Organic Agriculture Evaluation...	140
	Página
4.4.11.2. Evaluation of Sustainability of Soil Management Practices by Means of Indicators: its Application in Organic and Conventional Horticultural Systems, La Plata, Republica Argentina.....	140
4.4.12. Assessing the Sustainability of Smallholder Tree Crop Production in the Tropics: a Methodological Outline.	141
4.5. Iniciativas no Brasil.....	141
4.5.1. Núcleo de Biologia e Ecologia do Solo, UFSC/UFRGS.....	141
4.5.2. Departamento de Fitotecnica, Faculdade de Agronomia- UFPel, RS.....	142
4.5.3. Núcleo de Hidrologia Urbana, IPH – UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas).....	142
4.5.4. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR).....	143
4.5.5. Padrões de sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável.....	144
4.5.6. Embrapa - CNPMA (Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental).....	147
4.5.6.1. Desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas.....	147
4.5.6.2. Protocolo de avaliação de risco do uso de agentes de controle biológico.....	150
4.5.6.3. Levantamento de possíveis indicadores ambientais	150
4.5.6.4. Supressividade de solos a fitopatógenos como indicador ambiental.....	150
4.5.6.5. Impacto ambiental de áreas irrigadas.....	151
4.5.7. Análise de influência da irrigação sobre a qualidade dos recursos hídricos em Guaíra/SP.....	151
4.6. Outras iniciativas.....	151
4.7. Quadro síntese.....	152
5. Discussão	158
6. Conclusões	172
7. Considerações finais	174
8. Bibliografia	178
9. Apêndices	201

LISTA DE TABELAS

	Página
01 - Algumas características comparativas do enfoque analítico e do enfoque sistêmico.....	55
02 - Indicadores de impacto ambiental e sustentabilidade desenvolvidos pelo programa K2/FAO.....	73
03 - Indicadores de sustentabilidade ambiental propostos pelo DPCSD.....	77
04 - Indicadores de segurança alimentar propostos pelo UNDP/SARD.....	81
05 - Indicadores de sustentabilidade para sistemas agrícolas desenvolvidos durante o II Workshop Internacional em SLM (Lethbridge, Canadá, 1993), reunidos de acordo com as maiores zonas climáticas.....	85
06 - Matriz de indicadores de sustentabilidade ambiental sugeridos pela OECD e UNDP.....	89
07 - Matriz de indicadores de sustentabilidade ambiental sugeridos pelo Banco Mundial.....	90
08 - Exemplo de um conjunto de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas proposto pelo IICA/GTZ.....	102
09 - Indicadores de manejo sustentável de florestas desenvolvidos durante os plenários internacionais (Processo de Montreal e Processo de Helsinki) e pelo IITO e WWF.....	107
10 - Matriz de indicadores de sustentabilidade de comunidades, desenvolvida pelo CRS/ US-EPA.....	109
11 - Indicadores para a adoção de IPM (Integrated Pest Management), desenvolvidos pelo governo dos Estados Unidos.....	111

	Página
12 - Exemplos de mudanças negativas nos recursos naturais e práticas agrícolas, facilmente visíveis, como indicadores da insustentabilidade de um dado sistema agrícola.....	113
13 - Atributos e indicadores de sustentabilidade para sistemas agrícolas irrigados desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola e Química da Universidade do Colorado (EUA).....	116
14 - Indicadores de quatro dimensões características da sustentabilidade, interrelacionadas, que permite a aplicação do PRRA, dentro do programa elaborado pelo Winrock International Institute for Agriculture Development.....	119
15 - Indicadores de sustentabilidade relativo ao manejo do solo para sistemas agrícolas determinados pelo <i>Center for Land and Biological Resources Research</i> (Canadá), a partir de questionários aplicados a agricultores de acordo com as observações destes.....	123
16 - Indicadores ambientais desenvolvidos para avaliar a sustentabilidade de alguns sistemas de produção agrícola na França.....	125
17 - Indicadores de sustentabilidade de sistemas agrícolas desenvolvidos pela Universidade de Helsinki.....	127
18 - Relações entre os indicadores propostos e atributos para agricultura sustentável, no programa desenvolvido pelo DPIE.....	131
19 - Exemplos de indicadores da OMS e OECD para qualidade do ar e água	132
20 - Indicadores de sustentabilidade para a agricultura desenvolvidos pelo <i>Nanjing Institute of Environmental Science, China</i>	134
21 - Indicadores eco-ambientais considerados pelo IAPAR no estudo da microbacia hidrográfica de Mamboré (PR).....	143
22 - Indicadores socioeconômicos considerados pelo IAPAR no estudo da microbacia hidrográfica de Mamboré (PR).....	144
23 - Indicadores de sustentabilidade levantados por Carvalho (1993).....	145
24 - Relação de indicadores potenciais e em fase de monitoramento na microbacia hidrográfica de Taquara Branca (SP) pelo subprojeto: “Desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas com alto uso de agrotóxicos” (Embrapa-CNPMA).....	148

	Página
25 - Quadro síntese dos programas avaliados, relacionando os principais trabalhos levantados e algumas informações gerais.....	153
26 - Síntese dos programas para fins de análise, segundo proposta dos procedimentos metodológicos.....	155

LISTA DE FIGURAS

	Página
01 - Distribuição geográfica dos 72 programas levantados.....	71
02 - Esquema para a definição de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas proposto pelo IICA/GTZ.....	101
03 - Níveis determinados para um sistema agrícola, dentro de um esquema para definir indicadores de sustentabilidade.....	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ATO - African Timber Organisation
CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCAD - Comisión Centro Americana para el Ambiente e Desarrollo
CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIDA - Canadian International Development Agency
CIFOR - Centro de Investigación Forestal Internacional
CMMAD - Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNPMA - Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental
CNUMAD - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CODEL - Coordination on Development (US)
DDT - diclorodifeniltricloroetano
DPCSD - United Nations Department for Policy Coordination for Sustainable Development
DPIE - Australian Department of Primary Industries and Energy
FAO - United Nations Food and Agriculture Organization
FESLM - Framework Evaluation for Sustainable land Management
G7 - Grupo dos sete países mais desenvolvidos (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Inglaterra, Itália, Japão) (hoje já é G8, com a inclusão da Rússia)
GTZ - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Sociedade Alemã para Cooperação Técnica)
HDI - Human Development Index
HPI - Heifer Project International
IAPAR - Instituto Agronômico do Paraná
ICLARM - International Center for living Aquatic Resources Management
IFPRI - International Food Policy Research Institute
IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IIED - International Institute for Environment and Development
IISD - International Institute for Sustainable Development
IPF - International Panel on Forests
IRRI - International Rice Institute
ITTO - International Tropical Timber Organization
OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development
OMS - Organização Mundial da Saúde
PNB - Produto Nacional Bruto
PRISM - Performance Information System for Strategic Management
RIMISP - Rede Internacional de Pesquisas de Sistemas de Produção Agrícolas
SARD - Sustainable Agriculture and Rural Development

SLM - Sustainable Land Management
SRISTI - Society for Research and Initiatives for Sustainable Technologies and Institutions
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UICN - União Internacional para a Conservação da Natureza. (IUCN)
UN - United Nations
UNDP - United Nations Development Program / PNUD Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development
UNEP - United Nations Environment Program
UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
US - United States
US-AID - United States Agency for International Development
USDA - United States Department of Agriculture
USDA-EMAP - USDA Environmental Monitoring and Assessment Program
USDA-ERS - USDA Economic Research Service
US-EPA - United States Environmental Protection Agency
WB - World Bank
WCED - World Commission on Environment and Development
WCMC - World Conservation Monitoring Center
WRI - World Resources Institute
WWF - World Wide Fund for Nature

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é o resultado de um estudo exploratório sobre a situação atual, tendências, potencialidades, limites de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas e seu significado no contexto de desenvolvimento rural.

Indicadores econômicos já fazem parte do cotidiano de todos, podendo ser inclusive encontrados diariamente nos jornais. Indicadores sociais também não são novidade, pois estão presentes nos censos e pesquisas demográficas. Mas, e indicadores de sustentabilidade? Estes começaram a ser mencionados no início desta década. A Agenda 21, relatório final da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida em 1992, no Rio de Janeiro, pede pelo desenvolvimento destes indicadores por parte de cada nação, assim como por parte de órgãos internacionais. Dessa forma, o mundo inteiro, e cada nação em particular, se encontra frente à tarefa de desenvolver indicadores de sustentabilidade, nos diferentes setores, inclusive o agrícola.

Indicadores de sustentabilidade têm sua importância não apenas por serem exigidos pela Agenda 21, mas por permitirem o monitoramento da sustentabilidade, que atualmente é uma das maiores preocupações da sociedade.

Quanto à sustentabilidade, muitos artigos debatem sobre este tema. O adjetivo a este correlacionado, “sustentável”, também se dissemina, qualificando os mais

diferentes assuntos e áreas. Alcançar a sustentabilidade parece ser a nova prioridade de qualquer ação.

Pela importância que demonstra ter, no atual momento, e por ser um tema ainda pouco abordado dentro da realidade acadêmica brasileira, é fundamental que seja estudado.

Mas o que são indicadores? O que os caracteriza? São realmente importantes? São válidos? Por quê? E o que se entende por sustentabilidade? Em que implica e o que caracteriza esse conceito? Afinal, o que os indicadores devem medir para avaliar a sustentabilidade? Como as diferentes nações e os diferentes organismos, governamentais e não governamentais, estão observando este assunto? Que indicadores são para eles prioridade? Que ênfase vem sendo dada ao assunto? Que objetivo pretende ser alcançado com o uso de indicadores? Quem é o público-alvo? O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade traz algum desafio à sociedade, aos governos e/ou à comunidade científica? Quais? Os atuais instrumentos de medida são válidos? Existe conhecimento suficiente sobre a sustentabilidade e sobre a realidade avaliada para a determinação de indicadores? As propostas têm aplicabilidade prática?

Estas são algumas entre tantas perguntas que surgem ao se deparar com o tema. Encontrar a resposta a estas perguntas permite um melhor delineamento de pesquisas e de posicionamento da comunidade acadêmica ante ao atual desafio colocado pela comunidade internacional.

Considerando a agricultura como uma base fundamental da sociedade, a sua sustentabilidade é de crucial importância para que se atinja a meta de uma sociedade sustentável em sua integralidade. Dessa forma, o debate de indicadores de sustentabilidade, dentro da realidade acadêmica voltada para o setor agrícola, irá

permitir estabelecer linhas norteadoras para um posicionamento quanto ao que se espera de uma agricultura sustentável, aprofundando algumas linhas de pesquisa, criando outras que se afinem com a preocupação que rege o atual momento, procurando uma integração efetiva com toda a realidade social.

A proposta deste trabalho é discutir este tema, procurando responder a algumas perguntas relacionadas acima, e desta forma permitir que o assunto passe a integrar o cotidiano da atividade acadêmica, contribuindo para estudos futuros dentro desta linha.

A noção de sustentabilidade incorpora a consciência da complexidade do real, refletindo também a complexidade da noção em si e de seu debate. Essa constatação leva a estabelecer como hipótese norteadora deste estudo que, para que a complexidade da realidade possa ser contemplada, são fundamentais: a) um efetivo trabalho interdisciplinar, congregando não apenas especialistas de diferentes áreas, mas uma participação efetiva de todos os atores envolvidos; e b) um enfoque sistêmico. Por estar em seu início, tanto o debate da sustentabilidade quanto o estudo e desenvolvimento de seus indicadores, ainda não se observa na prática esses aspectos básicos levantados como sendo fundamentais pelos programas analisados.

Para desenvolver este tema, propõe-se em um primeiro momento (Cap.2) discorrer sobre os antecedentes teóricos que balizaram a pesquisa. Julga-se importante contextualizar o tema da sustentabilidade: a realidade histórica e cultural que determinou esta preocupação, os debates existentes e como a agricultura se enquadra dentro destes debates. Isto é feito no subcapítulo 2.1. O ponto seguinte pretende esclarecer o que tem sido até agora entendido como indicadores, o que os caracteriza e quais as dificuldades que se apresentam ao determiná-los dentro do contexto da sustentabilidade. O subcapítulo 2.3 discorre sobre o enfoque sistêmico. Este é

mencionado por grande parte dos documentos analisados, determinando a necessidade de aprofundar seu conceito, para que se entenda seu significado e implicações.

O capítulo 3 menciona os procedimentos utilizados para realizar este trabalho. O que foi feito, na realidade, foi um trabalho de “garimpagem”, a partir de algumas informações primárias, tentando encontrar e alcançar alguns programas e seus mentores, todos envolvidos com o assunto “indicadores de sustentabilidade”, especificamente no contexto rural. Trabalho, este, nem sempre fácil, em função das limitações estruturais, de recursos e pessoais, e principalmente por ser um assunto ainda muito recente, não muito presente dentro das formas tradicionais de publicações.

Os resultados, apresentados no capítulo 4, constam de uma relação de programas que se propõem a desenvolver indicadores de sustentabilidade, distribuídos em diferentes partes do mundo. Apresenta-se seus responsáveis, suas propostas metodológicas e, por vezes, os indicadores propostos. Nem sempre todas as informações puderam ser coletadas. Grande parte dos trabalhos ainda está em andamento - muitos apenas em suas etapas iniciais -, não apresentando informações em alguma forma de publicação. Ainda: a relação dos programas não é completa. Existem certamente outros programas, tanto no âmbito internacional como nacional, além do fato que a cada dia novos programas estão surgindo.

O capítulo 5 apresenta a discussão das informações obtidas, a partir da problematização levantada inicialmente. Já o capítulo 6 consiste em algumas conclusões às quais se pode chegar a partir da análise realizada, com algumas propostas para a continuação do trabalho.

Finalmente, no capítulo 7 são feitas algumas considerações finais, tanto relacionadas ao tema, diretamente, quanto à experiência vivida durante este curso de mestrado, as limitações apresentadas e o aprendizado realizado.

2. ANTECEDENTES

“...É preciso elaborar indicadores de desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para adotar decisões em todos os níveis e que contribuam a uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados do meio ambiente e do desenvolvimento. ...Os países no plano nacional e as organizações governamentais e não-governamentais no plano internacional deveriam desenvolver o conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável com o fim de estabelecer esses identificadores.” (Naciones Unidas, 1998, p.315- 316).

Com essas palavras, encontradas no capítulo 40, parágrafos 4 e 6 da Agenda 21 (Naciones Unidas, 1998), o fórum da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento incentiva programas de elaboração de indicadores de sustentabilidade, em diferentes escalas espaciais. A exigência dessa conferência é uma forte razão para a demanda crescente por indicadores de sustentabilidade (Mitchell, [1997?])

O que se quer com os indicadores é avaliar a sustentabilidade. A metodologia de avaliação, segundo muitas fontes (Lal & Pearce, 1989; Firebaugh, 1990; United Nations, 1992; Costa, 1993; Passet, 1994; Redclift, 1995; Tiezzi & Marchettini, 1995, Simões, 1987), é o enfoque sistêmico.

Para entender o significado e implicações destes conceitos, permitindo uma análise consistente dos programas que se propõem a desenvolver indicadores de

sustentabilidade, os sub-capítulos que seguem desenvolvem as noções de sustentabilidade, agricultura sustentável, indicadores, e ainda do enfoque sistêmico.

2.1. A noção de sustentabilidade

A questão da sustentabilidade tem se mostrado a maior preocupação atual (Leon-Velarde et al., 1994), porém, o emprego generalizado deste termo (Duesterhaus, 1990; Veiga, 1993; Naveh, 1997) e a multiplicidade de definições que se encontra nos documentos (Soto, 1997) tem gerado controvérsias e incertezas sobre em que realmente implica esta noção.

A primeira referência que deve ser citada, por ser a mais difundida e por se constituir em um marco na discussão sobre sustentabilidade, é a definição encontrada no Relatório Brundtland (“Nosso Futuro Comum”): “*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).

Essa é a definição frequentemente citada como sendo a pioneira no uso do termo (Piamonte, 1995). Porém, na realidade, o termo não foi criado nessa ocasião. Já está presente em documentos elaborados no início da década de 80 (Hansen, 1996), em 1980 a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) já levanta a necessidade de um “desenvolvimento sustentável” (ver adiante).

Considera-se, inicialmente, que é um termo de origem latina: *sustentare* = sustener, suportar; defender, proteger, favorecer, auxiliar; manter, conservar em bom estado; fazer frente a, resistir... (Dicionário latin-portuguez, [18 - -]). Essa constatação denota uma certa ancianidade do termo. Ele é encontrado ainda em diversos dicionários:

“sustentar = impedir a ruína, suportar, apoiar, fazer viver, resistir, fornecer recursos a, conservar, perpetuar, conservar na mesma posição, suster-se, equilibrar-se” (Aulete, 1925; Ferreira, 1986). Em Ferreira (1986) encontra-se ainda o verbete “sustentabilidade”: “qualidade do que é sustentável”. Essas definições são usadas principalmente dentro de um contexto de sustentabilidade mecânica. Seu uso dentro de uma discussão sócio-ambiental é sem dúvida mais recente, porém sempre anterior a 1987 (Duesterhaus, 1990; Ehlers, 1996).

A preocupação com a sustentabilidade, mesmo ainda sem esse rótulo, vem de longa data. A humanidade sempre interagiu com o meio ambiente, e conseqüências negativas, de maior ou menor grau, sempre aconteceram. Alguns autores notaram isso. Pode-se citar, conforme McCormick (1992), o abandono de cidades sumérias em função da salinização do solo pela irrigação, por volta de 1.700 a.C.; a observação de Platão sobre a erosão das colinas da Ática em conseqüência do desmatamento para o uso de lenha e constituição de pastagens, há cerca de 2.400 anos. Horward (1950), Clayton e Radcliffe (1996) e Colby (1996) mencionam o desaparecimento de algumas civilizações, inclusive a decadência do Império Romano, devido a um relacionamento equivocado com seu meio natural. Dean (1996) relata a relação do ser humano com a Mata Atlântica, desde as primeiras invasões humanas ao continente, há cerca de 11 mil anos. Cita a hipótese da provável extinção de animais em função das caçadas realizadas na época. Essas constatações demonstram que a degradação dos recursos foi devido ao padrão de demanda, em conjunção crítica com mudanças ambientais externas (Clayton & Radcliffe, 1996).

Como se observa, muitos dos acontecimentos negativos sobre o meio são determinados por ações ligadas à agricultura. Esta é a principal forma de interação do

ser humano com a natureza, e de consequência onde acabam por ocorrer grandes problemas de impacto ambiental.

Os movimentos para defesa do meio ambiente um pouco mais estruturados, ainda que esparsos, começam em meados do século passado. No entanto, os primeiros sinais do que se pode chamar de uma revolução ambiental (McCormick, 1992; Ehlers, 1994) são observados no pós-guerra (segunda metade da década de 40), em função, entre outros, dos testes nucleares, do rápido crescimento da indústria e do crescente consumo. Em 1949 acontece a Conferência Científica das Nações Unidas sobre a Conservação e Utilização de Recursos (McCormick, 1992). Nessa ocasião, já se discutia a crescente pressão sobre os recursos naturais (florestas, animais e combustíveis) exercida pela atividade antrópica, e da importância da educação e do desenvolvimento integrado de bacias hidrográficas. O objetivo não foi o de impor compromissos aos governos, mas apenas de um intercâmbio de experiências. McCormick (1992) menciona que eram idéias precoces, pois duas décadas se passariam até que o assunto começasse a tomar forma no âmbito da política internacional: Conferência Intergovernamental para o Uso Racional e Conservação da Biosfera, organizada pela United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO) em 1968 (International Institute for Sustainable Development - IISD, 1997c), ou simplesmente Conferência da Biosfera (McCormick, 1992). Talvez “precoce” não seja a palavra adequada, pois os problemas realmente existiam e não era apenas uma previsão que faziam. O que não havia era uma pressão mais efetiva por parte da sociedade como um todo, exigindo mudanças nos processos geradores de problemas, pois estes eram percebidos por poucos.

Essa pressão começa a acontecer a partir de 1962, quando Rachel Carson lança seu livro “Silent Spring” (Primavera Silenciosa). Essa publicação, mesmo não sendo a

primeira em seu gênero, é considerada uma referência, para não dizer o marco da revolução ambientalista (McCormick, 1992; IISD, 1997c). Seu grande mérito foi o de ter chegado às mãos de considerável parcela da população, apesar das restrições impostas à circulação do livro, que passa a ter alguma consciência da questão ambiental e a cobrar de seus governos alguma atitude (McCormick, 1992). O livro surge paralelamente a alguns desastres ambientais que começam a ser notados. Antes, o conhecimento, ou a falta dele, não permitia que se notasse muitos problemas, e havia a ingenuidade de que não existisse conseqüências negativas ou que o ambiente as absorveria (Commoner, apud McCormick, 1992). Dois importantes desastres com petróleo acontecem no final dos anos 60: o naufrágio do petroleiro Torrey Canyon no litoral da Cornualha e o incêndio da plataforma da Union Oil Co. em Sta. Bárbara, Califórnia. Outro desastre marcante foi a poluição por mercúrio na Bacia de Minamata (Japão), por uma indústria química, levando a graves disfunções neurológicas, inicialmente em cães e, posteriormente, observadas também em seres humanos. Os movimentos que ocorrem em reação aos desastres ambientais acontecem concomitantemente a diversos movimentos sociais, com ênfase, nesse momento, às questões da pobreza e do racismo (Costa, 1984; McCormick, 1992; Vela, [1995?]). O movimento pacifista, que criou força a partir das questões sociais levantadas no pós-guerra, se integra com a luta ambientalista nas campanhas contra as armas nucleares (McCormick, 1992; Vela [1995?]): a sociedade se mobiliza pela defesa da vida!

Os desastres citados acima levantam e amplificam os debates, que culminam, então, em uma série de encontros internacionais (United Nations Environmental Program - UNEP, 1982, McCormick, 1992). Órgãos internacionais, como é o caso da

United Nations Environmental Program (UNEP), levantam a problemática da contaminação por metais pesados e pelo uso do DDT (diclorodifeniltricloroetano).

Em 1971, acontece a Conferência de Founex (Suíça). Ela levanta a importância de integrar o meio ambiente às estratégias de desenvolvimento (IISD, 1997c), discutindo os efeitos colaterais sobre o meio ambiente provocados pela atividade agrícola (UNEP, 1981).

Tendo em Founex sua preparação (UNEP, 1982) acontece, em 1972, a Conferência de Estocolmo, e no mesmo ano, o Clube de Roma³ publica “Limites do Crescimento” (UNEP, 1981; McCormick, 1992; Becker, 1997; IISD, 1997c; Brüseke, 1998). Ambos levantam a realidade de recursos naturais limitados e, entre os princípios redigidos em Estocolmo, já se observa o chamamento para conservação de recursos para atender as necessidades das gerações presentes, assim como para a garantia do suprimento das necessidades das gerações futuras. A preocupação com a contaminação ambiental é evidenciada, e levanta-se a importância de instituir programas de conservação. Também são ressaltados os problemas com o fornecimento de energia, pois já se constata a diminuição da disponibilidade de petróleo (UNEP, 1981). Estamos ainda no início da década de 70...

Em 1973, Maurice Strong lança o conceito de “ecodesenvolvimento” como uma concepção alternativa à política de desenvolvimento (Brüseke, 1998). Nesta esteira, os princípios desenvolvidos em 1976 por Ignacy Sachs contribuem para o debate, pois levantam também a importância da solidariedade intergeracional, da participação da população e da preservação dos recursos naturais (Brüseke, 1998). O termo é

³ O Clube de Roma, criado em 1968 por Aurelio Peccei, reúne profissionais de diversas áreas e de diferentes países, formando uma associação livre de cientistas, tecnocratas e políticos com o objetivo de refletir e procurar soluções para diversos problemas do mundo (Meadows, 1978; McCormick, 1992).

considerado por muitos, inclusive pelo próprio Strong, como precursor do termo “sustentabilidade”.

Em 1974 é publicada a Declaração de Cocoyok como conclusão da reunião da United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) e da UNEP (UNEP, 1981; Becker, 1997; Brüseke, 1998), também contribuindo para o debate, questionando o nível de consumo dos países industrializados e considerando que a causa da explosão demográfica é a falta de recursos (Brüseke, 1998), e não necessariamente o contrário. O encontro evidencia a finitude de recursos naturais (Becker, 1997), já levantada em 1972 pelo Clube de Roma (Meadows, 1978). Propõe redefinir o desenvolvimento, centrando-se no desenvolvimento do ser humano, e não no desenvolvimento de bens materiais (UNEP, 1981). Em relação a esta declaração, Brüseke (1998, p.32) diz: *“não existe somente um mínimo de recursos necessários para o bem-estar do indivíduo; existe também um máximo”*.

Brüseke (1998) e Becker (1997) citam ainda o relatório final da Fundação Dag-Hammarskjöld, publicado em 1975. Este documento apontaria a problemática do abuso do poder e a interligação deste com a degradação ecológica (Brüseke, 1998).

Estes dois últimos eventos, como cita Brüseke (1998), sofrem certa rejeição por parte dos países industrializados e cientistas políticos conservadores.

Em 1980, a UICN publica a Estratégia de Conservação Mundial (*World Conservation Strategy*). Neste documento já consta uma seção intitulada “Em direção ao Desenvolvimento Sustentável” (IISD, 1997c). Kirkby et al. (1996) citam este encontro como o primeiro a usar o termo sustentabilidade como um objetivo a ser alcançado.

Nos anos seguintes vários encontros se realizam para tratar de assuntos gerais ou mais específicos relacionados com problemas ambientais, como a convenção sobre os oceanos, em 1982 (IISD, 1997c; Stahel, 1998).

Em 1983 é formada a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que irá publicar seu relatório (Relatório Brundtland: “Nosso Futuro Comum”) em 1987, depois de três anos de trabalho. Esta Comissão se reuniu a partir da preocupação com a crescente escassez dos recursos naturais e o aumento da pobreza e miséria de grande parte da população do mundo. Esta é vista tanto como a maior causa quanto como o maior efeito dos problemas ambientais. A fome, segundo a Comissão, não é devido à falta de produção de alimentos, mas de poder aquisitivo. Considera a crise gerada por esses problemas como uma só, sem especificidade de espaço geográfico ou aspecto da realidade. Através do relatório, a Comissão apresenta medidas e posicionamentos que deverão ser tomados pelas nações (WCED, 1987; Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - CMMAD, 1988).

Colby (1996) considera que, na realidade, a preocupação com o manejo ambiental juntamente com o desenvolvimento econômico e social que o Relatório Brundtland enfatiza não traz nenhuma novidade em relação ao que já tinha sido proposto em Estocolmo, tendo apenas um maior número de nações participando e um maior sentimento de urgência quanto à constatação da crise.

O que se observa, é que a partir do relatório da Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) acontece a disseminação do termo. Seu uso torna-se de praxe, pois passa a ser politicamente correto falar em sustentabilidade (Lal & Pierce, 1989; Veiga, 1993; Redclift, 1995; Vivian, 1995; Kirkby et al., 1996; Brüske, 1998), além de interessante economicamente, pois leva muitos (agentes

financeiros, elaboradores de políticas, cientistas) a adotarem o adjetivo “sustentável” para conseguir financiamentos (Lal & Pierce, 1989). Essa tendência se evidencia mais ainda depois do fórum das Nações Unidas, no Rio de Janeiro, em 1992.

Se para muitos a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro foi um grande acontecimento para a preocupação ecológica (Brüseke, 1998), para alguns marcou um retrocesso ao que já tinha sido definido em 1987. Buttel (1993), Kirkby et al. (1996), Landin (1997), e Petitjean (1997) falam do conflito de interesses que marcou os debates oficiais da Conferência, que se caracteriza por diminuir suas atenções quanto aos problemas ambientais, e ressaltar os interesses nacionais, muitas vezes distintos, e a falta de vontade política em um comprometimento com a totalidade.

Mas, em que contexto ocorre a adoção do termo sustentabilidade? Como foi mencionado, o que preocupava as Nações Unidas era a escassez de recursos que estava/está atingindo níveis críticos. Ela é consequência das atividades do ser humano dentro do meio ambiente. Mas, o que determina essa atitude em relação ao meio ambiente natural? O padrão de desenvolvimento, que determina objetivos a serem alcançados e prioridades (Almeida, 1989b) e os problemas do meio ambiente natural se vinculam à forma com a qual uma sociedade determinada utiliza sua base natural de recursos (Brailovsky & Foguelman, 1997). Os padrões de desenvolvimento determinam a forma de interação da sociedade com a natureza, a forma com a qual emprega sua base natural para satisfazer suas necessidades e por que o faz de uma maneira particular (Brailovsky & Foguelman, 1997; Almeida, 1989b). Por isso também se observa que grupos sociais diferentes enfrentam problemas ambientais distintos, pois suas necessidades e como procuram atendê-las é característico de cada sociedade, e de cada

época (Nunes & Nakamae, 1994; Colby, 1996), determinando impactos diferentes sobre o meio (Colby, 1996; Brailovsky & Foguelman, 1997).

O que tradicionalmente se entende por desenvolvimento é o conjunto de transformações técnicas que visam aumentar a produção, gerando riquezas e melhorando as condições sociais (Galán, 1994). Porém o que se tem observado é que o desenvolvimento que segue a revolução industrial leva o ser humano a depender cada vez mais de tecnologias complexas e aumentar a cisão entre a humanidade e a natureza (Ferrari, 1995; Boneti, 1998), sendo o meio natural muitas vezes visto como um obstáculo ao desenvolvimento econômico (Schleicher-Tappeser et al., 1997; Boneti, 1998). Além dos problemas ambientais gerados pelo “desenvolvimento”, graves problemas sociais também são gerados, como se demonstra pela crescente pobreza e populações que arrastam suas vidas abaixo dos níveis mínimos de subsistência (Nagai, 1993).

Dean (1996), ao relatar a relação do ser humano com a Mata Atlântica, demonstra bem esse entendimento. O autor descreve, inicialmente, a devastação causada pelos garimpos, pela expansão da pecuária e exploração da madeira, que levam a uma diminuição considerável daquele ecossistema. A evolução da cultura cafeeira no final do século XIX determina prosperidade de várias regiões. As conseqüências dessa prosperidade não são apenas de bem-estar econômico. A crescente urbanização, as ferrovias, as indústrias que são geradas a partir da expansão do café exigem mais da floresta. Mais lenha, mais carvão. O lema positivista da bandeira do Brasil reflete a lógica vigente: “Ordem e Progresso”. Para um, a disciplina, para o segundo, a aplicação de tecnologias importadas, para ambos: a rápida eliminação da vegetação não lucrativa. O aumento da população e a obsessão do desenvolvimento econômico a partir do pós-

guerra determinam a busca por acumulo de capital e industrialização para um maior crescimento econômico. Esse ideal justificava tudo, inclusive o esgotamento de recursos naturais. A riqueza natural do país parecia tão abundante que achavam era eterna⁴. O suficiente, pelo menos para afirmar, quando da conferência de Estocolmo, que o Brasil tinha capacidade de absorver ainda muita poluição, assim, podendo ainda receber muitas indústrias...

Dentro dessa discussão, quanto às conseqüências negativas das atividades humanas dentro do meio ambiente, e a procura de soluções, se encaixa a idéia de sustentabilidade e suas tantas definições (Pinheiro et al. (1997) falam da existência de 70 definições, Camino e Müller (1993) citam 50).

A tentativa de estabelecer definições para a sustentabilidade caracteriza entendimentos bastante distintos do que seria desenvolvimento, e de quais são as prioridades para a sociedade. As definições são muitas e procuram enquadrar a noção a partir dos interesses daqueles que a definem, cada um considerando a sua melhor (Pinheiro et al., 1997). Pode-se estabelecer, basicamente, duas grandes linhas de interpretação do que seria a sustentabilidade (Acselrad, 1993; Veiga, 1994; Fernandez, 1995; Redclift, 1995; Almeida, 1996). Uma, economicista (Redclift, 1995) ou neoclássica (Fernandez, 1995), ou ainda otimista (Veiga, 1994), e a outra, vista como uma alternativa à primeira (Acselrad, 1993; Redclift, 1995) ou visão pessimista (Veiga, 1994).

A primeira visão considera o atual padrão de desenvolvimento vinculado ao objetivo de crescimento econômico, mantendo o ideal de progresso e de

⁴ Esta visão cornucopiana (Benton, 1994), onde o mundo natural e a sociedade se enquadram em uma visão estática (Carvalho, 1991) e eterna (Passet, 1994), é conseqüência da visão tecnológica/mecanicista, originada no pensamento de um mundo imutável difundido pela teoria newtoniana (Doll, 1997).

desenvolvimento econômico. Dentro deste entendimento, a melhoria ambiental passa a ser equivalente à melhoria econômica, decorrendo disso o aumento do bem-estar ou satisfação social (Redclift, 1995). Ou seja, os benefícios do desenvolvimento econômico são maximizados, mantendo os serviços e a qualidade dos recursos naturais no tempo (Fernandez, 1995).

Nesta visão há uma tentativa de identificar a natureza com o capital (Carvalho, 1991), não sendo esta mais fornecedora de capital circulante ou serviços gratuitos, mas composta por elementos de capital fixo, necessitando ser conservado (Acsehrad, 1993). Esta corrente procura condições para poupar os recursos naturais, sem no entanto considerar as condições sociopolíticas que regem o poder de controle e uso destes recursos (Fernandez, 1995; Redclift, 1995).

Para quem defende esta idéia, as raízes da crise ambiental estão justamente no fato de que se considerava a natureza como um bem livre, logo, de custo zero, não havendo porque limitar seu uso; os danos ambientais eram considerados externalidades, ou seja, não se traduziam em sinalização expressa por preço (o uso gratuito do meio ambiente por empresas privadas permanece externo ao sistema de mercado), logo, não havendo contabilização dos danos (Acsehrad, 1993; Veiga, 1993; Fernandez, 1995).

A solução proposta por esta corrente é de considerar o meio ambiente como um bem econômico, dotado de valor monetário (Carvalho, 1991). Para isso, criam-se sinais, na forma de taxas, internalizando os custos, determinando assim um novo padrão de eficiência alocativa (Acsehrad, 1993; Veiga, 1993; Passet, 1994; Veiga, 1994; Fernandez, 1995). Esse comportamento caracteriza a “Economia Ecológica” ou “Economia Verde” (*Green Economy*) (Young & Burton, 1992). Como exemplo disso tem-se, durante a Rio-92, a discussão sobre o loteamento das águas continentais e

subterrâneas, sobre o patenteamento dos seres vivos, entre outros (Acsehrad, 1993). O preço do bem natural é determinado através da demanda por esse bem, ou através do valor do bem-estar que ele proporciona, ou que a ausência dele impede. A lógica de mercado passa a englobar também os fatores ambientais (Goodland & Ledec, 1993), adaptando pequenas mudanças (taxas e regulamentações) à nova realidade (Redclift, 1995). A melhoria ambiental acarreta melhoria econômica, pois a diminuição do capital natural tem um custo real para a sociedade, devendo constar nas contas nacionais da mesma forma que diminuição de recursos econômicos.

Essa idéia é representada no livro "Blueprint for a Green Economy", de Pearce, Markandya e Barbier (Veiga, 1993; Fernandez, 1995). O que garantirá a durabilidade do desenvolvimento econômico é a constância do capital natural, e não de todo o capital (Veiga, 1993; Fernandez, 1995). Essa lógica é o que alguns autores determinam de "sustentabilidade forte" (*strong sustainability*), que se desenvolve juntamente com a idéia de "sustentabilidade fraca" (*weak sustainability*), que seria a sustentabilidade explicada pela capacidade de substituição de fatores, sendo alcançada quando a substituição é vista como sendo a perfeita (Young & Burton, 1992). Assim, é o conjunto do estoque de capital (manufaturado e natural) que deve ser constante ao longo do tempo, não necessariamente cada elemento do capital individualmente (Fernandez, 1995; Ferrari, 1995; Heeney, 1995; Tiezzi & Marchettini, 1995; Hueting & Reijnders, 1998).

Este entendimento leva a dois tipos de comportamento: um, que vê toda essa preocupação como sem fundamento, porque entende que o produto final da economia continua, mesmo esgotando-se o capital natural (em função da capacidade de substituição dos fatores); outro, que vê a substituição de fatores escassos determinando

uma mitigação da pressão que realiza a diminuição da base de recursos (Fernandez, 1995; Hueting & Reijnders, 1998).

Em função desta linha de pensamento, as atitudes ante ao debate da sustentabilidade são que: a) muitos fatores do capital natural não permitem substituição, nem relativa, logo necessitam de proteção e conservação; b) proteger o meio ambiente é a conduta mais racional ante a incerteza, em função das relações ainda não compreendidas; c) existe irreversibilidade, que seria a forma externa da não substituíbilidade, o que determina perdas de capital dificilmente recuperáveis; d) quanto à equidade, a sustentabilidade no uso dos recursos naturais permite aceitáveis níveis de vida. Em se mantendo o estoque de capital, existe também equidade intergeracional.

Um manejo sustentável permitiria uma taxa de extração de bens naturais menor que a sua taxa de reprodução e/ou regeneração, garantindo a manutenção do bem natural em seu meio. E ainda, um fluxo de descarga, de resíduos da atividade econômica, para dentro do meio ambiente sendo menor que a capacidade de assimilação desses resíduos pelo ambiente (Young & Burton, 1992; Fernandez, 1995).

Observa-se um problema com os recursos não renováveis, cujo estoque não pode ser mantido no tempo. Fala-se, por um lado, em aumentar a eficiência de seu uso, e procurar a substituição por recursos renováveis, mas, por outro, questiona-se a implicação disso (Dover & Talbot, 1987; Young & Burton, 1992).

Acsehrad (1993) e Brüseke (1998) também incluem o Relatório Brundtland nessa categoria, assim como diferentes organismos governamentais, nacionais e internacionais. Segundo esses autores, no Relatório Brundtland se entende a necessidade como demanda, expressa via preço, e continua considerando a importância primordial do crescimento econômico. Os recursos naturais são entendidos como capital, não

apenas quando ameaçados ou quando são vistos como mercadoria, mas porque constituem um estoque que contribui na soma total do capital (Young & Burton, 1992)

A segunda linha de interpretação sobre a sustentabilidade se insere em um posicionamento de crítica ao padrão de desenvolvimento, que considera como sendo o gerador de todo o problema. Não é esta uma vertente que surge recentemente. O questionamento do padrão de desenvolvimento, em função de impactos ambientais negativos, vem de longa data.

Durante os séculos XVIII e XIX desenvolve-se uma idéia de domínio sobre o meio ambiente. O controle do ser humano sobre o meio ambiente era o ideal conscientemente proclamado pelos cientistas modernos (Thomas, 1988; Capra, 1992). O propósito explícito de Descartes foi tornar o homem senhor e possuidor da natureza (Thomas, 1988), e sua teoria, junto com Newton, Laplace e outros contemporâneos, reduziu o mundo a uma grande máquina, formada por uma somatória de partículas inertes, sem vida (Capra, 1992).

Esse domínio é considerado fundamental para o progresso e sobrevivência da raça humana. Esse consenso é, porém, questionado, por vezes, em atitudes pontuais, e às vezes mais amplamente, como foi o caso da Inglaterra, por volta de 1880. Nesta época ocorreu uma forte depressão econômica (McCormick, 1992; Veiga, 1997). Começou a se observar que a indústria não é necessariamente a grande provedora. Assim, acontece um resgate de valores tradicionais, incluindo-se aí o meio ambiente. Esses questionamentos, porém, considerando a grande massa populacional, dissolvem-se, na medida em que acontece uma melhora no desempenho econômico.

No livro de Rachel Carson há uma forte crítica ao padrão tecnológico usado na agricultura (Carson, 1962; McCormick, 1992; Almeida, 1997). Esse padrão é

conseqüência do modelo de desenvolvimento, que exige alta lucratividade em um espaço de tempo cada vez menor, levando à artificialização do máximo de processos possíveis. O exemplo disso, e objeto da crítica de seu livro, é o crescente uso de insumos industrializados (agroquímicos). Esse uso foi disseminado, em função das respostas incríveis que determinavam ao aumento da produtividade, sem no entanto que se conhecesse o amplo espectro de ação que poderiam ter, e as suas conseqüências, não apenas na lavoura a ser controlada, mas para os seres constituintes dos ambientes do entorno, imediato ou não.

As críticas continuam em um crescendo, podendo ser observadas nos inúmeros movimentos sociais que vão constituindo-se no decorrer do tempo (McCormick, 1992).

As atuais estruturas de poder consideram apenas elementos mercantis, que podem ser expressos via preço. A crise ambiental, segundo esta corrente, é vista como conseqüência da lógica de acumulação do capital, e o conseqüente modo de uso da natureza (Acsehrad, 1993). É conseqüência, pois, do super-desenvolvimento industrial (Fernandez, 1995).

Muitos autores que defendem esta idéia falam da necessidade da geração de um novo paradigma (Allen, 1993; Trigo & Kaimovitz, 1994; Tiezzi & Marchettini, 1995; Becker, 1997), pois a mudança nos sistemas humanos só seria possível com mudanças no sistema de valores éticos, que são determinantes do comportamento (Allen, 1993; Kirkby et al., 1996).

Allen (1993) lembra que os problemas ambientais são conseqüência da forma de domínio do ser humano sobre o ser humano, e os padrões comportamentais se refletem também na relação com a natureza. Tem-se então a necessidade de transformação das relações interpessoais, o que nos leva ao que foi dito acima.

Essa visão também levanta a necessidade de uma nova epistemologia que determinaria uma nova forma de organização social. Ela põe em xeque a lógica ocidental, caracterizada pela teoria cartesiana e positivista, que gerou o processo político e econômico que desencadeou o processo de crise (Allen, 1993).

Fernandez (1995) chama esta linha de sustentabilidade termodinâmica, tendo como base o balanço energético (Rosnay, 1980; Ferrari, 1995; Tiezzi & Marchettini, 1995). Estrutura seu discurso no consumo energético de combustíveis fósseis e energia solar. Este entendimento se desenvolve a partir da constatação da diminuição da eficiência energética nos setores de produção a partir da complexização dos processos industriais, e da conseqüente preferência pela adoção de combustíveis fósseis. Estes, no entanto, apresentam um custo energético bem mais elevado, em relação a outras fontes de combustíveis. Como exemplo, Rosnay (1980) cita a diminuição em 24% na eficiência energética da produção agrícola, entre 1945 e 1970. Isso significa, sempre de acordo com Rosnay, que para produzir uma caloria é necessário o aporte de 10 a 15 calorias, principalmente sob a forma de petróleo. Contrapõe esta a uma realidade onde o rendimento continua sendo de 50 calorias por caloria investida. A razão disso, são formas de agricultura que usam insumos e processos mais baratos, e têm como fonte principal de energia o sol. É a realidade de muitos países conhecidos como sub-desenvolvidos, que praticam uma agricultura dita “atrasada”. Bristoti (1995) fala da necessidade de dar preferência às fontes de energia renovável (sol, água, vento), e desenvolver formas de aproveitá-las da melhor maneira. Segundo Rosnay (1980) e Castanho Filho e Chabaribery (1983), avaliar a energia produzida pela agricultura, considerando a energia por ela consumida, permite verificar se o setor agrícola está ou não cumprindo seus objetivos. Deve-se considerar que a demanda por energia produzida

pela agricultura está aumentando, porém, o aumento dessa produção deve-se dar a um menor custo energético do que o que tem caracterizado a agricultura até o presente momento (FAO, 1990)

A sustentabilidade, ainda segundo Fernandez (1995), é mais do que a simples conservação da diversidade genético-cultural ao longo do tempo, sendo uma nova racionalidade que aponta para um processo de complexização da organização produtiva. É um projeto social, que se opõe às tendências históricas que têm determinado a uniformização ecológica, cultural e tecnológica dos povos, e a unificação positivista do conhecimento, que têm sido necessárias para o aumento da produtividade dentro da lógica capitalista de produção. Ou seja, é a busca de um novo conjunto de valores para a sociedade, com uma grande ênfase sociológica, da equidade mais democrática possível, que teria como consequência imediata o respeito ao meio ambiente circundante.

Certamente, nem sempre as tentativas de definição se enquadram completamente em uma linha ou outra. Os posicionamentos intermediários são mais que frequentes. Para Acselrad (1993), sustentabilidade é um conceito em evolução. Goodland e Ledeck (1993) também afirmam que ainda não há uma definição estabelecida. Mesmo que ambos tenham afirmado isso há seis anos, pode-se considerar que a situação não mudou. As disputas continuam acontecendo, e existe a procura por definições absolutas e definitivas (Almeida, 1997). Talvez isso nunca chegue a ocorrer. Mas, como afirma Veiga (1994), a controvérsia observada é sinal que existe uma preocupação com a atual situação e busca por solução. Opta-se, então, por falar em sustentabilidade como noção, e não como conceito, que implica definições.

Apesar da controvérsia, o debate em torno da idéia de sustentabilidade traz consigo a consciência da complexidade (Meadows, 1978; Altieri, 1998) e da interação

entre diferentes dimensões (sociocultural, ambiental, econômica, política), constatando que o desenvolvimento de apenas um aspecto da sociedade é o mesmo que nenhum desenvolvimento, existindo a necessidade de uma ação mais integrada. A complexidade também traz a diversidade não apenas ambiental, mas de valores e práticas, levantando a existência de diferentes formas de ver a realidade, bem como de resolver os problemas observados (Pretty, 1996b). Além disso, que qualquer ação do ser humano tem conseqüências a longo prazo (Gliessman, 1992), devendo-se considerar a humanidade como um todo, sendo para isso necessário considerar o passado (valores culturais) e o futuro (intergeracionalidade). Este último aspecto enfatiza a necessidade de se procurar formas de, após tantos debates conceituais, efetivar esse “novo” entendimento de desenvolvimento (Colby, 1996; Redclift, 1997; Nori et al., [1997?]). E para que isso aconteça, é fundamental que haja a disposição da sociedade em ceder e aceitar mudanças (Pinheiro et al., 1997).

Uma observação que se faz, porém, é que a discussão tem se construído, e se mantido, fortemente em torno da questão ambiental (entendida como o meio natural, externo à sociedade humana), relegando a segundo plano os graves problemas sociais que existem (Dover & Talbot, 1992; Allen, 1993; Dixon & Upton, 1996; Pinheiro et al., 1997). Porém, o desenvolvimento, e assim a idéia da sustentabilidade, só tem sentido quando considerado relativamente ao ser humano. Enquanto não se tiver acabado com a tragédia da fome, será ridículo pensar que se estará conseguindo desenvolver a humanidade de forma ecologicamente sustentável (Veiga, 1993).

Uma apreensão toma conta ao se observar a tão rápida aceitação, quase unânime, e disseminação da noção de sustentabilidade (Veiga, 1993): a de que se torne mais um

adjetivo incorporado ao sistema, sem no entanto levar a mudanças efetivas nos problemas constatados.

Cabe ainda considerar o questionamento feito por Buttel (1997): deve o alcance da sustentabilidade ser visto como um evento inevitável ou utópico e inatingível? É imperativo moral que deva ser necessariamente atingido?

2.1.1. Agricultura sustentável

Assim como a idéia de desenvolvimento sustentável, a qualificação da agricultura como sustentável também atrai a atenção tanto de agricultores, técnicos, como da população em geral (Ehlers, 1994). Esse elevado interesse denota insatisfação com a atual situação da agricultura, bem como a procura por um novo padrão de produção (Allen et al., 1991; Ehlers, 1994). Em 1995 realizou-se em Porto Alegre a Conferência Internacional sobre Tecnologia e Desenvolvimento Sustentável (Vela [1995?]). Segundo este mesmo autor, nem todos os presentes (pesquisadores, estudantes, agricultores) demonstram conhecimento ontológico sobre a questão, mas todos entendem a sustentabilidade como base para um novo relacionamento do ser humano com a natureza.

O uso da expressão “agricultura sustentável” se torna cada vez mais freqüente, e ao que parece, há a tendência de substituir o adjetivo “alternativo”, que caracterizou durante a década de 70⁵ diferentes linhas tecnológicas que se opunham à agricultura convencional, pelo adjetivo “sustentável” (Ehlers, 1994).

⁵ Apesar de ter ficado mais popular durante os anos 70, as “escolas” alternativas surgem juntamente com a difusão do modelo químico-mecânico de agricultura no final do século passado (Costa, 1984; Hance, 1991).

Essa é, porém, uma sinonimização equivocada (Parr et al., 1990), e não apenas entre esses dois termos. É comum a adoção do termo “agricultura” qualificado como: alternativa, sustentável, biodinâmica, biológica, orgânica, natural, ecológica, ou ainda do termo agroecologia. São termos com significados distintos, apesar de terem alguns pontos em comum, como a posição crítica à agricultura convencional (modelo químico-mecanizado) e a rejeição a insumos industrializados (Almeida, 1989a; Costa, 1993).

Agricultura biodinâmica, orgânica, biológica ou natural, com algumas de suas variantes, consistem em conjuntos de técnicas distintas, de acordo com a representação que cada um de seus idealizadores tem de agricultura, da relação desta com o meio ambiente e com a produção de alimentos (Almeida, 1989a; Almeida 1993).

A *Agricultura Biodinâmica*, desenvolvida inicialmente na Suíça por Rudolf Steiner, em 1924, vê a propriedade agrícola como um organismo, considerando fundamental a interação entre a produção animal e a produção vegetal; considera ainda importante o calendário biodinâmico para a realização das diferentes atividades agrícolas, requerendo o uso de preparados biodinâmicos, que são compostos líquidos, elaborados a partir de substâncias minerais, vegetais ou animais. Estes visam reativar as forças vitais da natureza (Almeida, 1989a; Ehlers, 1994).

Já a *Agricultura Orgânica* (desenvolvida na Europa e nos Estados Unidos a partir dos anos 20 e 30, tendo como grande início o Método Indore desenvolvido por Sir Horward (Horward, 1950), considera fundamental a fertilidade do solo, que é mantida em função da aplicação de compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos da propriedade agrícola, principalmente resíduos de origem animal (esterco) (Almeida, 1989a; Ehlers, 1994).

Quanto à *Agricultura Biológica*, desenvolvida inicialmente na França, por Claude Aubert, não vê como essencial a associação com a pecuária, como as duas anteriores, sendo que a matéria orgânica, para fertilização do solo, pode ter diferentes origens, inclusive urbana; não exclui a fertilização mineral, mesmo que a base continue sendo orgânica. O fertilizante mineral é obtido a partir de rochas moídas. Tem como base a teoria da trofobiose e considera de grande importância a qualidade biológica dos alimentos (Almeida, 1989a).

A *Agricultura Natural* respeita as leis da natureza, realizando uma mínima intervenção no ambiente e processos naturais (Fukuoka, 1995).

O termo “alternativo”, sim, englobaria todas as propostas descritas acima, qualificando todas as formas de agricultura que adotam técnicas contrárias àquelas consideradas convencionais.

Já a *Agroecologia* busca constituir-se em um campo de conhecimento científico, com forte dimensão social. Não é propriamente um conjunto de técnicas, tendo por objetivo estabelecer a estrutura metodológica para o estudo dos agroecossistemas (Altieri, 1998), elaborando os princípios para o seu desenvolvimento, dentro de condições dadas (Labrador Moreno & Altieri, 1994). Tem como expoentes os nomes de Miguel Altieri e Stephen Gliessman, ganhando força, através destes, durante os anos 80 (Hecht, 1995). Busca uma fundamentação científica para as propostas de técnicas alternativas, caracterizando-se também por tentar valorizar os aspectos socioculturais da produção agrícola (Hecht, 1995; Altieri, 1998; Costa, 1993). Tem como pressuposto básico a diversidade ambiental, sociocultural e dos sistemas agrícolas, enfatizando a importância do resgate da “agricultura tradicional” e do desenvolvimento adaptado à realidade local (Almeida, 1998). Os diferentes conjuntos de técnicas que caracterizam as

“agriculturas alternativas” são estudados dentro da agroecologia, procurando tanto entender suas bases científicas como melhorá-las e torná-las mais eficientes e adaptadas às reais necessidades (Ehlers, 1996).

E a “agricultura sustentável”? Schaefer (1995) deixa claro que o termo se tornou um lugar comum. Assim como as controvérsias em torno do termo sustentabilidade, várias definições são elaboradas, caracterizando pontos de vista distintos (Edwards et al., 1990).

A “agricultura sustentável” é considerada um objetivo a ser alcançado, uma forma de pensar ou uma filosofia (Schaller, 1990; Ehlers, 1994), não são práticas agrícolas ou um método, o que normalmente é mais fácil definir (Schaller, 1990). Diferentes técnicas podem ser adotadas ao se objetivar a agricultura sustentável, desde que atendidas algumas exigências:

“...surgiram centenas de definições para explicar o que se entende por agricultura sustentável. Quase todas procuram expressar a necessidade do estabelecimento de um novo padrão produtivo que não agrida o ambiente e que mantenha as características dos agroecossistemas por longos períodos. E o mais provável é que esse novo padrão combine práticas convencionais e alternativas. No entanto, a noção de agricultura sustentável permanece cercada de imprecisões e de contradições, permitindo abrigar desde aqueles que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo, até aqueles que vêem nessa noção um objetivo de longo prazo que possibilite mudanças estruturais, não apenas na produção agrícola mas em toda a sociedade” (Ehlers, 1994, p. 117).

Os grupos que defendem apenas algumas adaptações ao atual padrão (e aqui tem-se a visão economicista de sustentabilidade), entendem a agricultura sustentável como quase um sinônimo do padrão convencional, porém praticado com maior eficiência e “racionalidade” (Ehlers, 1994). A biotecnologia é vista como uma das grandes soluções disponíveis (Buttel, 1993).

Aqueles que se posicionam dentro da segunda visão, Ehlers (1994, 1996) chama de “radicais”. Este grupo entende que a agricultura sustentável pode ser uma maneira de dar força a transformações mais consistentes em todo o sistema de produção agrícola, em todos seus aspectos: econômicos, políticos, socioculturais e ambientais (Labrador Moreno & Altieri, 1994). Consideram ainda que essas transformações devem ocorrer em diferentes níveis: na pesquisa, nos hábitos de consumo (entende-se tanto consumo interno à propriedade, quanto o consumo da população como um todo). As transformações não devem ocorrer apenas quanto ao conjunto tecnológico adotado para esta ou aquela produção, mas, como afirma Ehlers (1994), devem considerar a democratização do uso da terra, a erradicação da fome e da miséria⁶ e a promoção de melhoria na qualidade de vida de toda a humanidade. Este entendimento de agricultura sustentável se alinha com a visão alternativa de sustentabilidade, “*entrando para o conjunto das grandes utopias modernas, como a justiça social, a liberdade ou a democracia e só pode ser entendida como um objetivo, certamente a longuíssimo prazo*” (Ehlers, 1994, p.139). Hansen (1996) também entende a agricultura sustentável desta maneira como um objetivo.

Levanta-se o fato de que os movimentos “alternativos” não se incluem necessariamente dentro dessa segunda visão de sustentabilidade. Segundo Nunes e Nakamae (1994), eles já foram incorporados pelo sistema. A adoção de técnicas que sejam contrárias à agricultura convencional, do ponto de vista da mecanização ou do uso de insumos produzidos industrialmente, não se posicionam necessariamente contra a lógica de mercado e à monetarização dos recursos naturais.

⁶ Ao discorrer sobre os últimos debates nos fóruns do Gatt, Lehman (1996) lança a pergunta: “a segurança alimentar é direito da humanidade ou prerrogativa do mercado?”.

Os entendimentos observados seguramente são consequência da visão de mundo de cada um e dos interesses em jogo, caracterizando uma grande subjetividade em sua adoção. Não se pode afirmar que exista, ou que algum dia irá existir, uma definição única que seja a mais acertada. Se ocorrer, certamente ela deverá majoritariamente exprimir aquela definição “vencedora” no embate político mais geral na sociedade⁷.

Existem alguns aspectos básicos que permeiam, no entanto, todas as definições (Ehlers, 1996). Esses consistem na conservação dos recursos naturais (solo, água, biota), na consideração da complexidade de cada sistema (biodiversidade natural, diversificação na produção, integração), na procura por evitar o uso de insumos que possam ser nocivos, seja ao entorno ou ao ser humano, na busca por atender a demanda de alimentos da população mundial. Um outro aspecto importante é a especificidade de cada realidade, que incentiva a procura por soluções locais, condizentes com as características físicas e culturais próprias. Além disso, a dimensão temporal também é incorporada, reforçando a noção de que as ações podem ser irreversíveis, e que o mundo continua depois dessa geração, pelo menos enquanto as nossas ações o permitirem.

2.2. Indicadores

Avaliar o desenvolvimento sustentável é um pré-requisito essencial para promover uma sociedade sustentável (Mitchell, [1997?]), sendo importante para a

⁷ É importante mencionar o desenvolvimento do capítulo sobre Agricultura Sustentável da Agenda 21 brasileira, que está sendo discutido por um conjunto de técnicos atuantes na área, apresentando um levantamento da atual situação da agricultura no Brasil, observando os principais problemas e apresentando estratégias gerais, que irão orientar a construção da sustentabilidade da Agenda no que diz respeito ao tema. Para tanto, dividiram o território brasileiro em quatro macro-conjuntos de agroecossistemas: Mata Atlântica e florestas e Campos Meridionais; domínio do semi-árido (Caatinga); domínio dos cerrados; e domínio das florestas amazônicas (Consórcio Museu Emílio Goeldi, 1999). Este documento se propõe a ser a base da busca para alcançar a agricultura sustentável no Brasil, norteando ações governamentais e linhas de pesquisa, sintetizando o posicionamento oficial do governo brasileiro relativamente a este assunto.

formulação de políticas e tomada de decisões (World Resources Institute - WRI, [1998?]). Para atender a essa necessidade, durante a década de 90 houve uma preocupação com o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, nas mais diversas áreas relacionadas ao desenvolvimento das sociedades.

No fim da década de 80, os governos do Canadá e Holanda iniciam o desenvolvimento de indicadores ambientais, em complemento aos indicadores socioeconômicos já existentes. Em 1989, a Conferência Econômica do G7 pede à OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) que estabeleça indicadores, de forma a nortear os processos internacionais neste sentido (Hammond et al., 1995).

A partir de 1992, a preocupação com o desenvolvimento de indicadores atinge um novo auge, depois da publicação do relatório da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) (Agenda 21).

Em agosto de 1994 acontece a “*Conference and Workshop on Indicators of Sustainability*”, um fórum internacional organizado por Robert Hart, da Sanrem-CRSP (Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaboration Research Program's) (McCann, 1995). O *workshop* seguiu uma conferência eletrônica na qual participaram indivíduos e instituições de diversos países interessados e/ou atuantes nesse tema, trazendo as seguintes conclusões: a) o tema desperta grande interesse por parte de muitas instituições governamentais e privadas; b) em função das diferentes definições de sustentabilidade e de interesses em sistemas distintos a serem sustentados, existem diferentes conceitos sobre indicadores de sustentabilidade; e c) ainda não definiu-se uma metodologia para o uso efetivo de indicadores de sustentabilidade, mas já existem algumas idéias surgindo para desenvolvê-los (Hart, 1994).

Em 1992, o WRI (World Resources Institute) inicia um trabalho de levantamento das organizações envolvidas com indicadores de sustentabilidade, particularmente indicadores ambientais. De 100 organizações pesquisadas em 1992 apenas uma dúzia estava preocupada com o assunto. Ainda neste ano, realiza um *workshop* internacional em torno do tema, discutindo conceitos, métodos e tentativa de enfoques para indicadores ambientais. Na ocasião, concluem que ainda é cedo para determinar um consenso, levantando porém a necessidade de enfoques inovativos e pesquisas experimentais. Em 1994 observa-se uma grande disseminação de conferências e workshops, assim como um bom número de organizações envolvidas com o assunto, levantando muitas iniciativas nacionais e regionais na Europa, nos Estados Unidos e em outros países (Hammond et al., 1995).

Paralelamente ao desenvolvimento de indicadores ambientais, se encaminham reformas nas medidas do Produto Nacional Bruto (PNB) e outros indicadores econômicos, de forma a permitir que esses passem a incorporar aspectos ambientais. Iniciativas do WRI e do WB (World Bank) contribuem para a disseminação do “*green national accounting*” (“economia verde”), onde o PNB é ajustado de forma a refletir os custos da poluição gerada e da diminuição dos recursos naturais.

Assim, também surge a preocupação com a importância do capital humano, que é contemplado com a elaboração do HDI (*Human Development Index*, ou Índice de Desenvolvimento Humano), pelo Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD). Desta forma, os indicadores de sustentabilidade passam a refletir o quanto as necessidades humanas são satisfeitas (Hammond et al., 1995)

Quanto aos indicadores econômicos, já existem há algumas décadas, mas se demonstram insuficientes quando da determinação do bem-estar social ou do nível de

desenvolvimento dos povos (Soto, 1997). Observa-se, então, durante a década de 60, o desenvolvimento de indicadores sociais (Scatolin, 1989; Australian Department of Primary Industries and Energy - DPIE, 1995). Os valores destes já são divulgados e facilmente obtidos por diversos órgãos das Nações Unidas e suas subsidiárias (DPIE, 1995).

2.1.1. Definição

Um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade (Mitchell, [1997?]). Tem como principal característica a de poder sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (Hatchuel & Poquet, 1992; Bouni, 1996; Mitchell, [1997?]). É visto ainda como um resposta sintomática às atividades exercidas pelo ser humano dentro de um determinado sistema (DPIE, 1995).

Hammond et al.(1995) definem indicadores como um modelo. Isto, para evitar a interpretação do indicador como sendo a realidade. Um modelo, porém, pode ser entendido como um objetivo a ser alcançado ou imitado, e não é isso o que um indicador pretende significar. Ele é apenas uma medida, uma indicação. Seu significado depende da interpretação que a ele é dada. Por isso, tem grande importância a base na qual esses indicadores são analisados, pois é esta que irá proporcionar a significância de cada indicador.

Segundo o documento do DPIE (1995), indicadores são medidas da condição, processos, reação ou comportamento que fornecem confiável resumo de sistemas complexos. Se são conhecidas as relações entre os indicadores e o padrão de respostas dos sistemas, pode permitir a previsão de futuras condições. As medidas devem

evidenciar modificações que ocorrem em uma dada realidade (Campanella, 1995; DPIE, 1995; Brown Jr., 1997; Martos & Maia, 1997; Tank-Torniselo, 1997), principalmente aquelas mudanças determinadas pela ação antrópica.

Benbrook e Groth III (1996) afirmam que muitos aspectos (matéria orgânica, qualidade da água, qualidade do solo, etc.) podem ser medidos de diferentes formas. Considera que um indicador é apenas uma medida, não um instrumento de previsão ou uma medida estatística definitiva, nem evidência da causalidade, apenas constatando uma dada situação. As possíveis causas e conseqüências ou previsões que podem ser feitas são um exercício de abstração do observador, de acordo com seu cabedal de conhecimento.

Kline (1994) e Eswaran et al.(1994) citam que há, em inglês, uma disseminação de termos e de sentidos (*indicators, vital signs, data, standards, targets, thresholds, endpoints*). Em português, nota-se que a incerteza também está presente: indicador, descritor, parâmetro, variável, padrão.

Camino e Müller (1993) falam em elementos, descritores e indicadores, que caracterizam ordens hierárquicas distintas. Os elementos seriam os recursos (água, solo, fauna, vegetação, recursos culturais, etc.). Já os descritores seriam aspectos relevantes desses elementos (qualidade da água, matéria orgânica do solo, renda da população, etc.). Os indicadores, por sua vez, seriam medidas relevantes para esses descritores (concentração de nitrogênio (N) e fósforo (P) na água, teor de carbono (C) no solo, média de salários, etc.). Carvalho (1993) denomina padrão o conjunto de medidas que estabelecem restrições, determinadas pela resiliência do sistema, ao processo de desenvolvimento; parâmetro como os aspectos estruturadores do conjunto da vida social e da natureza (rendimento por pessoa, estoque do capital natural, capacidade de

regeneração do estoque natural, etc.) e indicadores como a medida e a quantificação dos parâmetros (acesso da população aos serviços públicos, inventários, erodibilidade do solo, etc.). Para Machado (1987) o padrão qualifica os objetivos que se quer alcançar, indica metas a atingir, manter ou eliminar. Ele ressalta ainda que é importante definir em função de quem um dado padrão é determinado, considerando a diferente escala de valores que existe entre e nas sociedades e seus diferentes segmentos. Marques (1998) discorda do uso do termo parâmetro, afirmando que o que se tem, na realidade, são variáveis.

No presente estudo se entende o indicador como um instrumento que evidencia mudanças que ocorrem em um dado sistema, em função da ação humana; padrão, como o ideal a ser alcançado — no caso, a sustentabilidade —; e parâmetros ou descritores como aqueles aspectos da realidade que são determinantes para que o padrão seja atingido, devendo ser, portanto, monitorados. Para estes, então, deverão ser encontrados indicadores.

2.2.2. Objetivos dos indicadores de sustentabilidade

Além do que já foi citado, a avaliação de um determinado sistema pode ter como objetivos: a) definir ou monitorar a sustentabilidade de uma realidade (FAO, 1995; McCann, 1995; Clain, 1997; Brown Jr., 1997); b) facilitar o processo de tomada de decisão (Hatchuel & Poquet, 1992); c) evidenciar em tempo hábil modificações significativas em um dado sistema, tanto naturais quanto provocadas (Blaudine, apud Tank-Torniselo, 1997; Brown Jr., 1997); d) caracterizar um dada realidade (Clain, 1997), permitindo a auto-regulação de sistemas integrados; e) estabelecer restrições (Carvalho, 1993) em função da determinação de padrões; f) detectar os limites onde os

sistemas produtivos entrariam em colapso até a situação onde estes pudessem ser reproduzidos indefinidamente pela conservação e manutenção de recursos naturais (Fuentes Llanillo et al., 1993); g) tornar perceptível uma tendência que ainda não é detectável (Hammond et al., 1992); h) quantificar as informações rapidamente, simplificando as informações de fenômenos complexos; i) ajudar a identificar tendências e ações relevantes, bem como avaliar o progresso em direção a um objetivo (Kline, 1994); j) prever o status do sistema (DPIE, 1995), alertando para possíveis condições de risco; k) detectar distúrbios/direcionar planejamento (Scatolin, 1989); e l) medir o progresso em direção à sustentabilidade (Kline, 1994). Além disso, é uma forma prática de comunicar a situação de uma dada realidade.

Porém, nem todos esses objetivos que pretendem ser alcançados com a avaliação de um sistema podem ser definidos por indicadores. Considera-se que um indicador não vai definir a sustentabilidade; ele é apenas uma ferramenta que permite a definição da condição de um sistema como sustentável ou não, a partir da sua interpretação. Não é o indicador que permite a auto-regulação do sistema; esta existe, ou não, e poderá ser identificada por um dado indicador. Os indicadores não detectam limites; estes são estabelecidos pelo padrão, de acordo com os valores e objetivos que regem uma determinada realidade, pois, novamente, o indicador é apenas uma medida, e sua interpretação, a partir do padrão determinado, estabelecerá se o limite foi ultrapassado ou respeitado, ou auxiliará na determinação de alguns limites, desconhecidos inicialmente.

2.2.3. Características dos indicadores de sustentabilidade

Indicadores de sustentabilidade devem apresentar algumas características. Quanto ao seu significado deve: a) ser significativo quanto à sustentabilidade do sistema (Camino & Müller, 1993); b) ser relevante politicamente (ter pertinência com a preocupação política, com os objetivos que se quer alcançar) (Hammond et al., 1995); c) ter validade (revelar tradução fiel e sintética da preocupação) (Hatchuel & Poquet, 1992; Mitchell, [1997?]); d) abranger alguns elementos essenciais (equidade e disparidades sociais; condições ecológicas; e situação econômica) (IISD, [1997?]a).

Quanto à sua aplicabilidade deve: a) ser sensível a mudanças no tempo (Camino & Müller, 1993; Swindale, 1994; Mitchell, [1997?]), permitindo repetir as medições no tempo (Camino & Müller, 1993); b) ter coerência, no tempo e no espaço e entre diferentes elementos da população, considerando aspectos históricos e condições atuais de diferentes comunidades (IISD, [1997?]a); c) ser prático, simplificando as informações (Hammond et al., 1995; IISD [1997?]a) e deve ser simples em si (Commissariat General du Plan CRÉDOC, [1992?]; Hatchuel & Poquet, 1992; Mitchell, [1997?]) tendo valor operacional imediato; d) deve permitir um enfoque integrado (Camino & Müller, 1993; Lighthfoot, 1994; IISD, [1997?]a), relacionando-se com outros indicadores, e permitindo analisar essas relações (Camino & Müller, 1993); e) deve permitir a modelização (DPIE, 1995; Hammond et al., 1995); f) ter mensurabilidade (tempo e custo necessário, e viabilidade para efetuar a medida) (Hatchuel & Poquet, 1992; Camino & Müller, 1993; Mitchell, [1997?]); g) devem ser replicáveis e verificáveis (Eswaran et al., 1994; IISD, [1997?]a); h) ter objetividade (Scatolin, 1989).

Quanto à sua interpretação deve: a) deve ser consistente, isto é, deve ter claros princípios de base, assim como clara visão dos objetivos (sustentabilidade) que se quer

alcançar (DPIE, 1995; Hammond et al., 1995; IISD, [1997?]a); b) ter forma de expressão significativa para seu usuário (IISD, [1997?]a; Mitchell, [1997?]); c) ser dirigido ao usuário, útil e significativo para os seus propósitos, além de compreensível (Lighthfoot, 1994; Hammond et al., 1995); d) deve ser analiticamente saudável, isto é, deve ter uma metodologia de medida bem determinada e transparente (Hammond et al., 1995; IISD, [1997?]a); e) ser capaz de ser analisado (causas, conseqüências e o valor do indicador podem ser determinados e avaliados se são parte do sistema) (DPIE, 1995); f) ter participação ampla, representativa de todos os segmentos envolvidos na realidade sob análise (IISD, [1997?]a); g) ter capacidade institucional, que se responsabilize pelo processo de tomada de decisão subsequente, providencie coleta de dados e apoie o processo de avaliação local (IISD, [1997?]a).

2.2.4. Tipos de indicadores

Alguns autores classificam indicadores por tipos. Hatchuel e Poquet (1992), por exemplo, falam de indicadores de resultados (que relatam a situação) e de indicadores de meios (os procedimentos econômicos e administrativos adotados). Citam também os indicadores objetivos (dados físicos) e indicadores subjetivos (percepção dos indivíduos: pode ser diferente de um para outro, mas é importante que seja considerado).

Kuman, de acordo com Eswaran et al. (1994), menciona parâmetros *proxies*, que são parâmetros de fácil medida, que estão de alguma forma correlacionados ao aspecto que se quer conhecer, mas que por alguma razão não pode ser avaliado, ou é de avaliação difícil, ou ainda cuja avaliação tem um custo muito elevado. Ou seja, são medidas que permitem aproximações, em função das correlações existentes (Benbrook

& Groth III, 1996). Esse autor menciona também os cripto-indicadores, que seriam indicadores inconscientes que existem no entendimento popular, normalmente parte do cabedal de anciãos em alguns povos.

2.2.5. Conjuntos de indicadores

A discussão da sustentabilidade traz consigo o aspecto multidimensional da realidade, que deve ser contemplado quando da análise desta realidade (Heeney, 1995; Cavalcanti, 1998). Também deve ser evidenciada a ligação ente os diferentes fatores, pois assim como a atividade humana pode limitar, ou auxiliar, o curso natural de desenvolvimento de um dado meio natural, o ambiente também pode determinar restrições, ou liberações, à sociedade (Cavalcanti, 1998). O sistema deve ser visto como um todo (Bouni, 1996), para isso, deverão ser construídos conjuntos de indicadores, a partir de alguns atributos chave que se acredita influenciar na sustentabilidade (Hansen, 1996). Ressalta-se, porém, que nem tudo que venha a influenciar a sustentabilidade é um bom indicador, necessitando que este apresente as características como mencionadas acima.

Um outro aspecto a se considerar é que um sistema não se constitui apenas de elementos, mas das interações que se estabelecem entre eles (ver próximo capítulo). Essas interações também devem ser levantadas, medindo, além dos efeitos diretos de uma ação sobre cada elemento, os efeitos indiretos e os sinergismos (Heeney, 1995).

2.2.6. Considerações gerais

Indicadores não surgem do nada, e não são suficientes em si mesmos. Estão inseridos dentro de um contexto maior de avaliação (Bouni, 1996), que passa por

diversas etapas. MacDonald (1996) ressalta que um indicador não substitui a ação, mas identifica áreas de preocupação que devem receber atenção.

Camino e Müller (1993), Clain (1997), Carvalho (1993), Sanchez e Palomino (1988), por exemplo, iniciam seu processo de avaliação realizando uma caracterização geral do espaço que será avaliado, de acordo com a escala geográfica considerada. Dentro dessa realidade é feito um levantamento dos aspectos que têm relevância para o problema em questão (a sustentabilidade, neste caso). A partir destes aspectos, então, como uma ferramenta de avaliação das condições desses elementos, fazem uso de indicadores.

Um outro aspecto fundamental é o processo de interpretação dos indicadores (Machado, 1987; Bouni, 1996; Hansen, 1996). A medida indicada por essa ferramenta poderá ser considerada positiva, negativa ou neutra de acordo com a interpretação que dela é feita. Por isso, é fundamental a definição da base conceitual, aquela que definirá o que se entende por sustentabilidade, que é determinada pela apreensão teórica que se tem do mundo (Bouni, 1996). Além disso, deve ser definida a escala de interpretação do indicador, com seu intervalo de tolerância e limites mínimos e/ou máximos, aceitáveis, e logo, os valores que serão considerados negativos. Importante considerar que a determinação desses valores é específica para cada situação avaliada. Em cada circunstância deverão ser definidos os limites de aceitação, de acordo com a realidade sob análise. Considera-se que o processo de interpretação é subjetivo, já que a definição de questões como qualidade ambiental, qualidade de vida são determinados pela percepção, pela política vigente, pelos valores, perspectivas e preferências de cada grupo ou indivíduo (Machado, 1987; Hansen, 1996; Pretty, 1996b; Buchecker, 1997). O que também se constitui em um problema no processo de avaliação é que já existem idéias

pré-concebidas em função do que se espera encontrar (Stecher & Davis, 1987), influenciando a interpretação final.

É importante também que seja definida a escala que deverá ser analisada, assim como o usuário a quem a avaliação está destinada. Por escala entende-se o limite do sistema que será analisado. Do macro ao micro tem-se: a escala nacional, regional, municipal, da unidade de produção e dos sistemas produtivos (Bouni, 1996). Incluem-se ainda escalas micro, que analisariam apenas determinados *aspectos* de uma propriedade rural, como o solo, a água, entre outros.

O usuário das informações obtidas também deve ser definido (agentes definidores de políticas públicas, pesquisadores, técnicos, agricultores, população em geral). Essas definições são importantes para a determinação dos indicadores mais adequados para cada situação.

Observa-se algumas dificuldades em relação à definição de indicadores de sustentabilidade. A lacuna existente na precisão da noção de sustentabilidade (Kline, 1994), como visto no subcapítulo 2.1, é um fator limitante, principalmente no que se refere ao processo de interpretação da medida efetuada pelo indicador. É o que se determina ser sustentabilidade que vai determinar o que é importante ser medido, como avaliar, e o significado dos valores obtidos. A ausência de consenso quanto a estrutura conceitual impede, de conseqüência, a existência de consenso quanto a definição de indicadores (Hammond et al., 1992, Freyenberg, et al., [1997?]).

A constatação da complexidade, inerente à realidade, também pode dificultar a definição de indicadores. Ao se considerar o meio natural integrado à realidade social, e as diferentes dimensões que estão presentes, constituindo uma intrincada malha de interações, a determinação de indicadores não é mais imediata, pois aqueles sinais que

facilmente se deduziam dentro de uma interpretação monodisciplinar já não são suficientes, (Hatchuel & Poquet, 1992; Kline, 1994; Heeney, 1995).

As medidas de um parâmetro de um sistema deveriam indicar mudanças no sistema, mas explicar as causas dessas mudanças é freqüentemente um exercício especulativo (DPIE, 1995). É difícil determinar a qualidade “original” e identificar, às vezes, se a causa é natural ou antrópica. Como definir o que é ação antrópica? (Sant’Anna Neto, 1997).

Os dados convencionais não capturam aspectos-chave para o desenvolvimento sustentável (Hammond et al., 1992), não estando disponíveis por serem os conceitos também novos (Freyenberg et al., [1997?]). É uma dificuldade na medida que exige a elaboração de novos indicadores, e uma busca por entender como os mesmos devem funcionar dentro de uma nova lógica de análise.

A necessidade da consideração de diversas dimensões e a busca por uma atuação sistêmica requer dos especialistas a superação de seus limites de atuação, exigindo maior interação e colaboração (Freyenberg et al., [1997?]).

Existe dificuldades na construção de um sistema de indicadores para uma realidade concreta, pois não existe ainda um arcabouço teórico definido e fechado sobre o assunto em questão (e se questiona se algum dia haverá) (Scatolin, 1989). Além disso, a base de informações da realidade normalmente é pobre, sendo muitas vezes difícil obtê-las, principalmente em países menos desenvolvidos (Scatolin, 1989; WRI, [1998?]), já que muitos dados não estão disponíveis (Benbrook & Groth III, 1996), sendo também exigido o conhecimento de aspectos que antes nunca foram considerados.

Muitos fatores afetam a sustentabilidade. Um dos grandes desafios é estabelecer fundamentos conceituais para determinar a hierarquia dos indicadores e aplicações

analíticas (Benbrook & Groth III, 1996). Que peso dar a cada indicador, como determinar que um tem um maior significado, do ponto de vista da sustentabilidade, que outro? Indicadores da base de recursos naturais e ambientais têm o mesmo peso que a renda agrícola ou medida de trabalho? Como questionam Allen (1993) e Redclift (1995), o que se deve medir? O que vai ser sustentado? A base de recursos ou o padrão de vida da sociedade?

O entendimento de que toda ação, por menor que seja, pode ter efeitos consideráveis, e muitas vezes irreversíveis (*efeito borboleta*)⁸, enfatizada dentro do estudo do “caos”, desafia o desenvolvimento de indicadores que consigam captar as mudanças na sustentabilidade a longo prazo que são consequência de pequenos ajustes a curto prazo (Benbrook & Groth III, 1996).

Muitos indicadores são agregados em índices, que serão usados para comunicar os resultados da avaliação. Os índices, porém, apresentam um perigo: podem deixar os números sem sentido ao mascarar algumas tendências sutis, mas importantes. Como incluir, por exemplo, o crescimento da insegurança alimentar de um segmento da população em um índice composto, onde também existe o crescimento de uma indústria de exportação intensivamente capitalizada? (Benbrook & Groth III, 1996).

Indicadores, assim como a estruturação do conjunto de indicadores, vão variar em função da metodologia usada, do público alvo, da disponibilidade de dados e do uso pretendido (McCann, 1995). Um único conjunto, determinado, de indicadores, não pode fornecer informações para todas as realidades (McCann, 1995), em função da relatividade espacial, isto é, das características de cada conjuntura analisada.

⁸ O “efeito borboleta” será abordado no subcapítulo seguinte.

Outro aspecto ainda a considerar é que a determinação de indicadores, ou de um conjunto de indicadores não pode ser um fato absoluto. Swindale (1994) e McCann (1995) levantam o fato que por ocasião do “Sanrem/Inforum” (conferência internacional, em 1994), não houve nenhum conjunto de indicadores que satisfizesse os diferentes interesses e necessidades dos muitos participantes, em função da sua realidade de origem, sua área de atuação ou do seu entendimento de sustentabilidade, já que os parâmetros (entendidos como os aspectos relevantes quanto à sustentabilidade) são diferentes de acordo com o sistema considerado (Campanella, 1995). Além disso, os problemas assumem formas diferentes, segundo a perspectiva com a qual são observados (Heeney, 1995).

2.3. O enfoque sistêmico

Simões (1997), Lal e Pearce (1989), Firebaugh (1990), United Nations (1992), Costa (1993), Passet (1994), Redclift (1995), Tiezzi & Marchettini (1995), Naciones Unidas (1998) entre outros levantam não apenas a necessidade, mas a relação direta do conceito de sustentabilidade — especificamente neste caso, o estudo de indicadores — com um enfoque sistêmico: *“o enfoque sistêmico é uma abordagem global dos problemas ou sistemas, concentrando-se no jogo de interações entre seus elementos (...), permitindo melhor entender e descrever a complexidade organizada”* (Rosnay, 1975).

2.3.1. O que é um sistema?

O sistema é um *“conjunto de elementos em interação dinâmica, organizados em função de um objetivo”* (Rosnay, 1975). Este objetivo pode ser apenas manter sua

estrutura e se dividir, como é o caso de alguns ecossistemas, cuja meta é manter seu “equilíbrio” e permitir o desenvolvimento da vida no seu interior.

Os sistemas são muitas vezes divididos em subsistemas, suprasistemas, metasistemas (Morin, 1977; Boulanger, 1991; Capra 1992): os átomos são sistemas que constituem as moléculas, que formam as células, que formam os órgãos, que constituem o organismo, que é um indivíduo que se insere em um grupo, que faz parte de uma sociedade... (Rosnay, 1975; Bertalanffy, 1983; Lugan, 1996). Morin (1977) lança a pergunta se “tudo é sistema?”, a partir do pressuposto que não existe a idéia de objeto finito e auto-suficiente, entendendo-se que se está dentro de um conglomerado de sistemas, que se separam hierarquicamente e que estão interrelacionados.

Morin (1977), assim como Durand (1996) e Branco (1989), destacam que o isolamento de um sistema, e do seu conceito, é uma abstração do observador. É sistema o que o observador considera, do ponto de vista de sua autonomia e de suas emergências (ver mais adiante). O sistema é físico, mas existe uma abstração na determinação dos limites e das distinções, que são influenciados por representações sociais nas quais o observador está inserido.

Para Rosnay (1975), também citado por Branco (1989) e Lugan (1996), um sistema pode ser caracterizado por seu aspecto estrutural e seu aspecto funcional.

O aspecto estrutural consta de: limite do sistema (definição da fronteira física: a membrana de uma célula, uma cerca, ou outra delimitação definida); elementos (componentes do sistema, individuais ou agrupados); reservatórios (acumulação de elementos, energia, informação ou matéria); e de uma rede de comunicação (que permite fluxos e trocas entre os elementos, entre esses e o entorno, entre os níveis hierárquicos).

O aspecto funcional consiste de: fluxos (de energia, informações, elementos, através da rede de comunicação); válvulas (que exercem o controle dos diferentes fluxos: centro de decisão); prazos (*delais*) (diferentes velocidades dos fluxos, tempo de estocagem nos reservatórios, atrito entre os elementos do sistema, configurando um sistema de inibição ou amplificação das ações); e anéis de retroação (*feedback*) (permitem agir sobre o passado, o efeito agindo sobre a causa, com o objetivo de regulação, reforçando ou acelerando as entradas (efeito cumulativo), ou amortecendo as entradas (efeito estabilizador)).

Morin (1977) levanta como características principais de um sistema a organização, que também é considerada por Durand (1996) como conceito central de um sistema, e as emergências.

A organização é a “*disposição dos indivíduos e das relações entre os componentes, que produz uma unidade complexa, ou sistema, dotada de qualidades desconhecidas ao nível dos componentes ou indivíduos*” (Morin, 1977).

As emergências, resultado da relação do todo e das partes, são qualidades ou propriedades de um sistema que são novas em relação às qualidades ou propriedades dos componentes ou indivíduos, ou que estão (componentes e indivíduos) estruturados diferentemente em outro tipo de sistema. As qualidades nascem das associações, das combinações (Morin, 1977). As emergências se observam nos diferentes níveis do sistema: a) o todo é mais que a soma das partes (existem propriedades que só são observadas em função das relações que acontecem, não existindo nos elementos individuais); b) a parte é mais que a parte (ao constituir um sistema e relacionar-se com outras partes, podendo apresentar características que não teria individualmente); c) o

todo é menos que a soma das partes (existem características individuais que desaparecem no conjunto das relações, não sendo mais observadas no todo).

Durand (1996) levanta ainda a complexidade como uma importante característica de um sistema. A manutenção dessa complexidade, seja na sua realidade ou na sua abstração, é de fundamental importância, às custas de se admitir que não se pode captar tudo. A complexidade é função do número de elementos e de suas características, assim como das ligações que acontecem entre eles. É também função da incerteza e possibilidades próprias do seu entorno. A complexidade se caracteriza pela variedade de elementos e interações entre os elementos e os diferentes níveis hierárquicos, as diferentes ligações e interações não-lineares (Rosnay, 1975).

Uma outra característica importante dos sistemas é sua estrutura aberta. Esta permite uma relação permanente com seu entorno (troca de matéria, energia, informações, para manter sua organização contra a degradação; pode ser considerado como um reservatório que se enche e esvazia na mesma velocidade). A interação com seu entorno é constante, um modificando o outro, e por sua vez sendo modificado (Rosnay, 1975). Morin (1977), fala da abertura e do fechamento (*cloture*) que acontecem em função da organização. Isto é, o sistema tem seu limite, muitas vezes fisicamente determinado, para caracterizar sua individualidade e garantir seu funcionamento, caracterizando também o mecanismo de homeostase, com resistência à entrada de agentes externos e efeitos do funcionamento de sistemas do seu entorno. Por outro lado, é totalmente aberto, permitindo trocas com o meio. Um exemplo desse funcionamento é a membrana celular, que tem características de permeabilidade, impermeabilidade e semipermeabilidade segundo a substância com a qual interage, ou a circunstância na qual esse contato tem lugar.

“Todo sistema físico é um ser do tempo, no tempo, e que o tempo destrói”. Essa afirmação de Morin (1977) retrata a importância que tem o tempo na consideração dos sistemas. São diversos os autores, entre eles Edwards et al. (1990) e Parr e colaboradores, (1990), que apresentam o aspecto da temporalidade. Por um lado, existe a necessidade de contextualizar historicamente cada realidade, pois o contexto cultural de cada época determina as formas de relações predominantes, em se tratando da espécie humana em suas relações entre si e com seu entorno. Dentro do contexto natural as relações também são mutáveis, segundo o período do ano (estações) e segundo fenômenos determinantes que possam ter ocorrido (secas, enchentes, geleiras...). Além disso, o aspecto temporal também deve ser considerado em função do tempo de resposta de cada elemento de um sistema ante a determinada relação, seja com outro componente interno do sistema, seja com um agente externo. A ação do ser humano pode enquadrar-se tanto em um caso como em outro.

2.3.2. O sistema na realidade agrícola

A base da definição de agroecossistema é a noção de ecossistema. Este é definido por Odum (1971) como sendo uma *“unidade funcional básica, composta por elementos bióticos e abióticos que interagem, exercendo influência uns sobre os outros”*. Estes elementos são organizados em uma estrutura trófica definida, através da qual se estabelece um fluxo de energia. Esse complexo formado se caracteriza ainda por uma maior ou menor diversidade biótica (e abiótica) e ciclos de materiais. Uma constatação fundamental dentro desse conceito é que nenhum organismo vive por si mesmo, tendo por princípios básicos a interrelação e a idéia de todo, conseqüente das interrelações (emergências).

A partícula “agro” como prefixo a este conceito caracteriza a atividade humana inserida em um ecossistema com o objetivo de estabelecer produção agrícola (alimentos, fibras, energia, essências aromáticas e farmacêuticas, plantas ornamentais, entre outros) implicando em alterações na estrutura e função básica original do ecossistema (Labrador Moreno & Altieri, 1994; Gliessman, 1995).

Um agroecossistema é uma unidade de área, constituída por uma complexa interação entre fatores ecológicos e socioeconômicos. Esta área é compreendida por entradas e saídas, que se movem dentro de uma malha de interações entre componentes bióticos e abióticos, caracterizada por fluxos energéticos, ciclos de nutrientes, mecanismos reguladores, populações, equilíbrio dinâmico, que são manejados de acordo com os objetivos determinados pelo componente socioeconômico do sistema. Ecologicamente, apresenta equilíbrio instável, constituindo uma estrutura simplificada e frágil, que especializa sua comunidade e regula de forma particular sua população, mantendo ciclos abertos de maneira a direcionar o fluxo energético para a produção de produtos cotizados. Requer a intervenção humana para manter-se como sistema artificializado que é (Gliessman 1992; Labrador Moreno & Altieri, 1994; Gliessman, 1995).

Essa definição porém pode levar a entender que o ser humano é um aspecto externo ao sistema natural. No entanto, ele é parte integrante, constituindo um dos elementos do sistema. A sua participação no sistema imprime a este as características socioeconômicas e culturais que definem o uso que vai ser dado aquele determinado conjunto de elementos (no caos específico dos agroecossistemas, a produção agrícola), e a função do sistema.

Existe uma forte tendência em determinar um sistema dentro de uma visão ecocêntrica, onde o ser humano se coloca como espectador e manipulador de um sistema natural, e não como parte integrante deste. Esta visão reflete o entendimento de sistema a partir do entendimento clássico da ciência, onde esse é definido em um espaço físico determinado, computando apenas as entradas e saídas de elementos físicos do sistema. Porém, como discutido anteriormente, o pensamento sistêmico exige a integração do ser humano, com sua constituição socioeconômica e cultural, pois esta integração específica que vem a caracterizar o sistema enquanto “agro” e quanto à sua função.

Este entendimento, também, considera, como visto anteriormente, a existência de escalas, e uma caracterização de sistemas, subsistemas e suprassistemas. As diferentes escalas que são possíveis dentro de um agroecossistema, podem contemplar tanto um microssistema (a relação planta-ambiente, por exemplo) como o nosso macrossistema planetário (que pode ser observado através de imagens de satélite, por exemplo). Essa não-delimitação específica e absoluta de um agroecossistema pode determinar incertezas. Porém, é importante considerar essa pluralidade de escalas, pois cada uma permitirá observar determinadas características do sistema sob estudo, e terá, também, objetivos diferentes a serem contemplados. Os aspectos socioeconômicos e culturais serão mais relevantes em escalas maiores (definição de políticas agrícolas, distribuição de terras, política de mercado, entre outros), enquanto que em escalas menores, provavelmente aspectos mais específicos à realidade biofísica serão priorizados. Lembrando-se sempre que um aspecto não exclui o outro, mas apenas que os objetivos e pontos de vista diferentes vão considerar aspectos distintos. A maior abstração observada em escalas maiores permite o estudo de teorias e desenvolvimento

de modelos ideais que poderão ser comparados aos agroecossistemas em escalas menores, redefinidos e adaptados às realidades específicas. A visão à distância contribui com a visão do detalhe, e vice-versa, e a relação interescalar, suas influências mútuas, também deverão ser consideradas.

Odum (1971) discute o conceito de clímax de um ecossistema – que podemos estender ao agroecossistema. Segundo este autor, um ecossistema atinge seu clímax quando atinge sua maturidade, caracterizando uma comunidade final ou estável⁹. A idéia de clímax, juntamente com a noção de disclímax (*disturbance climax*), definida por Odum (1971), poderiam ser noções interessantes para a discussão de sustentabilidade. Ao ser definido o clímax (uma abstração a partir dos valores, interesses e conhecimentos de um dado grupo humano ou indivíduo) como uma situação ideal de harmonia em um dado sistema, aspectos de distúrbio poderiam ser definidos como aspectos não sustentáveis. Indicadores de sustentabilidade poderiam ser desenvolvidos considerando esses aspectos de disclímax.

A delimitação de um sistema tem por finalidade definir uma unidade de estudo (Gliessman, 1992; Caporali, 1998), de modo a formalizar em nível global a análise do conjunto de processos ou interações e sinergismos que intervêm no mesmo (Labrador Moreno & Altieri, 1994), constituindo uma base para integrar o ambiente e componentes sociais, políticos, econômicos e culturais da agricultura (Gliessman, 1992; Caporali, 1998), permitindo entender o funcionamento da realidade agrária e fornecer

⁹ Questiona-se esse conceito, pois todo ecossistema está em constante modificação, seja ela visível ou não. Pode-se definir, eventualmente, uma estabilidade para um dado momento, mas como definir se aquele dado sistema já chegou ao seu máximo? E qual seria esse máximo? De qualquer forma, o conceito de clímax parece ser mais flexível do que a palavra “estacionário”, adotado por Schindwein e D’Agostini (1998). Um outro termo adotado por estes autores é “instabilidade”, visto como sendo flutuações que ocorrem em um sistema em função de influências externas ou internas. De acordo com a interpretação feita a partir do texto desses autores, a instabilidade não seria algo desejável. Considera-se porém que, na realidade, avanços constituem-se por uma série de desequilíbrios, pequenos ou grandes (uma pessoa

informações quanto à organização interna do sistema e suas relações com o externo (Caporali, 1998).

Para fins de estudo, alguns autores definem os seguintes subsistemas, elencados hierarquicamente: a) sistema agrícola, que se constitui no arranjo de atividades agrícolas, com seu manejo determinado em função do ambiente (condições climáticas e espaciais: cultivo itinerante, agricultura irrigada, horticultura, entre outros); b) sistema de produção, definido por cada estabelecimento agrícola (aberto), gerido pelo/a agricultor/a, de acordo com seus objetivos; etc. c) sistemas de cultivo/criação (de acordo com o tipo de produção vegetal/animal), que determinam uma área manejada de forma homogênea, com técnicas determinadas (Reintjes et al., 1994; Sebillotte apud Silva, 1998; Mazoier apud Silva, 1998). O termo agroecossistemas não representa necessariamente algum destes subsistemas específicos, sendo adotado no presente estudo quando não houver a necessidade de especificar a escala, simplesmente fazendo menção à realidade agrícola.

2.3.3. Por que do enfoque sistêmico?

Segundo Morin (1977), Bertalanffy (1983), Lugan (1996), Durand (1996) entre outros, o modelo aristotélico e o modelo cartesiano e empiricista, que caracterizaram o pensamento científico e da sociedade neste último período moderno, não permitem que se analise satisfatoriamente um sistema, em função das características mencionadas acima. A ciência moderna, por ser redutora e a-histórica, não tem capacidade de abranger a complexidade de dinâmica do real, hoje evidente (Becker, 1997).

caminhando, por exemplo), e o que se deve observar é, isso sim, intensidade e direção dessa instabilidade, se ela leva à construção “positiva” ou “negativa”.

O modelo empiricista e racionalista, determinado por Galileu, Bacon, Newton, Descartes, entre outros, difunde as idéias de que a natureza é consoante, conformável a ela mesma e simples, nas palavras de Newton, e que a ordem cosmológica é estável e uniforme, havendo uma ordem linear no universo (Oliva, 1990; Doll, 1997; Mebratu, 1997). Essas pressuposições determinam a “certeza”, obtida pelo método cartesiano, e a predizibilidade, defendida por Newton (Pretty, 1996b). Para todo efeito há uma causa anterior, não podendo nada acontecer espontaneamente, e sempre uma dada causa acarreta um mesmo efeito, e cada efeito é sempre determinado por uma mesma causa: a verdade é imutável, independente da situação (Pretty, 1996b; Regner, 1996). A garantia da predizibilidade tornou-se o centro do método científico (Doll, 1997), e permite a dedução de leis gerais a partir de experimentos específicos. Além disso, ao ter como objetivo descobrir a verdadeira natureza (“imutável”) da realidade, externa ao observador, a ciência permite não apenas a previsão, mas o controle dos fenômenos naturais (Pretty, 1996b), com as conseqüências mencionadas anteriormente (cap.2.1) para o comportamento da sociedade.

Bachelard (1968), ainda, considera que a base do pensamento de Descartes é demasiado estreita para explicar os fenômenos físicos: “*o método cartesiano que acerta tão bem em “explicar” o mundo, não chega a “complicar” a experiência, o que é a verdadeira função da pesquisa objetiva*”.

Rosnay (1975) afirma que o enfoque sistêmico não deve ser considerado como oposto ao enfoque analítico, mas sim complementar. Dentro deste ponto de vista, pode-se propor que o enfoque sistêmico, dentro de um pensamento epistemológico da complexidade, seria a conseqüência ou a evolução do pensamento cartesiano/reducionista. Esse pensamento é levantado e discutido quando da descoberta

dos *quanta* pelos físicos, no início deste século (Gleick, 1989; Morin, 1977; Gleiser, 1997; Mebratu, 1997). Os *quanta* são partículas que não podem ser consideradas como objetos elementares, claramente definíveis, localizáveis e mensuráveis. Há a necessidade de encontrar uma outra forma de se relacionar com a pesquisa, de modo a poder enquadrá-los. A partir deste momento, desenvolve-se essa outra forma de pensar a ciência, que aqui se discute. Lembra-se, no entanto, que essa forma de pensar, na realidade, sempre existiu, apenas desenvolvendo-se de forma mais efetiva e integrada aos procedimentos científicos durante este último século.

O enfoque analítico, segundo Rosnay (1975), procura os elementos mais simples para os estudar em detalhe, pois a resposta aos problemas está nos níveis “inferiores” de organização (Gardner et al., 1991). Permite estudar as interações deste elemento, modificando uma variável por vez, levando, a partir disso, à dedução de regras gerais. Para que essa dedução seja válida, a lei da aditividade, defendida por Descartes, deve valer. O empirismo, desenvolvido por Francis Bacon, e o cartesianismo, consideram que, no entendimento do atomismo metodológico, as unidades do conhecimento têm valor em si próprias, sendo o todo, em consequência, a soma das partes (Oliva, 1990). Isso é válido apenas para sistemas altamente homogêneos (elementos parecidos, com fracas interações), para os quais se aplicam perfeitamente as leis estatísticas. Mas já não tem grande valia ao se considerar um sistema complexo, onde se constata um labirinto de interações, não existindo fatos nus, pois sempre ocorre “contaminação” física e histórico/cultural (Regner, 1996).

Rosnay (1975) propõe uma sintetização comparativa entre o enfoque analítico e o enfoque sistêmico (tabela 01).

Como mencionado anteriormente, são enfoques complementares, mas até hoje houve uma ênfase muito maior no enfoque analítico, que caracteriza praticamente todo o procedimento científico vigente (Rosnay, 1975; Capra, 1992; Pretty, 1996b). Este procedimento era considerado o único a permitir alcançar a resposta aos problemas (Capra, 1992; Pretty, 1996b). Porém, ao se considerar a complexidade como característica maior dos sistemas, observa-se que a diversidade nos métodos de pensamento é tão importante como a atividade prática que consiste no desenvolvimento de novas variedades ou de tecnologias alternativas (Gardner et al., 1991).

TABELA 01. Algumas características comparativas do enfoque analítico e do enfoque sistêmico.

ENFOQUE ANALÍTICO	ENFOQUE SISTÊMICO
<ul style="list-style-type: none"> • Isola: se concentra nos elementos • Considera a natureza das interações • Se apoia na precisão dos detalhes • Modifica uma variável por vez • Independente da duração: os fenômenos considerados são reversíveis • A validação dos fatos é feita por prova experimental dentro do quadro de uma teoria • Modelos precisos e detalhados, mas dificilmente utilizáveis na ação (ex.: modelos econométricos) • Enfoque eficaz quando as interações são lineares e fracas • Leva a um ensino por disciplina • Leva a uma ação programada em seu detalhe • Conhecimento dos detalhes, objetivos mal definidos • Visão estática • Sistemas simples • Pensamento clássico • A única noção de tempo considerada é aquela da física (Newtoniana) e dos fenômenos reversíveis • Só existe explicação linear para a causa dos fenômenos, isto é, a explicação se apoia em uma 	<ul style="list-style-type: none"> • Liga: se concentra nas interações entre os elementos • Considera os efeitos das interações • Se apoia na percepção global • Modifica grupos de variáveis simultaneamente • Integra a duração e a irreversibilidade • A validação dos fatos acontece por comparação do funcionamento do modelo com a realidade • Modelos insuficientemente rigorosos para servir de base ao conhecimento, mas utilizáveis na decisão e na ação (ex.: modelos do Clube de Roma) • Enfoque eficaz quando as interações são não-lineares e fortes • Leva a um ensino pluri-disciplinar • Leva a uma ação por objetivos • Conhecimento dos objetivos, detalhes indefinidos • Visão dinâmica • Sistemas complexos • A duração e a irreversibilidade entram como dimensões fundamentais da natureza dos fenômenos • A causalidade se torna circular e se abre sobre a finalidade (estabilidade dinâmica, estado

cadeia lógica de causas e efeitos, que se desenvolve sobre o vetor tempo.	estacionário, renovação contínua (<i>turnover</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Permanente • Rigidez e estabilidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Móvel • Flexibilidade e adaptabilidade • Noção de fluxo e de equilíbrio se somam àquelas de forças e de equilíbrio de forças
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema fechado • Comportamento do sistema: previsível, reprodutível, reversível 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema aberto • Comportamento dos sistemas: imprevisível, irreproduzível, irreversível

Fonte: Rosnay, 1975 (adaptado por K. Marzall).

Segundo Morin (1977), a sistêmica vai além do reducionismo e do holismo. O primeiro reduz o todo aos elementos que o compõem. O segundo, reduz a realidade ao todo, ignorando as partes, não reconhecendo as propriedades dos elementos, a organização e a complexidade desta realidade (Boulangier, 1991).

Para Morin (1977) e Lugan (1996), o conceito sistêmico exprime em conjunto a unidade, multiplicidade, diversidade, organização e complexidade

A complexidade de um sistema, seu comportamento caótico, é a principal característica que determina a incerteza intrínseca aos sistemas, e a dificuldade de predição de seu comportamento, principalmente quando se considera o longo prazo (Clayton & Radcliffe, 1996). Essa excede ao entendimento coerente, por um lado, e caracteriza um universo de fatos que ainda são desconhecidos ao ser humano. Esses limites de conhecimento do observador (Morin, 1975) impedem de absolutizar qualquer observação efetuada, ou até mesmo de observar certos detalhes.

A discussão dos sistemas complexos pode ser feita, segundo Clayton e Radcliffe (1996), usando um modelo matemático que se expressa em um “espaço fase”. Segundo estes autores, neste modelo integrado o problema central da sustentabilidade pode ser determinado. Além disso, cada indivíduo, de cada geração, poderá determinar, a região no “espaço fase” que determina a sustentabilidade na sua realidade, que é então

determinado relativamente. Estes autores fazem a conexão direta do “caos” com a sustentabilidade. Outros autores, como Morin (1975), Doll (1997), que analisam a questão do enfoque sistêmico em si, também aprofundam esse aspecto, que se considera importante de mencionar neste estudo.

A realidade do “caos” está diretamente ligada à complexidade admitida. A partir do momento que se consideram mais do que dois componentes interagindo, observa-se um novo comportamento, que aparenta acontecer fora de qualquer padrão. Porém, segundo Doll (1997), estes padrões existem, mas não são observáveis a olho nu (pelo menos não dentro do sistema lógico atual). É possível determinar um padrão a partir de abstrações do comportamento dos componentes feitas em gráficos (“espaço fase”).

Outro aspecto que foi levantado dentro do estudo do “caos” é o que Gleick (1989), citando o trabalho de Lorenz, chama de “efeito borboleta”. Poincaré, citado por Doll (1997), também levanta a mesma questão: pequenas perturbações ao longo do tempo podem provocar grandes mudanças. É chamado de “efeito borboleta” pois alegoricamente (mas quem sabe se não é possível?!) um bater de asas de uma borboleta no Japão pode determinar um ciclone nos Estados Unidos (Gleick, 1989). A importância desta consideração é que fica evidente que a realidade não segue um ciclo predeterminado, como defendia Newton. Podem acontecer mudanças de comportamento, mesmo que muito pequenas, que colocam abaixo qualquer previsão feita. O rio nunca passa duas vezes no mesmo lugar, já afirmava Heráclito (Gleiser, 1997).

Uma outra contribuição do estudo do “caos” para a questão da sustentabilidade e do enfoque sistêmico, é o estudo de escalas, através da geometria fractal. Segundo Gleick (1989) a geometria fractal é um modelo único que nos permite enfrentar a gama

das mutáveis dimensões do planeta Terra (e do universo). O estudo de escalas já existe, não é novidade. Foram construídos telescópios e microscópios que permitem o alcance de dimensões opostas. O que se levanta é a necessidade do estudo através das escalas. Como elas se relacionam, se encadeiam e estabelecem sua interdependência. A escala com a qual se está trabalhando é importante, pois existem fenômenos que possuem a mesma estrutura básica de funcionamento, independente da sua escala (nuvens, tufões), já outros, a modificação da escala exige uma outra estrutura (animais,...). A importância disto no estudo de sistemas (agrícolas) é poder determinar até que ponto pode-se estudar uma dada realidade a uma escala menor e deduzi-la para escalas maiores, e até que ponto isso não é possível, considerando sempre que a escala da pesquisa deve ser compatível com a escala para a qual se pretende aplicar os resultados (Jouve & Tallec, 1994). Um outro aspecto a ser levantado, é que diferentes escalas permitem observar diferentes aspectos de uma realidade (Doll, 1997). Gleick (1989) cita o exemplo da catedral de Notre Dame, em Paris, que de qualquer distância apresenta aspectos não vistos anteriormente. Dentro da realidade natural, pode-se citar o exemplo de observar um campo ao nível do solo, de um avião ou de um satélite. A realidade é a mesma, mas a análise feita a diferentes escalas permite enxergar aspectos diferentes, permitindo, no trabalho “inter-escalar”, um entendimento mais integral do todo.

A palavra “equilíbrio” é bastante usada ao se falar em sistemas, principalmente ao se mencionar os sistemas naturais. Porém “equilíbrio” pode transmitir uma noção estática, o que não é verdade para os sistemas. Rosnay (1975) usa o termo de “estabilidade dinâmica” (*steady state*), e diferencia um estado estacionário de um estado estático. O segundo transmite a idéia de imutabilidade, enquanto que o primeiro traz implícita a noção de homeostase (resistência à mudança), quando se observa um fluxo

de forças, a constante reação do sistema a mudanças internas e externas, e a conseqüente busca por um ponto harmônico neste jogo de forças.

O enfoque sistêmico não vai encontrar soluções. É uma forma de detectar problemas que de outra forma não seriam vistos (Morin, 1977).

As ferramentas básicas, segundo Rosnay (1975), que constituem um enfoque sistêmico são os modelos e a simulação. Segundo este autor, toda imagem mental é um modelo, indefinido e incompleto, mas que serve de base para decisões.

O estudo do comportamento dinâmico dos sistemas complexos se constitui de três etapas fundamentais: a) análise do sistema (define os limites, os elementos mais importantes, os tipos de interações...); b) modelização (esquemas das relações determinadas pela análise); e c) a simulação (estudo do comportamento do sistema no tempo, podendo observar a variação de diferentes elementos ao mesmo tempo).

É importante considerar que uma simulação não é a realidade. Ela serve para ser comparada com o que se sabe sobre a realidade, servindo de base para eventual decisão. Permite testar diferentes hipóteses sem o risco de destruir o sistema.

2.3.4. E a agricultura neste contexto?

Trabalhar a realidade agrícola dentro de uma perspectiva sistêmica, traz consigo a constatação efetiva da complexidade (Gardner et al., 1991; Reintjes et al., 1994), considerando não apenas a diversidade ecológica que compõe o meio rural, mas também as interações dinâmicas que ocorrem entre os aspectos ambientais, e entre estes e os aspectos socioeconômicos.

O espírito analítico vigente até então, se caracteriza pela compartimentalização dos diferentes setores agrícolas (Aubert, 1984; Reintjes et al., 1994), ao invés da sua

integração. A pesquisa de base reducionista, como por exemplo o estudo do manejo de pragas considerando apenas o efeito da praga individual sobre o hospedeiro, realizada isoladamente do habitat natural, é um tipo de pesquisa que falha ao ignorar as circunstâncias e necessidades da maioria dos pequenos agricultores (Page & Bridge, 1993). O reducionismo, a excessiva quantificação, a crença na verdade objetiva, leva a ignorar as conseqüências sociais da atividade agrícola, o que vem a ser um obstáculo à agricultura sustentável (Allen et al., 1991). Esta depende da integração de todos os componentes. É importante entender um agroecossistema em todos os níveis de organização, da planta individual ao entorno (Gliessman, 1992), tanto ambiental quanto o contexto social no qual se insere.

É importante considerar a dimensão temporal, citada anteriormente. Um sistema é produto da história das relações de uma sociedade rural com seu meio (Jouve & Tallec, 1994). Osty (1994) entende que a dimensão temporal ainda não está muito presente no estudo de sistemas agrícolas, sendo necessário desenvolver metodologias que permitam considerá-la de forma mais efetiva.

2.3.5. E o enfoque sistêmico quanto a sustentabilidade?

A constatação da complexidade da realidade (Norgaard, 1991; Castellanet, 1994; Hollaender, 1997) que a noção de sustentabilidade traz implícita ao considerar as diferentes dimensões que a compõem, necessita de uma visão de ciência que permita considerar essa teia de relações que se forma (Prigogine & Stengers, 1994; Capra, 1998). Além disso, se caracteriza, e também considera, por diferentes escalas espaciais e temporais, pela incerteza e limites do conhecimento (Trigo e Kaimowitz, 1994; Tiezzi & Marchettini, 1995) e a estabilidade dinâmica (Harwood, 1990). O pensamento

cartesiano-newtoniano, que tem fornecido os instrumentos científicos e o padrão de pensamento até o momento, se mostra insuficiente dentro deste novo contexto (Norgaard, 1991; Leon-Velarde et al., 1994). O reducionismo que o caracteriza leva a que se ignore aspectos importantes de uma realidade.

O enfoque sistêmico permite desenvolver uma visão que vai além da compartimentalização (Simões, 1987). Permite, com isso, determinar não apenas os elementos de um sistema, mas suas relações, sua condição e seu significado como todo, adotando um entendimento ecológico (Gardner et al., 1991; Mongbo & Floquet, 1994), que considera o sistema como um fenômeno vivo, resultado da integração de seus componentes internos e seu relacionamento com o ambiente (Boulanger, 1991).

2.3.6. E os indicadores?

Para o desenvolvimento de indicadores, é importante uma visão clara dos processos que determinam uma dada realidade (Simões, 1987). Uma visão tecnológica determinista avalia só os impactos (Benton, 1994), e as soluções buscadas são também isoladas, sem considerar que os efeitos das soluções, que podem ser positivos ou negativos, também podem ir além do objetivo pré-determinado. É importante incluir em uma análise as condições e causas que envolvem todo o problema levantado (Benton, 1994), enfim, toda a teia da vida (Nori et al., [1997?]; Capra, 1998).

Como foi visto, o enfoque sistêmico considera a existência de diferentes escalas dentro de um mesmo sistema. Essa constatação é importante quando da determinação de indicadores, pois cada escala, considerando um sistema agrícola, constitui-se em um determinado nível de decisão, que se caracteriza por ter um modelo próprio, dinâmico, que é função de suas condições específicas, relativas aos objetivos que pretende

alcançar, às suas potencialidades e às suas restrições (Doppler, 1994; Fragata, 1994). A avaliação da sustentabilidade é complexa, justamente pela especificidade de cada realidade, de cada escala. Um dado sistema pode ser considerado altamente sustentável, ao se considerar a propriedade, mas se demonstrar catastrófico quando generalizado para uma região (Miranda & Dorado, 1994).

A avaliação da sustentabilidade exige um conceito realista e prático. Entender a realidade agrícola como um sistema, tendo os sistemas ecológicos como base e considerando as interações sociais que dele fazem parte, permite atingir de forma mais efetiva os objetivos a serem alcançados (Conway, 1993).

2.3.7. Algumas considerações gerais

Vários textos levantam a questão da interdisciplinaridade, como Gliessman (1992), Tiezzi & Marchettini (1995), Norholm (1997), entre outros. Porém, deve-se considerar que o grau de interrelação entre as disciplinas pode ser diferente (Hollaender, 1997). Chega-se a falar em multidisciplinaridade, metadisciplinaridade, transdisciplinaridade... Um trabalho composto por várias disciplinas não se enquadra necessariamente em um enfoque sistêmico. Pode ser simplesmente um agregado de disciplinas, onde a visão continua sendo compartimentalizada, apenas redigindo um documento final composto. Uma relação realmente interdisciplinar requer, na realidade, um esforço maior por parte de todos, e a superação das barreiras individuais. Gastellu (1994) em sua experiência relata as dificuldades que se enfrenta ao tentar elaborar um trabalho dentro de uma ótica interdisciplinar. É difícil encontrar uma linguagem que seja comum a todos, existindo visões bastante distintas dos problemas e da prioridade de cada aspecto de uma dada realidade. O trabalho interdisciplinar é um processo, pois,

segundo Gastellu (1994), a interdisciplinaridade, as interrelações que dela decorrem, sua estruturação, não podem ser determinadas a priori, mas se constroem no decorrer do projeto, à medida em que os diferentes componentes do grupo de trabalho compartilham de suas idéias, lógicas e linguagens. O resultado do processo, os pontos de consenso que se alcançam, é que constitui a interdisciplinaridade

Uma outra consideração que se faz é que alguns autores, ao falarem em enfoque sistêmico, entendem uma pesquisa como sendo realizada diretamente junto a um sistema real, isto é, um trabalho a campo. Exemplos disso são os trabalhos de Spencer (1991), Pffeifer (1994), Mongbo & Floquet (1994), Castellanet (1994), Chuma (1994), entre outros. Essa consideração não significa que não haja uma relação entre os dois aspectos. Mas considera-se importante observar que um trabalho a campo não é necessariamente realizado dentro de uma ótica sistêmica, a partir do que se determinou anteriormente. A grande contribuição destes trabalhos é a preocupação com os problemas efetivos, com uma pesquisa realizada dentro do contexto real dos problemas, com a procura de soluções locais, adaptadas a cada realidade, o que condiz com a discussão das diferentes escalas que devem ser consideradas ao se falar em sustentabilidade. Esses trabalhos levantam também a importância da participação da comunidade local para o desenvolvimento efetivo de sua realidade (Chuma, 1994; Doppler, 1994). Não uma participação passiva, mas realmente ativa, principalmente quanto aos aspectos fundamentais, considerando os objetivos do ser humano que compõe aquela comunidade, o papel do gênero no processo de tomada de decisão, a resposta (*feedback*) que a comunidade dá em função das atitudes tomadas (Doppler, 1994; Pinheiro et al., 1997), de forma que as intervenções, quando se derem, sejam adequadas à realidade em questão (Nori et al., [1997?]). Pretty (1996b) considera que é

importante a disposição dos pesquisadores em aprender com os agricultores, pois, como afirma Aubert (1984), a mentalidade que gerou o entendimento de que apenas a Ciência têm a verdade é a geradora de muitos dos problemas agrícolas que hoje se enfrentam. A observação da natureza, que caracteriza muitas agriculturas ditas tradicionais, permite a constatação de alguns sinais, que traduzidos fornecem informação para a solução de vários problemas (Campanella, 1995). Essa afirmação apenas reforça a importância que autores como Gupta ([1995?], [1996?]), Altieri (1995) e Gliessman (1992) dão ao conhecimento local. É, em última instância, o julgamento humano, a partir de seu conjunto de valores, que vai determinar o que?, quanto?, por quanto tempo? e a que custo? determinados recursos deverão ser conservados, ou poderão ser utilizados (Gupta, [1996?]).

2.4. Concluindo o capítulo

Ao se considerar o desenvolvimento rural como uma chave básica para, por um lado, atender a demanda de alimentos por parte de toda a população e, por outro, permitir que a família rural tenha condições de vida digna, não apenas aceitáveis, constata-se a necessidade de transformar alguns pressupostos básicos. O debate em torno da sustentabilidade tem se aproximado dessa problemática, levantando a importância da qualidade de vida, vista não apenas do ponto de vista econômico, mas considerando que é resultado da integração de diversos aspectos (socioculturais, econômicos, políticos, ambientais). A constatação desta complexidade pode ser contemplada pela discussão envolvendo o enfoque sistêmico, que fornece bases metodológicas para entendê-la. A preocupação com o estabelecimento de indicadores resulta da necessidade de monitorar essa complexidade, e permitir que de alguma forma

se encontre soluções para os problemas observados, procurando efetivar um desenvolvimento rural que permita o resgate da vida digna (e sua manutenção ao longo do tempo) da população como um todo, e rural em particular.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Sendo este um estudo exploratório, sua base de dados é constituída por informações primárias que permitirão estabelecer o “estado da arte” sobre tema aqui tratado. Segundo Gil (1991), o planejamento de um estudo assim é bastante flexível, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Envolve prioritariamente: levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com a proposta e eventual análise de exemplos que estimulem a compreensão. A seguir apresenta-se o procedimento metodológico desenvolvido neste estudo.

3.1. Levantamento de dados

O primeiro passo deste estudo consistiu em levantar os aspectos teóricos, contextualizando-os historicamente.

O levantamento de indicadores, ponto central do trabalho, exigiu a procura de documentos, organizações e pesquisadores que estivessem trabalhando com o assunto.

Para tanto, em ambos os casos, foram realizadas as seguintes atividades:

- Leitura e análise de referências escritas básicas;
- Busca de referências escritas consecutivas;

- Colóquio com pesquisadores ligados, de alguma maneira, ao tema, tanto para obtenção direta de informações quanto para a indicação de contatos subseqüentes;
- Usando as palavras-chave: “*sustainability*” e ‘*sustainability indicators*’, efetuou-se uma busca de documentos via internet; a partir das páginas eletrônicas acessadas, contatos subseqüentes com outras produções eletrônicas, sempre relacionadas ao tema;
- Contato com pesquisadores autores de documentos analisados, via correio eletrônico ou pessoalmente, para obter informações mais detalhadas sobre seu trabalho e/ou outros trabalhos.

Deve-se salientar que a obtenção de dados, especialmente os relacionados com os indicadores propriamente ditos, nem sempre é tarefa fácil. Os trabalhos em nível nacional estão em seu início, não havendo ainda muita publicação. Os dados internacionais se encontram ou junto ao órgão que o elaborou, que nem sempre disponibiliza as informações, ou em publicações internacionais que nem sempre são de fácil acesso, considerando nossa realidade estrutural e financeira. Nem todos os pesquisadores e órgãos se dispõem a fornecer seus resultados, muitas vezes, justamente, pelo trabalho ainda não estar concluído, ou ter sido interrompido. Os endereços que constam nos documentos consultados muitas vezes não são mais válidos (muitas mensagens eletrônicas tentando contato voltaram). Apesar das dificuldades, muitas informações puderam ser coletadas.

3.2. Análise dos dados

Para estruturar a análise das informações obtidas usou-se como base as propostas de Hart, (1994), McCann, (1994), Freyenberg et al., ([1997?]) e Mitchell ([1997?]). Dos aspectos levantados por estes autores, os seguintes pontos serão considerados para este estudo:

- a) definição clara dos objetivos que querem ser alcançados pelo programa e pelos indicadores propostos (objetivos distintos revelam preocupações diferentes, o que leva à consideração de aspectos específicos, característicos à cada situação. O monitoramento de um sistema, que eventualmente exige mudanças imediatas de atitudes, ou a determinação de políticas, quando as decisões são mais a longo prazo, não significando maior ou menor importância de um ou outro aspecto);
- b) o público-alvo do programa (a aplicabilidade dos indicadores deve estar adequada ao usuário das informações, tanto dos resultados quanto do processo de leitura e interpretação dos indicadores. Pesquisadores que querem monitorar um ambiente para caracterizá-lo ou estudar os efeitos de técnicas distintas, podem precisar de indicadores que forneçam informações mais detalhadas, e podem usar indicadores que eventualmente exigem um processo mais complexo de leitura e análise do que técnicos ou agricultores, que necessitam de indicadores de imediata leitura e interpretação).
- c) escala para a qual os indicadores estão sendo pensados (escalas distintas, determinadas também pelo objetivo de cada programa, se caracterizam por aspectos distintos dentro de uma dada hierarquia de relevância, o que determina aspectos diferentes que deverão ser preferencialmente monitorados);

- d) entendimento de sustentabilidade que a pessoa (física ou jurídica) responsável pelo programa tem, pois este irá determinar o processo de interpretação dos resultados da leitura dos indicadores. Além disso, a ênfase (social, econômica ou ambiental) que um dado conceito de sustentabilidade apresenta deverá refletir no conjunto dos indicadores. É necessária uma coerência interna no programa;
- e) concordância dos indicadores propostos quanto às características exigidas (dentro das características citadas no texto serão observadas as seguintes características nos indicadores propostos: o indicador é sensível a mudanças no tempo? é prático, simples e de valor operacional imediato? apresenta enfoque integrado, relacionando-se com outros indicadores? qual sua mensurabilidade (tempo, custo e viabilidade de sua aplicação e leitura)? apresenta expressão significativa para seu usuário? é resultado e/ou permite a participação de todos atores envolvidos e interessados? Considera-se que o objetivo do presente estudo não é avaliar os indicadores individualmente, mas ter uma idéia da direção que os programas estão tomando. Desta forma, a avaliação das características não será detalhada, considerando todos os indicadores propostos pelos programas, mas pontualmente serão considerados alguns indicadores que apresentem alguma característica relevante, ou que se considere que não atenda às exigências impostas). Neste estudo será considerada a definição de indicador como um instrumento que evidencia mudanças que ocorrem em um dado sistema, em função da ação humana.

- f) clara definição da proposta metodológica (se enquadra dentro de um enfoque sistêmico?).

Esses pontos serão observados para alguns dos programas levantados. A escolha destes levará em conta a relevância e o detalhamento das informações que foi possível coletar.

4. RESULTADOS

A seguir são apresentadas e descritas iniciativas existentes quanto ao desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para o meio rural. Serão apresentadas conforme o documento da qual foram extraídas, agrupadas segundo sua distribuição geográfica, a saber: iniciativas internacionais, iniciativas americanas, iniciativas canadenses, iniciativas diversas e iniciativas brasileiras. Algumas iniciativas serão apenas citadas, ou com breve descrição, a partir do que se obteve no levantamento documental e bibliográfico.

As iniciativas americanas e canadenses têm destaque por estarem em maior número. Essa observação não significa necessariamente que nesses países haja uma maior preocupação ou produção a respeito do tema, mas apenas que houve, neste estudo, mais facilidade de acesso aos documentos por eles produzidos. Além disso, o próprio levantamento de dados, ao usar como referência a documentação já obtida, reforça esse ciclo, pois há uma tendência de citar referências nacionais.

A distribuição geográfica dos programas a que se teve acesso durante este levantamento pode ser observada na figura 01.

4.1. Iniciativas internacionais

4.1.1. Nações Unidas (UN)

4.1.1.1. FAO (United Nations Food and Agriculture Organisation)

4.1.1.1.1. Agricultural Policy Analysis and Planning - the Use of Indicators

to Assess Sustainability within K2 (Tschirley,1994; Tschirley apud McCann, 1994)

a) **Nome do programa:** K2.

b) **Definição de sustentabilidade:** Sustentabilidade fraca e forte (*weak and strong sustainability*)

c) **Descrição do programa:** desenvolve-se a partir de outros programas já existentes dentro da FAO, tendo por objetivo servir de ferramenta, em nível nacional e regional, para elaboradores e analistas de políticas públicas, assim como elaboradores de projetos e o seu monitoramento posterior, de forma a permitir conectar os resultados das análises econômicas às condições sociais e biofísicas no contexto nacional ou regional. O documento apresenta uma estrutura teórica sobre sustentabilidade e indicadores de sustentabilidade, trazendo também informações mais aplicadas. Tschirley (1998) informa que o programa não teve prosseguimento por corte de recursos.

d) **Metodologia:** baseia-se na determinação de doze módulos, a partir dos quais se elaborarão os indicadores. Os módulos são: demografia, macroeconomia, demanda e oferta, análise da cadeia comercial, política de preços, investimento, trabalho, nutrição, produção vegetal, produção animal, produção florestal e recursos da terra. Sobre estes é feita a análise da sustentabilidade, comparando os resultados obtidos com o que se assume ser sustentabilidade forte ou fraca dos elementos chave do setor rural.

e) **Indicadores:** são propostos os indicadores conforme tabela 02.

TABELA 02. Indicadores de impacto ambiental e sustentabilidade desenvolvidos pelo programa K2/FAO.

MÓDULOS	INDICADORES
MÓDULO DE PRODUÇÃO VEGETAL	
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Área cultivada/capita • Área com culturas alimentares/área com cultivos não alimentares • Adequação para culturas específicas • Adequação para agricultura não irrigada • Áreas marginais para a agricultura • Adequação para irrigação • Área potencial para agricultura florestada • Área potencial para agricultura protegida • Risco de seca • % alimento produzido em áreas com alto risco de seca • Risco de erosão
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizantes usados/ área • Fertilizantes usados pelas maiores culturas • Pesticida usado por área • Quantidade total de água usada na irrigação pela cultura
Produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Produção por área • Colheita por cultura • Renda por hectare • Erosão (ton./ha/ano) (perda da camada superficial do solo) • Vida útil do solo • Perda de solo tolerável/perda atual • Requerimentos de proteção ao solo • Produtividade perdida por erosão • Balanço de nutrientes
MÓDULO DE PRODUÇÃO ANIMAL	
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Área de pastagens • Biomassa das pastagens • Densidade de pastejo em relação à capacidade de carga • Adequação para áreas de campo e produção de pastagens • Adequação para sistemas de criação específicos • Condições das pastagens • Risco de seca
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda hídrica • Quantidade total de forragem produzida pelas pastagens
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de alimento por área e unidade animal • Produção de energia por área e unidade animal • Taxa de erosão

Continuação da tabela 02

MÓDULO DE PRODUÇÃO FLORESTAL	
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Área e volume de recurso florestal • Área e volume de recurso florestal/capita • Área em floresta natural/área florestal total • % área com reflorestamentos industriais • % recursos ambientais (cursos de água, biodiversidade) • Área de reflorestamentos • % de área florestal protegida • Cobertura florestal original/cobertura atual • Adequação para produção de madeira combustível
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Produção total de madeira • Produção de combustível e carvão • Produção de madeira industrial • Valor de produtos florestais não-lenhosos/ produtos lenhosos • Renda/ha de área florestal • Proteção de cursos d' água • Degradação florestal • Reflorestamento • Desmatamento • Taxa de erosão
MÓDULO DE RECURSOS TERRA E ÁGUA	
Terra	<ul style="list-style-type: none"> • Área/capita • Área urbana • Área protegida • % de cada bioma protegido • Área de banhados • Área de banhados/capita • Produtividade potencial da área • Área sem impedimentos físicos e químicos • Taxa e estado da erosão
Água	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos hídricos renováveis internos anuais • Recursos hídricos renováveis internos anuais/capita • Retiradas anuais • Retiradas anuais/capita • Retirada total como % dos recursos hídricos • Retirada setorial • Retirada setorial como % dos recursos disponíveis • Fluxo de água sazonal • Qualidade da água
MÓDULO DE PRODUÇÃO PESQUEIRA	
Recurso	<ul style="list-style-type: none"> • Área de lençóis de água doce • Comprimento da área costeira • Zona econômicas exclusivas • Comprimento e área de recifes de corais • Comprimento e área de mangues • Aquacultura potencial • Pressões costeiras

Continuação da tabela 02

Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da embarcação • Esforço de pesca • Nº de pessoas empregadas na pesca comercial • Nº de pessoas empregadas na pesca artesanal
Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Total de pesca marinha • Total de pesca em águas interiores • Total de produção em aquacultura • Captura em relação à produtividade máxima sustentável • Valor da captura pesqueira • Valor da produção em aquacultura • Destruição e degradação de ecossistemas costeiros (recifes, mangues, sargaço)

Fonte: Tschirley (1994).

4.1.1.1.2. **FAO Household Food Security Index** (McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** FAO Household Food Security Index

b) **Descrição do programa:** baseado na definição analítica/conceitual do Índice de Pobreza Agregado, de Amartya Sen, modificado para refletir considerações de segurança alimentar. Inclui os aspectos de disponibilidade, estabilidade e acesso à segurança alimentar. O programa objetiva o monitoramento e determinação de políticas, visando a segurança alimentar, em nível nacional e internacional. As fontes de informação são os balanços de alimentos, que estima a disponibilidade e uso de alimento, e a incidência de subnutrição na população.

4.1.1.1.2. **Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD)** (United Nations/DPCSD, [1996?]).

a) **Nome do Programa:** Indicators of Sustainable Development

b) **Descrição do programa:** em 1995, o DPCSD iniciou um levantamento de indicadores de sustentabilidade, elaborando um documento final com 130 indicadores.

Para cada um dos indicadores desenvolveu um esquema de análise com a seguinte estrutura (exemplos no apêndice 01):

1. Indicador: (a) nome; (b) breve definição; (c) unidade de medida;
2. Colocação na estrutura: (a) na Agenda 21; (b) tipo (pressão, estado, resposta);
3. Significado (relevância política): (a) objetivo; (b) importância para o desenvolvimento sustentável; (c) ligação com outros indicadores; (d) objetivos; (e) convenções internacionais e compromissos;
4. Descrição metodológica: (a) definições subjacentes; (b) método de medida; (c) o indicador na estrutura de DRS (Desenvolvimento Rural Sustentável); (d) limitações de definições alternativas;
5. Avaliação dos dados disponíveis, definição de fontes de informação;
6. Organizações envolvidas no desenvolvimento do indicador;
7. Demais informações: (a) literatura; (b) status do método.

Os indicadores foram enviados para alguns países para que sejam avaliados. O resultado final será utilizado para construir um conjunto de indicadores para o ano 2000.

Os indicadores que estão sendo analisados pelo programa abrangem toda a realidade do desenvolvimento sustentável, urbano, rural, industrial, ambiental, institucional. Considerando que todos os aspectos são de relevância para a realidade agrícola, optou-se por mencionar apenas os ligados à questão ambiental, especificamente citados como relacionados à agricultura:

c) **Indicadores:** os indicadores ambientais propostos pelo DPCSD a algumas nações se encontram na tabela 03.

4.1.1.3. UNDP (United Nations Development Program/PNUD)

4.1.1.3.1. UNDP/SARD (Sustainable Agriculture and Rural Development)

(Benbrook & Mallinckodt, 1994; McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** Sustainable Food Security/SARD Indicators .

b) **Descrição do programa:** o objetivo da UNDP é desenvolver um banco de dados com indicadores de segurança alimentar que possam ser usado por várias organizações e países. Propõem-se a analisar diferentes metodologias, pois consideram que não existe o certo e o errado, e é importante entender as diferenças que existem.

c) **Metodologia:** a proposta do programa é de determinar índices compostos. Estes são constituídos por quatro ou cinco medidas de aspectos relevantes ao índice em questão (indicadores). Uma observação fundamental é que muitos conceitos podem ser medidos de diferentes formas.

Para desenvolver o Índice Composto, o programa se baseia no Human Development Index Methodology (HDI) ou Índice de Desenvolvimento Humano. O denominador comum deste consiste no intervalo entre o valor mais alto e o valor mais baixo de cada medida específica. Para o HDI, desenvolvem o índice de privação (privação como contrário à satisfação), como princípio organizativo, com três componentes: longevidade, conhecimento e renda.

No caso do SARD, o princípio organizativo é a “vulnerabilidade”, como contrário à segurança. O índice SARD terá valor negativo, decrescente, sempre que a capacidade de alcançar a segurança alimentar for ameaçada pelo aumento da vulnerabilidade do recurso base e/ou acesso da população ao alimento e/ou oportunidade de obter renda a partir de empreendimentos agrícolas.

Índices Compostos:

- 1- *Pressão*: medidas compostas da mudança da pressão sobre os recursos produtivos;
- 2- *Produtividade*: medidas da mudança na produção/capacidade de suportar aumento dos níveis de produção;
- 3- *Segurança alimentar*: adequação, qualidade e confiança do suprimento alimentar em função da necessidade populacional, incluindo dependência de ajuda e importação;
- 4- *Renda e Auto-subsistência*: produção econômica e conseqüências, incluindo propriedade, recursos, renda e movimento comercial.

Cada índice é obtido através da formulação matemática de indicadores ou parâmetros específicos que recebem seu respectivo valor.

d) **Indicadores**: na tabela 04 constam os indicadores de segurança alimentar propostos pelo programa.

e) **Fatores de ajuste**: são fatores exógenos que influem no sistema inteiro e atuam como fator de correção permitindo o ajuste de indicadores. Têm valor 1 para um período base.

Fatores: - *Clima*: índice que captura desvio do padrão “normal”.

- *Pragas e moléstias*: curtos ou longos períodos que podem afetar a produtividade (cultura agrícola, humana...)

- *Conturbação social*: qualquer sistema de monitoramento ou de medida da sustentabilidade deve tanto prever condições sociais que levam a conflitos violentos para acesso à terra, quanto capturar impactos de guerras, independente das causas, na capacidade de atender às necessidades de alimento. Construído sobre o nível

de gastos militares/capita, em função da % do total de gastos governamentais. Ajuste pelo número de refugiados/ 100.000 da população civil.

f) **Observações:** o documento considera a importância da participação da comunidade na estruturação de indicadores. A contribuição feita pela comunidade baseia-se em julgamentos de valor, o que é importante. Assim, determina também o peso (social) que cada indicador teria dentro do cálculo do índice geral.

g) **Dificuldades observadas:** o documento aponta a dificuldade e importância em medir aspectos distribucionais/equidade e aspectos de gênero. As dificuldades são função por um lado de razões práticas (escassez de dados relativos a estes aspectos) e razões culturais, pois cada povo tem seu conjunto de valores que determina as funções e condições de cada participante na sociedade, e estes não poderão ser ignorados, por serem aspectos fundamentais para o conceito de desenvolvimento sustentável.

4.1.2. A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management (SLM) (Dumanski, 1994)

a) **Nome do Programa:** Global Indicators for Sustainable Management (Relatório do Segundo Workshop Internacional em Sustainable Land Management (SLM), Lethbridge, Canada, junho 1993)

b) **Descrição do programa:** a preocupação com SLM levou à organização de oficinas (workshops) nas quais foram discutidos o assunto e a necessidade de indicadores. Os encontros se realizaram em Chiang Rai (Tailândia, 1991), Lethbridge (Canada, 1993) e Cali (Colômbia, 1994). Particularmente o encontro em Lethbridge se dedicou aos indicadores. Na ocasião foram compartilhados indicadores desenvolvidos em diferentes países, reunidos por grupos de enfoque (12, de acordo com as maiores zonas climáticas:

temperada, boreal, trópicos e subtropicos úmidos, trópicos e subtropicos sazonalmente secos e mediterrâneo). O objetivo foi o de determinar indicadores que fossem úteis e que pudessem ser facilmente adotados pelos agricultores. Cada grupo ainda desenvolveu indicadores e recomendação para ação, pesquisa e transferência de tecnologia para SLM. Ao analisarem os resultados de cada grupo, escolheram alguns indicadores genéricos, comuns a todas as áreas: rendimento da cultura (tendência e variabilidade); balanço de nutrientes; manutenção da cobertura de solo; qualidade/quantidade de solo; quantidade/qualidade de água; rentabilidade líquida da propriedade; participação em práticas conservacionistas.

c) **Indicadores:** os indicadores desenvolvidos em Lethbridge estão na tabela 05.

4.1.3. Environmental Indicators: a Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development (Hammond et al., 1995)

4.1.3.1. **Pressão - Estado - Resposta** (*Pressure - State - Response Framework (PSR)*) (Hammond et al, 1995; DPIE, 1995)

a) **Nome do programa:** Pressão - Estado - Resposta (*Pressure - State - Response Framework (PSR)*)

a) **Descrição do programa:** A estrutura de análise PSR foi desenvolvida pela OECD, a partir de trabalho do governo canadense. É a estrutura mais adotada por órgãos internacionais (Hansen, 1996), como o WRI, a FAO, a UNDP, entre outros, e algumas iniciativas nacionais, como o governo australiano (DPIE).

b) **Metodologia:** baseia-se em três perguntas, cujas respostas consistem nos indicadores:

O que está acontecendo às condições do ambiente ou recursos naturais? (Indicadores de Estado: mudanças ou tendências nas condições físicas e/ou biológicas);

Por que está acontecendo? (Indicadores de Pressão: indicadores de tensão ou pressão que a atividade humana exerce sobre as condições físicas e/ou biológicas);

O que está sendo feito em relação a isto? (Indicadores de Resposta: políticas adotadas em resposta ao impacto observado).

c) **Indicadores:** as tabelas 6 e 7 apresentam os indicadores desenvolvidos pela OECD e pelo Banco Mundial.

A partir dessa base de indicadores, outros organismos desenvolveram seu próprio conjunto de indicadores, de acordo com suas necessidades e seus interesses, conforme os programas a seguir.

4.1.3.1.1. **World Resources Institute (WRI)** (Hammond et al., 1995)

a) **Nome do Programa:** Environmental Indicators

b) **Descrição:** Para os pesquisadores do WRI as matrizes sugeridas pela OECD, Banco Mundial e UNDP contêm ainda muita informação, não apresentando a simplificação esperada de um conjunto de indicadores. Para maior agregação, os autores propõem a constituição de categorias, a partir de um modelo conceitual de interação ser humano - meio ambiente. Este modelo descreve quatro interações entre a atividade humana e o ambiente: a) *fonte* (o meio ambiente como fornecedor de recursos naturais usados na atividade econômica. Em função desta observa-se a diminuição desses recursos, ou

degradação de sistemas biológicos); b) *depósito* (produtos ou subprodutos da atividade econômica que retornam ao meio ambiente por disseminação ou descarte, gerando

TABELA 06. Matriz de indicadores de sustentabilidade ambiental sugeridos pela OECD e UNDP.

ASPECTOS	PRESSÃO	ESTADO	RESPOSTA
• Mudança climática	• Emissões de gases de efeito estufa	• Concentrações	• Intensidade energética; medidas ambientais
• Diminuição da camada de ozônio	• Emissões (halocarbonos); produção	• Concentrações (cloro); coluna de ozônio	• Assinatura de protocolos; recuperação de CFC; contribuições financeiras
• Eutroficação	• Emissões (N, P na água e no solo)	• Concentrações (N, P, BOD ¹)	• Tratamentos; investimentos/custos
• Acidificação	• Emissões (SOx, NOx, NH ₃)	• Deposição; concentração	• Investimentos; termos de compromisso
• Contaminação tóxica	• Emissões (POC ² , metais pesados)	• Concentrações (POC, metais pesados)	• Recuperação de lixo tóxico; investimentos/custos
• Qualidade ambiental urbana	• Emissões (NOx, SOx)	• Concentrações (NOx, SOx)	• Gastos; política de transportes
• Biodiversidade	• Conversão da terra; fragmentação da terra	• Abundância de espécies/áreas virgens	• Áreas protegidas
• Lixo	• Geração de lixo (municipal, industrial, agrícola)	• Qualidade do solo e água subterrânea	• Taxa de coleta; investimentos/custos de reciclagem
• Recursos hídricos	• Intensidade de demanda/uso (doméstico, industrial, agrícola)	• Demanda/oferta; qualidade	• Gastos; preço da água; políticas de racionamento
• Recursos florestais	• Intensidade de uso	• Área de florestas degradadas; uso/crescimento	• Área de florestas protegidas
• Recursos pesqueiros	• Captura de peixes	• Estoques	• Cotas
• Degradação do solo	• Mudanças no uso do solo	• Perda da camada superficial	• Reabilitação/proteção
• Zonas oceânicas, costeiras	• Emissões, vazamentos de óleo; deposições	• Qualidade da água	• Manejo da zona costeira; proteção dos oceanos
Índice Ambiental	Índice de Pressão	Índice de Estado	Índice de Resposta

Fonte: Oecd & Unep apud Hammond et al, 1995.

¹ BOD: Demanda Bioquímica de Oxigênio (*Biochemical Oxygen Demand*)

² POC: Particulate Organic Carbon

TABELA 07. Matriz de indicadores de sustentabilidade ambiental sugeridos pelo Banco Mundial.

ASPECTOS	PRESSÃO	ESTADO	RESPOSTA
INDICADORES DE FONTE			
1. Agricultura	Valor agregado/produção bruta	Área cultivada como % de riqueza	Termos de comércio rural/urbano
a. Qualidade do solo	Degradação do solo antropicamente induzida	Classes climáticas e limitações do solo	
b. Outro	—	—	—
2. Floresta	Mudança no uso do solo	Área, volume distribuição; valor da floresta	Entradas/saídas, principais usuários; taxas de reciclagem
3. Recursos marinhos	Contaminantes; demanda de peixe como alimento	Estoque de espécies marinhas	% cobertura de protocolos e convenções internacionais
4. Água	Intensidade de uso	Acessibilidade à população	Medidas de eficiência hídrica
5. Recursos subsolo	Taxas de extração	Recursos subsolo como % da riqueza	Balanço material/NNP ¹
a. Combustíveis fósseis	Taxas de extração	Reservas (<i>proven</i>)	Subsídios para energias alternativas
b. Metais e minerais	Taxas de extração	Reservas (<i>proven</i>)	Entradas/saídas; principais usuários; taxas de reciclagem
INDICADORES DE DEPÓSITO OU POLUIÇÃO			
1. Mudança climática			
a. Gases de efeito estufa	Emissões de CO ₂	Concentração de gases efeito. Estufa na atmosfera	Eficiência energética de NNP
b. Ozônio estratosférico	Consumo aparente de CFCs	Concentração atmosférica de CFCs	% cobertura de protocolos e convenções internacionais
2. Acidificação	Emissões SO _x , NO _x	Concentrações de pH, SO _x , Nox em precipitação	Gastos com diminuição da poluição
3. Eutroficação	Uso de PO ₄ e NO ₂	BOD, P e N em rios	% lixo/tratamento
4. Toxificação	Geração de lixo tóxico/carregamento	Concentração de chumbo, cádmio etc em rios	% petróleo sem chumbo
INDICADORES DE SUPORTE VITAL			
1. Biodiversidade	Mudança no uso da área	Habitat/recurso natural ²	Áreas protegidas como % das ameaçadas
2. Oceanos	Espécies ameaçadas, extintas % total	—	—
3. Áreas especiais (ex: banhados)	—	—	—

Continuação da tabela 07

INDICADORES DE IMPACTO HUMANO			
1. Saúde	Incidência de doenças	Expectativa de vida ao nascer	% NNP gastos com saúde
a. Qualidade da água	—	Oxigênio dissolvido, coliformes fecais	Acesso a água limpa
b. Qualidade do ar	Demanda energética	Concentração de partículas, SO ₂ etc.	—
2. Segurança e qualidade alimentar	—	—	—
3. Habitações urbanas	Densidade populacional	—	% NNP gastos com habitação
4. Lixo	Geração de lixo industrial, municipal	Acúmulo	Gastos com coleta e tratamento; taxas de reciclagem
5. Desastres naturais	—	—	—

Fonte: Banco Mundial, apud Hammond et al, 1995.

¹ NNP: Net National Product

² No original, habitat/nr. Interpretação livre de nr como Natural Resource.

poluição); c) *suporte vital* (o ecossistema terrestre fornece serviços básicos à vida, desde a decomposição de detritos orgânicos, reciclagem de nutrientes, produção de oxigênio, até manutenção da biodiversidade. A atividade humana, ao se expandir, degradar o meio ambiente, diminui a capacidade do meio de fornecer esses serviços); d) *impacto sobre o bem-estar humano* (o retorno do ar poluído, da água e alimento contaminados que afetam a saúde e o bem-estar do ser humano). Para cada uma dessas interações, pode-se construir índices compostos:

- * *Fonte* - Índice de diminuição de recursos
- * *Depósito* - Índice de poluição
- * *Suporte vital* - Índice de risco para o ecossistema
- * *Impacto sobre o bem-estar humano* - Índice de impacto ambiental sobre o bem-estar humano

Trabalha-se apenas com esses quatro índices, que são agregações subsequentes de dados similares (indicadores).

c) **Metodologia:** para a determinação do índice composto são levantados fenômenos que fundamentalmente afetam o caráter ou saúde do sistema físico ou biológico do planeta terra (no ponto de vista da realidade na qual se está inserido), para os quais são determinados indicadores. Os indicadores são medidos em unidades físicas. Os efeitos de cada componente, porém, variam, por isso deverão ser devidamente ajustados, em função do seu peso característico, desenvolvendo-se então uma unidade de medida.

Hammond et al. (1995) citam os seguintes exemplos e agregação de indicadores para a constituição de um índice geral em uma das categorias mencionadas:

1. **Índice de Poluição (The Dutch Experience)** (Hammond et al., 1995)

a) **Descrição do programa:** O governo holandês, desde 1991, controla as emissões de poluentes com o objetivo de aumentar a consciência para com as questões ambientais, como influência de decisões políticas e para direcionar esforços para o planejamento com fins de diminuir pressões ambientais.

Além do governo, os indicadores também são direcionados para a população, pois considera-se sua participação fundamental. É importante tanto a mudança das atitudes particulares de cada cidadão, quanto o controle, por parte destes, tanto das atitudes governamentais quanto da indústria e outras atividades econômicas e não.

Para a construção do Índice de Poluição são abordados aspectos que têm influência na poluição. Dentro de cada aspecto, os fatores que o compõem, que recebem o devido ajuste de acordo com suas características, constituem uma medida única. As medidas resultantes de cada aspecto são depois reunidas, ajustadas, constituindo o Índice de Poluição.

Índice de Poluição:

A. Indicador de mudança climática:

- *Emissão de gases de efeito estufa:* dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); nitrato (NO₂); clorofluorcarbono (CFC); e halogênios.

- *Fator de ajuste:* GWP (*Global Warming Potencial*), ou potencial global de aquecimento de cada gás (indicador). É função do tempo de permanência do gás na atmosfera e da quantidade de calor que o gás absorve da atmosfera terrestre.

A somatória de todos os gases, respectivamente ajustados, determinam o Indicador de Mudança Climática, expresso em equivalente CO₂.

B. Indicador da diminuição da camada de ozônio:

- *Emissão dos gases:* CFCs; halogênios.

- *Fator de ajuste:* ODP (*Ozone Depletion Potencial*), ou Diminuição Potencial da camada de Ozônio. Determinado pelo tempo de permanência do gás na atmosfera e pela velocidade do efeito da reação do gás para quebrar a camada de ozônio.

Expresso em equivalente de depleção de ozônio (indicador)

C. Indicador de acidificação do ambiente:

- *Presença das substâncias:* dióxido de enxofre; nitrato; amônia (não incorporados outros componentes ácidos e O₃).

- *Fator de ajuste:* não mencionado

D. Indicador de eutroficação do ambiente:

- *Emissões* de fosfatos e nitrogênio (fontes: esterco, fertilizantes, efluentes, lodo sedimentado, detritos sólidos).

- *Fator de ajuste*: não mencionado

Expresso em equivalente de eutroficação (indicador).

E. Indicadores de dispersão de substâncias tóxicas:

- *Emissões de pesticidas* (considerados apenas os de uso agrícola); substâncias radioativas; substâncias de risco (químicos e metais pesados de maior risco).

- *Fator de ajuste*: toxicidade e longevidade no ambiente.

Expresso em equivalente de unidade de dispersão (indicador).

F. Indicador de depósitos de dejetos sólidos:

Quantidade de dejetos sólidos descarregados anualmente (detritos sedimentados (*dredge spoil*), esterco, *phosphoric acid gyporum*, solo poluído, resíduos descartados de estruturas de incineração de lixo).

Expresso em equivalentes dejetos milhões de t/ano (indicador)

G. *Índice Composto de Poluição*:

- Os seis índices anteriores (A, B, C, D, E e F) são agregados, resultando na pressão de poluição total.

- *Fator de ajuste*: distância que o valor obtido pelo indicador se encontra do objetivo político. Quanto maior a distância, maior o peso.

2. Índice de diminuição de recursos (WRI) (Hammond et al., 1995)

a) **Descrição do programa:** o índice desenvolvido pelo WRI baseia-se na contabilidade verde (*green accounting*) em relação ao capital natural de cada país: se existe compra e venda de recursos no mercado, a medida é feita pelo padrão existente. Se não, existem controvérsias quanto à medida, e não podem servir de comparação, pois há escolhas distintas entre os países

Os indicadores medem diretamente a sustentabilidade do uso de recursos, sinal da efetividade das políticas de recursos naturais, fundamental para economias que dependem desses recursos.

O índice mede o valor da diminuição do estoque de recursos naturais relativamente ao valor do investimento líquido em capitais manufaturados durante o ano. Indica o grau de afastamento do uso sustentável dos recursos. A diminuição de recursos naturais é sustentável se seu uso leva à criação de outros recursos de igual valor. O recurso natural pode ser substituído, se o capital social não diminui.

Se o valor final do índice (I) tiver os seguintes resultados:

$I = 1 \Rightarrow$ aumento do capital manufaturado é compensado pela depreciação de recursos naturais.

$I < 1 \Rightarrow$ degradação ambiental pequena (desejado)

$I > 1 \Rightarrow$ degradação excede a formação de capital manufaturado (evidência de desenvolvimento industrial)

$I < 0 \Rightarrow$ desenvolvimento ou descoberta de novos recursos

4.1.4. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

4.1.4.1. CIAT Hillside Program (McCann, 1995).

- a) **Nome do programa:** CIAT Hillside Program.
- b) **Descrição do programa:** modelo de simulação, acoplado ao GIS (Geographic Information Service), que descreve a produtividade de culturas, presença de represas, erosão e acidificação do solo ao nível de comunidades em microbacias.

4.1.4.2. CIAT-UNEP (Winograd et al., 1998b)

- a) **Nome do programa:** Environmental and Sustainability Indicators
- b) **Descrição do programa:** tem como modelo conceitual o PSR. Desenvolve seu estudo na América Latina e Caribe, abrangendo as diferentes dimensões, com o objetivo de facilitar a tomada de decisão nos níveis nacional e regional. Adotam como ferramenta de trabalho o GIS.

4.1.4.3. World Bank - CIAT - UNEP (Winograd et al., 1998a)

- a) **Nome do programa:** Indicators of Rural Sustainability: an Outlook for Central America.
- b) **Descrição do programa:** adota o modelo conceitual PSR. Tem por objetivo: definir e harmonizar a estrutura conceitual; definir um conjunto de indicadores para a sustentabilidade rural (indicadores de qualidade de solo, ambientais, e socioeconômicos); definir e desenvolver novas ferramentas (modelos espaciais, interface de indicadores) e métodos para analisar as relações causa-efeito; elaborar bases de informações para a América Latina, Caribe e América Central.

c) **Metodologia:** propõe um conjunto de indicadores que permita análise em diferentes escalas espaciais e linhas conceituais, de forma a ajudar aos usuários a encontrar indicadores. Para as diferentes escalas, organiza os indicadores em duas estruturas: por componentes (social, econômico e ambiental) e por problemas a serem resolvidos. Para a escala regional, propõe um número limitado de índices para comparação entre países da América Central; para escala nacional, também um pequeno número de indicadores essenciais; e para a escala local, o número de indicadores é maior e mais detalhado.

d) **Observações:** o trabalho está em andamento.

4.1.5. **International Center for Living Aquatic Resources Management - Philippines** (Lightfoot,1994)

a) **Nome do programa:** Integrated Resource Management

b) **Descrição do programa:** é desenvolvido entre pequenos agricultores nas Filipinas, Malásia, Bangladesh e Gana com o objetivo de avaliar impactos de novos empreendimentos, mais especificamente os causados pela consorciação da aquicultura à agricultura. O programa se propõe a identificar indicadores que sejam fáceis de obter, que possam ser calculados/quantificados em base a dados obtidos a partir da propriedade quanto a insumos, produtos e reciclagem de subprodutos de cultivos e animais (isto é, dados simples e básicos, sem análises laboratoriais, etc.); que a informação possa ser obtida pelo agricultor e monitorada por ele.

c) **Metodologia:** baseia-se no cálculo de quatro indicadores simples:

- Eficiência econômica (renda líquida da propriedade/custo total)
- Capacidade dos recursos naturais (produção de biomassa ton/ha)
- Diversidade de espécies (número de espécies cultivadas e usadas)

- Reciclagem de biorrecursos (número de fluxos de biorrecursos)

Estes indicadores são plotados em gráficos “séries tempo - info”, permitindo observar a dinâmica dos sistemas no tempo e entre agricultores, assim como sua comparação.

O programa analisa a questão dos indicadores sob três ângulos:

- * Ecológico: software ECOPATHII - modelagem sistema integração agricultura-aquacultura (propriedades do ecossistema).

- * Nutricional: modelos nutricionais domésticos para identificar indicadores que possam incorporar segurança alimentar na medida/característica da sustentabilidade.

- * Participativo: instrumentos de monitoramento e avaliação participativa em quatro indicadores: diversidade de espécies, ciclagem de biorrecursos, eficiência econômica, capacidade de recursos naturais.

d) **Observações:** o trabalho está em estágio preliminar

e) **Dificuldades observadas:** incorporação da preocupação com equidade/gênero e segurança alimentar, definição das externalidades, determinação de categorias de conhecimento indígena para capacidade de recursos naturais.

4.1.6. **IICA/GTZ (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)** (Camino & Müller,1993)

a) **Nome do Programa:** Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. Costa Rica, IICA/GTZ.

b) **Descrição do programa:** o objetivo do programa de indicadores do IICA é fornecer ferramentas para avaliar situações passadas e delinear o desenvolvimento futuro, e assim determinar os sistemas de monitoramento devidos, na forma de elaboração de políticas e administração de projetos.

c) **Definição de sustentabilidade:** a sustentabilidade da agricultura e dos recursos naturais se refere ao uso dos recursos biofísicos, econômicos e sociais segundo sua capacidade, em um espaço geográfico. Mediante tecnologias biofísicas, econômicas, sociais e institucionais, permite obter bens e serviços, diretos e indiretos, da agricultura e dos recursos naturais para satisfazer as necessidades das gerações presentes e futuras. O valor presente dos bens e serviços deve representar mais que o valor das externalidades e insumos incorporados, melhorando, ou pelo menos mantendo de forma indefinida a produtividade futura do ambiente biofísico e social. Além disso, o valor presente deve estar equitativamente distribuído entre os participantes do processo.

d) **Metodologia:** para a definição de indicadores, seguindo o processo de avaliação do sistema, os autores propõem um esquema (figura 02), baseado em quatro etapas, a saber: determinação do sistema a ser analisado, da categoria desse sistema que apresenta interesse para análise, dos seus elementos determinantes, dos descritores, e, finalmente, dos indicadores que caracterizam as mudanças nesses descritores.

Os níveis determinados para a determinação de indicadores (figura 03), e posterior avaliação do sistema são:

A. *Categoria de análise:* aspecto do sistema, significativo quanto à sustentabilidade:

- a) Base de recursos do sistema
- b) Operação do sistema propriamente
- c) Recursos exógenos ao sistema (de entrada e saída)

d) Operação de sistemas exógenos (de entrada e saída)

B. Elemento de categoria: parte de uma categoria, significativa quanto à sustentabilidade. Tipos de recursos do sistema e do entorno assim como os elementos propriamente

a) recursos: água, solo, flora, fauna, ar, recursos culturais, ecossistemas particulares;

b) elementos de operacionalização:

b.1) manejo técnico (insumos, energia)

b.2) rendimento técnico (produção biofísica, produtividade biofísica)

b.3) manejo socioeconômico (demanda de trabalho, renda neta)

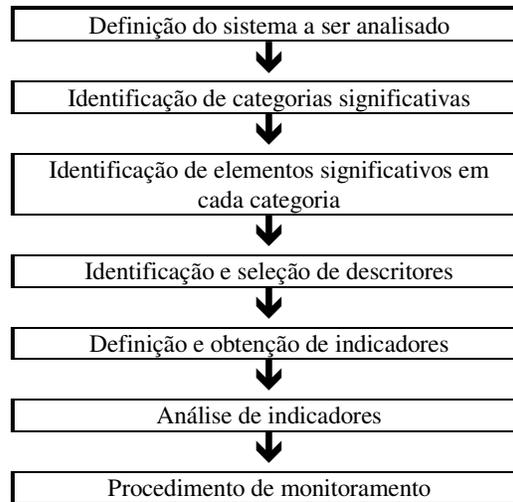
b.4) rendimento socioeconômico (participação da mulher, distribuição de renda, acesso a recursos)

C. Descritores: características significativas de um elemento, de acordo com os principais atributos da sustentabilidade de um sistema predeterminado. Principalmente é função do nível de agregação e do sistema avaliado.

D. Indicadores: medida do efeito da operação do sistema sobre o descritor (Torquebiau, apud Camino & Müller, 1993). Se o efeito é positivo, o sistema é sustentável; se negativo, não o é.

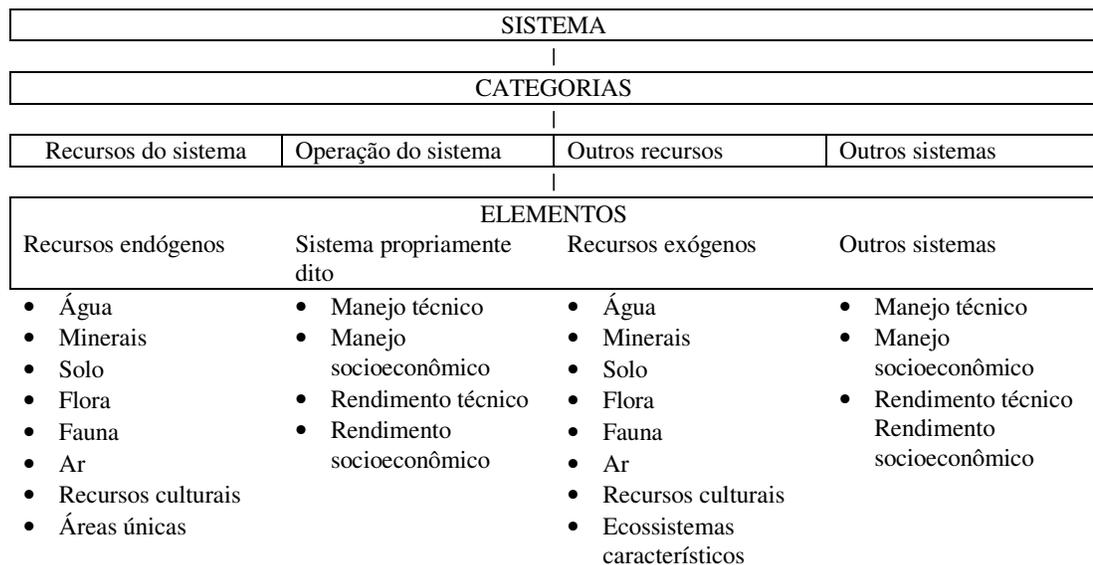
e) **Indicadores:** os autores propõem um exemplo de um conjunto de indicadores para avaliar um dado sistema agrícola, conforme tabela 08.

FIGURA 02. Esquema para a definição de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas proposto pelo IICA/GTZ.



Fonte: Camino & Müller, 1993

FIGURA 03. Níveis determinados para um sistema agrícola, dentro de um esquema para definir indicadores de sustentabilidade.



Fonte: Camino & Müller, 1993.

TABELA 08. Exemplo de um conjunto de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas proposto pelo IICA/GTZ.

SISTEMA	CATEGORIA	ELEMENTO	DESCRITOR	INDICADORES	VARIÁVEIS QUE SE RELACIONAM
Bacia do rio XY					
Terras de cultivo	Recursos endógenos	Água	Quantidade	<ul style="list-style-type: none"> Fluxo mensal (m³/seg) Relação irrigação desenho/irrigação real 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos, produtividade, tempo Recursos, produção, tempo, capacidade de carga
				Exógenos	Qualidade
			Confiabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Nível de volume de água mínimo 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos, capacidade de carga, produtividade, tempo
			Acesso	<ul style="list-style-type: none"> % de propriedade com acesso à água 	<ul style="list-style-type: none"> Variáveis sociais, recursos, tempo
		Solo	Erosão	<ul style="list-style-type: none"> % da área erodida Erosão média (t/ha/ano) Erosão efetiva/gravidade específica 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos, tempo Recursos, tempo Recursos, tempo, capacidade de carga
			Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> Índice de Gini Tamanho médio da propriedade 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos tempo, var. sociais Recursos tempo, var. sociais, capacidade de carga
			Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> Razão de utilização (ha capacidade de uso/ha uso atual. Superfície em uso conflitivo 	<ul style="list-style-type: none"> Recursos, distribuição e acesso, tempo Recursos, tempo, var. sociais, distribuição e acesso

Continuação da tabela 08

	Operação do sistema	Rendimento técnico	Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimento de milho (t/ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos, produtividade
			Período de pousio	<ul style="list-style-type: none"> • Relação de anos de pousio/anos de cultivo • Relação pousio/descanso e população 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos, tecnologia, produtividade, distribuição e acesso • Tempo, capacidade de carga, população, necessidades
Bosques	Recursos	Vegetação	Cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • % área florestal coberta por floresta • % de cobertura floresta total • % de cobertura de mata fechada • Superfície de mata fechada/habitante 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tempo • Recurso, tempo • Recurso, tempo • Recurso, tempo, população
			Diversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Média de espécies (ha) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tempo
		Vida selvagem	Habitat	<ul style="list-style-type: none"> • Relação de espécies armazenadas/sp. Totais 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tempo
			População	<ul style="list-style-type: none"> • Nº de espécies • População aproximada 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tempo • Recurso, tempo
		Áreas únicas	Acesso	<ul style="list-style-type: none"> • % de área aberta ao público 	<ul style="list-style-type: none"> • População, recurso, tempo, variáveis sociais, distribuição e acesso aos recursos.
			Importância	<ul style="list-style-type: none"> • Nº áreas similares • % da superfície na categoria 	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos • Recurso
	Operação do sistema	Rendimento técnico	Áreas abertas	<ul style="list-style-type: none"> • % vegetação arbórea 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tecnologia
			Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> • Crescimento (m³/ha/ano) em plantações • Crescimento (m³/ha/ano) em bosques naturais 	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso, tecnologia, produção produtividade • Recurso, tecnologia, produção produtividade

Continuação da tabela 08

Rendimento social	Controle local	<ul style="list-style-type: none"> • N° e % de ONGs participando da gestão • N° de participantes na gestão 	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso aos recursos, variáveis sociais, tempo, população, tempo, acesso, var. sociais • Acesso aos recursos, variáveis sociais, tempo, população, tempo, acesso, var. sociais
-------------------	----------------	--	--

Fonte: Camino & Müller, 1993.

4.1.7. IFPRI (International Food Policy Research Institute) (McCann, 1995)

a) **Descrição do programa:** é proposto uma estrutura para determinar indicadores relevantes para determinação de políticas a partir de um mapeamento participativo dos recursos comunitários para identificar indicadores específicos de relevância (em desenvolvimento).

4.1.8. Banco Mundial (McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** Global Land Quality Indicators.

b) **Descrição do programa:** baseando-se na estrutura PSR é desenvolvido um conjunto limitado de três a quatro indicadores genéricos da qualidade do solo, sendo cada um encadeado por uma série de sub-indicadores, variáveis e substitutos ou aproximações para cada uma das maiores zonas agroecológicas. Com isso, querem reduzir o número de medidas que normalmente são exigidas para uma avaliação “exata” das condições dos recursos do solo.

4.1.9. **Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management**

(Stortenbeker, 1994; FAO/ITTO, 1995; Sizer & Miller, 1995; Tan, 1996; Santiago Declaration, 1995)

a) **Nome do programa:** Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management.

b) **Descrição do programa:** o CIFOR (Centro de Investigación Forestal Internacional) e o CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) iniciaram a pesquisa com indicadores para a sustentabilidade da exploração de florestas, em 1994, visando a desenvolver padrões e indicadores. Várias organizações, ligadas a recursos florestais, integram este processo, desenvolvendo cada uma o trabalho dentro da sua perspectiva geográfica. Um dos objetivos do desenvolvimento de indicadores é permitir estabelecer critérios para o sistema de certificação da madeira e demais produtos florestais.

Ao nível internacional, o Inter-governmental Panel on Forest (IPF) e a FAO atuam para harmonizar os valores, permitindo a comparação entre países.

Ao nível regional, podem ser citadas as seguintes iniciativas de carácter intergovernamental: Processo de Montreal (1993) - florestas temperadas e boreais; Processo de Helsinki (1993) - florestas europeias; Processo de Tarapoto (1995) - floresta amazônica; Subsaharan Dry-zone of Africa; ATO - African Timber Organization (África Central e Ocidental); CCAD - Comisión Centro Americana para el Ambiente e Desarrollo (América Central).

Ao nível nacional: LEI - Lembaga Ekolabel Indonesia (1993); Canadian Council of Forest Ministers (1994); WCMC -World Conservation Monitoring Center (Uganda, SriLanka, Gana, Equador); WWF - World Wide Fund for Nature (Suécia); Greenpeace - Nova Zelândia, Brasil, Espanha, Chile, Alemanha, Áustria, Canadá.

c) **Indicadores:** o documento da FAO/ITTO apresenta um resumo dos indicadores desenvolvidos pelos plenários internacionais, conforme a tabela 09.

O processo de Montreal teve como seguimento um encontro em Santiago, Chile, do qual resultou a Declaração de Santiago, onde estabelecem seus indicadores, que se inserem, também, na tabela 09.

4.2. Iniciativas nos Estados Unidos

4.2.1. Do governo americano:

4.2.1.1. US - EPA (United States Environmental Protection Agency), Tufts University, Consortium Regional Sustainability (CRS) (Kline, 1994)

a) **Nome do Programa:** Sustainable Community Indicators.

b) **Definição de sustentabilidade:** uma comunidade sustentável é aquela que *“tem capacidade de usar seus recursos naturais, humanos e tecnológicos para garantir que todos os membros das gerações atuais e futuras possam atingir altos níveis de saúde e bem-estar, segurança econômica e a ter voz na determinação do seu futuro, mantendo a integridade dos sistemas dos quais toda a vida e produção depende”* (Kline, 1994).

c) **Indicadores:** apresentados na tabela 10.

4.2.1.2. Impacts of Pest Management (IPM) (Benbrook & Groth III, 1996)

a) **Nome do programa:** Impacts of Pest Management .

b) **Descrição do Programa:** o trabalho é desenvolvido a partir do programa de IPM do governo americano, com os seguintes objetivos: monitorar o progresso na adoção da IPM; apoiar a “etiqueta verde” ; sistema de alerta; priorizar pesquisa, desenvolvimento

tecnológico e atividades educacionais; programas públicos para diminuição do custo das conseqüências ambientais; recompensar agricultores que estão adotando IPM.

c) **Metodologia:** considera que os indicadores existentes para delinear o uso e riscos de pesticidas para medir a adoção de IPM são essencialmente os mesmos para avaliar a sustentabilidade do IPM. O programa faz avaliação desses indicadores.

d) **Indicadores:** os autores propõem indicadores para a avaliação do IPM conforme tabela 11.

TABELA 11. Indicadores para a adoção de IPM (Integrated Pest Management) desenvolvidos pelo governo dos Estados Unidos.

DESCRITORES	INDICADORES
Uso e riscos dos pesticidas	<ul style="list-style-type: none"> • Produtos aplicados • Quantidade aplicada • % área tratada • Tratamento por área • Taxa de aplicação
Medidas de toxicidade:	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicidade aguda em mamíferos : LD50* (World Health Organization) • Toxicidade crônica em mamíferos: doses de referência e Q-stars • Ecotoxicidade: LD50 • Impactos em organismos benéficos: LD50
Indicadores a serem monitorados:	<ul style="list-style-type: none"> • Tendência de perdas em função de pragas • Custo dos sistemas de manejo de pragas e insumos • Frequência de aplicação de pesticidas, nº de produtos... • Severidade de resistência ou problemas secundários • Níveis de pesticidas no solo, água e ar • Tendências em envenenamentos induzidos por pesticidas ou problemas na saúde humana.

Construído por K. Marzall a partir de Benbrook e Groth III, 1996.

* LD50: Lethal Dosis (dose letal)

4.2.1.3. USDA - Soil Conservation. (Eswaran et al., 1994)

a) **Nome do programa:** Indicators and their Utilization in a Framework Evaluation of Sustainable Land Management (FESLM).

b) **Definição de sustentabilidade:** equidade intergeracional da área, estabilidade e viabilidade da tecnologia de manejo e integridade de recursos.

b) **Metodologia:** enfoque cascata: módulos que integram em uma complexidade crescente os níveis de interação de 1^a, 2^a, 3^a..ordem. para cada nível, fatores dominantes, controladores de cada evento, subsets das interações.

c) **Medida da sustentabilidade ou insustentabilidade:** Eswaran e colaboradores (1994) (também citado por Hansen, 1996) descrevem o trabalho desenvolvido por N.S. Jodha em estudo realizado no Himalaia, por volta de 1991. Para ele, o conceito de sustentabilidade é válido, mas de difícil operacionalização. Estimar a insustentabilidade (Jodha apud Eswaran et al., 1994), permite focar a sustentabilidade de forma mais pragmática, mais fácil, mais produtivo para determinar prejuízos e erros. Para medir tendências à insustentabilidade, Jodha propõe:

1. Perda da integridade do sistema: desaparecimento ou diminuição da capacidade de resiliência (capacidade de regeneração)do sistema;
2. Substituição: aumento do subsídio químico e/ou econômico do processo de produção para manter o mesmo ou menor nível de produção;
3. Marginalização: desaparecimento lento dos componentes de um sistema ou mesmo de todo o sistema, em função da substituição por outros componentes ou sistemas.

Há a procura por indicadores de fácil visualização, que possam ser manuseados facilmente por agricultores e técnicos, tornando-se uma ferramenta útil no manejo dos sistemas agrícolas.

d) Indicadores: a proposta de N.S. Jodha pode ser vista na tabela 12.

TABELA 12. Exemplos de mudanças negativas nos recursos naturais e práticas agrícolas, facilmente visíveis, como indicadores da insustentabilidade de um dado sistema agrícola.

MUDANÇAS RELACIONADAS A		
TIPOS DE MUDANÇAS	BASE DE RECURSOS	USO DE RECURSOS
Diretamente visíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de desbarrancamentos e outras formas de degradação do solo • Abandono de terraços • Redução na disponibilidade de área/capita • Aumento na fragmentação de propriedades • Mudança na composição genética de florestas e pastagens • Diminuição nos fluxos de água para irrigação e uso doméstico 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução na intensidade de rotação de culturas e outras práticas de manejo • Aumento do cultivo em áreas marginais • Substituição de sanções sociais pelo uso de recursos por medidas legais
Mudanças em respostas à degradação dos recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de animais grandes por pequenos (bovinos por ovinos) • Mudança de culturas de sistema radicular profundo para superficial • Mudanças no uso de insumos externos, de adubo gerado localmente para fertilizantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de insumos externos elevado e não balanceado • Especialização em monoculturas
Mudanças potenciais devido a intervenções para o desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de novos sistemas de produção sem ligações com outras atividades diversificadas • Promoção de dependência excessiva em recursos externos, subsídios • Ignorar experiências tradicionais de adaptação • Pesquisa e desenvolvimento focalizado em culturas ao invés de em recurso 	<ul style="list-style-type: none"> • Ignorar ecossistemas característicos na elaboração de programas e políticas para o desenvolvimento da área • Negligência do saber e habilidade local e dependência excessiva em especialistas externos

Fonte: Jodha *apud* Eswaran et al., 1994

4.2.1.4. USDA EMAP (Environmental Monitoring and Assessment Program of the United States Department of Agriculture)

4.2.1.4.1. EMAP/Agricultural Lands (McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** EMAP/Agricultural Lands.
- b) **Descrição do programa:** o objetivo é desenvolver e implementar um programa que, no longo prazo, vai monitorar e avaliar as condições e extensão das propriedades agrícolas americanas sob uma perspectiva ecológica, através de um processo inter-agências. Os aspectos que serão avaliados, ou considerados importantes para a sociedade são: qualidade do ar, água e solo; produtividade e biodiversidade.

4.2.1.4.2. Nematode Community Indicator of Soil Ecological Health (Neher & Campbell, 1994; McCann, 1995); Neher, 1998)

- a) **Nome do programa:** Nematode Community Indicator of Soil Ecological Health.
- b) **Descrição do Programa:** pesquisa básica que visa a determinar o melhor método para a avaliação da diversidade trófica e dos índices de maturidade de nematóides no solo, para posteriormente serem usados no programa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/EMAP).

4.2.1.5. US AID (United States Agency for International Development) Center for Development Information and Evaluation Program Performance Information System for Strategic Management (PRISM) (McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** US AID Center for Development Information and Evaluation Program Performance Information System for Strategic Management (PRISM).

b) **Descrição do programa:** visa a construção de um modelo genérico de causa-efeito, que possa atender aos diferentes programas na área agrícola realizados pela própria organização, e que apresentem objetivos similares.

c) **Dificuldades:** pequena disponibilidade de dados, com o problema adicional da interpretação dos mesmos.

4.2.2. Colorado State University - Agricultural & Chemical Engineering

Department (Sands & Podmore, 1994)

a) **Nome do Programa:** Development of an Environmental Sustainability Index (ESI) for Irrigated Agriculture Systems.

b) **Definição de sustentabilidade:** Sustentabilidade como um novo paradigma. Agricultura sustentável é a produção de alimentos e fibras, garantindo estabilidade ecológica, viabilidade econômica e permanência sócio-cultural.

c) **Metodologia:** consiste em determinar três sub-índices (produtividade, estabilidade e degradatividade) pela agregação dos valores de cada indicador, conforme a tabela 12. O valor é obtido através da função $I_i = f(X_i)$, onde I_i é o sub-índice e X_i a observação do indicador. A importância fundamental do desenvolvimento saudável da forma dessas funções é a revisão exaustiva do processo físico, produção agrícola e literatura ecológica para determinar sua contribuição para a sustentabilidade (f implícita, explícita, linear, não linear ou outra). O índice geral (ESI) é obtido através da função $ESI = g(P_i, S_i, D_i)$, onde P_i , S_i e D_i são respectivamente os sub-índices de produtividade, estabilidade e degradatividade. Deve-se dar forte atenção ao enfoque axiomático (condições matemáticas que satisfazem as propriedades do índice) apropriado para a realidade

avaliada. Deve-se comparar diferentes tipos de função de agregação, já existentes, avaliando-as até que uma se demonstre apropriada.

Os valores obtidos permitirão a construção de cenários hipotéticos (marcas de nível) ou reais (construído a partir de sistemas que demonstraram ser sustentáveis em um dado período histórico de tempo).

d) Indicadores: apresentados na tabela 13.

TABELA 13. Atributos e indicadores de sustentabilidade para sistemas agrícolas irrigados desenvolvidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola e Química da Universidade do Colorado (EUA).

Atributos	Indicadores
Produtividade (solo)	<ul style="list-style-type: none"> • Densidade do solo • Matéria orgânica • Capacidade de armazenamento de água • Profundidade do solo • Taxas de erosão
Estabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Entradas/saídas de energia <ul style="list-style-type: none"> Energia não-humana energia utilizável Energia fóssil energia utilizável Energia orgânica energia utilizável • Tipo de energia (proporção entre energia fóssil, humana e orgânica) • Fonte de energia (da propriedade, local ou distante)
Degradatividade	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade que alcançam os poluentes lixiviados • Potencial degradante (persistência e mobilidade) • Taxa de perda de sedimentos (escoamento) • Taxa de perda química (escoamento)

Fonte: Sands & Podmore, 1994.

c) **Validação:** em função da utilidade em discernir diferentes níveis de sustentabilidade.

* Limite ótimo: aspectos de sistema agrícola não convencional, locado em ambiente físico “favorável” (solo plano, permeável, profundo, fértil);

* Limite inferior: aspecto de sistema convencional onde impactos ambientais acontecem em níveis altos ou intoleráveis (erosão excessiva, poluição por percolação ou escoamento, água subterrânea minada).

4.2.3. Un. of Georgia, Institute of Ecology, US.

4.2.3.1. **Conservation Ecology & Sustainable Development** (Ms Thesis Project) (McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** Conservation Ecology & Sustainable Development.
- b) **Descrição do programa:** diagnóstico rápido da sustentabilidade da agricultura baseada em um questionário: índice de práticas de manejo de culturas específicas, na tentativa de caracterizar as práticas agrícolas em função dos insumos químicos externos, práticas de cultivo, rotação de culturas ou práticas de consorciação. São calibrados quanto à produtividade, eficiência, benignidade ambiental dentro de um contexto pragmático de sustentabilidade.

4.2.5.2. **Peanut Collaborative Support Program (CRSP)** (McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** Peanut Collaborative Support Program (CRSP).
- b) **Indicadores:**
- *Conservação dos recursos genéticos do amendoim:* extensão da erosão genética; taxa de mobilidade genética de populações; capacidade de adaptação das populações a mudanças ambientais; relação entre conservação de recursos genéticos *in situ* e *ex situ*; efeitos interativos da diversidade genética em diferentes níveis tróficos.
 - *Contribuição do amendoim à sustentabilidade de sistemas de produção:* rotação de culturas e pecuária; contribuições para o solo (quantidade de nitrogênio e matéria orgânica) para culturas sucessivas; incidência de pragas e moléstias em rotação de culturas; reciclagem de nutrientes entre amendoim, solo e sistemas pecuários.

4.2.4. **Winrock International Institute for Agriculture Development** (Kaul et al, 1994)

a) **Nome do Programa:** Participatory Rapid Resource Assessment with Indicators of Sustainability.

b) **Descrição do programa:** propõe a integração de RRA (Rapid Resource Assessment, ou DRR - Diagnóstico Rural Rápido) com PRA (Participatory Resource Assessment, ou DRP - Diagnóstico Rural Participativo).

c) **Indicadores:** para a avaliação da sustentabilidade através da PRRA, o programa propõe indicadores conforme tabela 14.

4.2.5. **CODEL Inc, US (Coordination in Development.)** (McCann, 1995)

a). **Nome do programa:** CODEL's Indicators for Sustainability

b) **Descrição do programa:** o objetivo dos indicadores é o de conseguir informações sobre como um projeto de desenvolvimento afeta os recursos naturais e a produtividade, assim como os fatores sociais, de forma a poder avaliar a efetividade dos projetos. Tentam, com o uso dos indicadores, prever os possíveis impactos que possam surgir das atividades propostas, avaliando estas quanto a seus aspectos positivos e negativos, tomando a decisão em função do balanço destes.

4.2.6. **Heifer Project International (HPI)** (McCann, 1995).

a) **Descrição do programa:** Definem-se 12 aspectos fundamentais (*cornerstones*) para o desenvolvimento sustentável, que são usados para determinar, monitorar e avaliar seus programas e projetos. Dentro de cada *cornerstone* são desenvolvidos indicadores, preferencialmente pela comunidade dentro da qual se está trabalhando. São avaliados de

TABELA 14. Indicadores de quatro dimensões características da sustentabilidade interrelacionadas dentro do programa elaborado pelo Winrock International Institute for Agriculture Development.

INDICADORES FÍSICOS	INDICADORES ECOLÓGICOS	INDICADORES ECONÔMICOS	INDICADORES SÓCIOCULTURAIS
<ul style="list-style-type: none"> Solo: erosão, água/vento, salinidade, alcalinidade Água: recarga do aquífero, seca, enchentes Tempo Clima como recurso: previsibilidade, mudança Geológico/topográfico: material de origem 	<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidade Rendimento das culturas e produtividade animal Qualidade do solo: matéria orgânica, contaminação por macro/micro organismos Qualidade da água: salinização, contaminação Desmatamento Status de áreas frágeis Pragas pós-colheita, resíduos químicos remanescentes Vegetação nativa e habitats 	<ul style="list-style-type: none"> Equidade Emprego Comércio Crédito Aversão a risco Mercados Preços Incentivos Porção da renda gasta com alimentação Segurança social 	<ul style="list-style-type: none"> Migração Conhecimento: indígena Nutrição Condição da mulher Condição das crianças Sem terra, propriedade de terra Tomada de decisão Qualidade de vida Distribuição etária

Fonte: Kaul et al, 1994.

forma quantitativa e qualitativa. Os 12 *cornerstones* para desenvolvimento sustentável e justo são: (01) participação/cooperação, (02) contabilidade, (03) trocas/cudados, (04) auto-suficiência, (05) integração agricultura/pecuária, (06) nutrição e renda, (07) genuinidade, (08) aspectos relacionados ao gênero, (09) melhoria do ambiente, (10) enfoque na família, (11) treinamento e (12) educação

O trabalho envolve os agricultores da comunidade, não objetivando apenas uma avaliação interna da instituição, mas também a consciência do agricultor quanto à sua realidade.

4.2.7. American Society for Testing and Materials (Lillie & Bartine, 1990)

- a) **Nome do programa:** Protocol for Evaluating Soil Contaminated with Fuel or Herbicide.
- b) **Descrição do programa:** pesquisa relativa ao uso do sorgo e de uma leguminosa (*pinto bean*) como indicadores de contaminação do solo por combustíveis ou herbicidas.

4.3. Iniciativas no Canadá

4.3.1. Center of Land and Biological Resources Research / Agriculture and Agri-food Canada

4.3.1.1. A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management - FESLM (Dumanski, 1994)

- a) **Nome do programa:** A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management - FESLM.

b) **Definição de sustentabilidade:** SLM combina tecnologia, políticas e atividades com o objetivo de integrar princípios socioeconômicos com preocupações ambientais de forma a simultaneamente:

- * manter ou aumentar produção/serviços (*produtividade*);
- * reduzir o nível de risco de produção (*estabilidade*);
- * proteger o potencial de recursos naturais e prevenir a degradação do solo e qualidade de água (*proteção*);
- * garantir a *viabilidade* econômica
- * ser socialmente aceitável (*aceitabilidade*).

Esses cinco pontos abordados constituem os pilares que formam a base da estrutura sustentável.

c) **Metodologia:** a estrutura é elaborada como uma hierarquia, constituída por cinco níveis:

1. Objetivo: identificação do sistema de uso da área a ser avaliada;
2. Meios: determinação das práticas adotadas para o manejo da área, o sistema de uso;
(1 e 2 determinam o que será avaliado)
3. Fatores de avaliação: identificação de todos fatores físicos, biológicos, sociais e econômicos que potencialmente mantêm a sustentabilidade do sistema;
4. Critérios de diagnóstico: estabelecimento das relações de causa e efeito entre os fatores;
- 5.a. Indicadores: características mensuráveis ou observáveis que descrevem a taxa de direção da mudança em um ou mais dos pilares da SLM e identifica o status ou condição da sustentabilidade;

5.b. Marcas limítrofes: medidas abaixo das quais o sistema pode ser julgado insustentável.

4.3.1.2. **Development of On-farm Indicators Using the Knowledge and Experience of Innovative, Conservation Farmers** (Dumanski, 1994)

a) **Nome do programa:** Development of On-farm Indicators Using the Knowledge and Experience of Innovative, Conservation Farmers.

b) **Descrição do programa:** consiste em um estudo para coletar informações de produtores conservacionistas com o objetivo de:

- Identificar indicadores que distingam entre tipos e severidade da degradação do solo;
- Determinar perdas da produtividade em função da degradação do solo;
- Determinar as marcas limítrofes nas quais devem ser tomadas medidas de melhoras;

As observações dos agricultores são usadas no FESLM e sistemas de conservação e institutos de pesquisa.

c) **Metodologia:** para obter as informações dos produtores são aplicados questionários detalhados para identificar os indicadores selecionados em diferentes regiões do Canadá.

d) **Indicadores:** resultaram dos questionários aos agricultores os indicadores conforme tabela 15.

TABELA 15. Indicadores de sustentabilidade relativo ao manejo do solo para sistemas agrícolas determinados pelo *Center for Land and Biological Resources Research* (Canadá), a partir de questionários aplicados a agricultores de acordo com as observações destes.

DESCRITOR		INDICADORES
Grau de erosão eólica	Leve	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da pedregosidade em declives • Solo em valetas laterais de estrada
	Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Pedras arredondadas • Pesadas nuvens de poeira • Acumulo de solo ao longo de cercas • Crescimento desigual das plantas
	Grave	<ul style="list-style-type: none"> • Nuvens de poeira muito pesadas • Crescimento de plantas limitado ou nulo • Soterramento de cercas • Aumento na frequência de pedras por todo o campo • Agregados de solo muito pequenos
Grau de erosão hídrica	Leve	<ul style="list-style-type: none"> • Germinação limitada • Sulcos de cultivo
	Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Sulcos maiores e pequenas voçorocas • Deposição de solo à base de declives • Aumento localizado de pedregosidade • Argila amarela na camada superficial do solo
	Grave	<ul style="list-style-type: none"> • Escorrimento de água visíveis ou voçorocas • Ausência da camada superficial do solo • Crescimento de plantas muito desigual • Plântulas na base de declives
Indicadores de salinidade	Leve	<ul style="list-style-type: none"> • Poeira branca na superfície do solo • Cristais de sal em amostras da camada superficial • Sensível aumento no aparecimento de daninhas
	Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Cristais de sal visíveis na superfície • Crescimento disseminado de <i>kochia</i> sp e outra daninhas • Ausência de plantas sensíveis à salinidade • Encrostamento da superfície mais proeminente
	Grave	<ul style="list-style-type: none"> • Solo sempre úmido • Superfície do solo fortemente encrostada • Camada superficial muito esbranquiçada devido aos cristais de sal • Apenas crescimento de daninhas resistentes à salinidade • Acumulo de água em áreas de descarga • Difícil preparo de áreas de semeadura

Fonte: Construído a partir de Dumanski, 1994.

4.3.1.3. **Canada-Indicators for State of the Environment Reporting**

(McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** Canada-Indicators for State of the Environment Reporting.
- b) **Descrição do programa:** o objetivo é gerar consciência pública e elaborar políticas em nível nacional. Baseia-se na estrutura PSR.

4.3.2. **Canadian International Development Agency (CIDA)** (McCann, 1995)

- a) **Nome do programa:** Capacity Bulding for Sustainability.
- b) **Descrição do programa:** desenvolvido juntamente com o Programa Ambiental do Paquistão, e tem por objetivo medir o esforço institucional para atingir a sustentabilidade, dentro do programa de desenvolvimento no Paquistão.

4.4. Iniciativas diversas

4.4.1. **Université de Paris 7, Paris - França** (Clain, 1997)

- a) **Nome do programa:** Les indicateurs de développement durable en agriculture: aspects écologiques et environnementaux.
- b) **Definição de sustentabilidade:** *“um sistema agrícola sustentável é aquele que, no longo prazo, preserva a qualidade do ambiente e dos recursos dos quais depende, atende às necessidades elementares dos seres humanos, é economicamente viável e assegura a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade inteira”*. (Schaller, apud Clain, 1997).

c) **Descrição do programa:** o trabalho consiste em um levantamento e seleção de indicadores ambientais existentes, e da aplicação junto a algumas propriedades, através de um questionário, possibilitando uma análise desses sistemas de produção.

d) **Metodologia:** em um primeiro momento é feito uma descrição geral da região onde será feita a avaliação, assim como a observação de indicadores globais: qualidade da água (bacia de captação de água potável); mudança no uso do solo; heterogeneidade habitat natural; número de espécies ameaçadas ou extintas; e consumo de água/ fonte disponível.

e) **Indicadores:** são apresentados na tabela 16.

TABELA 16. Indicadores ambientais desenvolvidos para avaliar a sustentabilidade de alguns sistemas de produção agrícola na França.

PROTEÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS	FATORES INFLUENTES	INDICADORES
Água	<ul style="list-style-type: none"> • Retiradas • Drenagem • Excessos de nitrogênio • Uso de pesticidas • Gestão do espaço, implantação de sebes*, gestão de zonas sensíveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de água retirada • Área drenada • Balanço global de N • Quantidade de matéria ativa • Malha de depuração: linhas de sebes situadas através de um declive mesmo fraco, reconvertido pelas faixas depuradoras
Solo	<ul style="list-style-type: none"> • Rotação • Gestão do pousio • Uso de fertilizantes químicos • Uso de pesticidas • Gestão do espaço e implantação de sebes 	<ul style="list-style-type: none"> • Duração da rotação • % de solo descoberto na SAL, duração e período • Quantidade de fertilizantes minerais • Quantidade de matéria ativa • Rede anti-erosão (idem para água)
Biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Produções perenes/ exportações (madeira, sebes, zonas úmidas) • Gestão dos espaços não-agrícolas • Manutenção de corredores faunísticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Superfícies reflorestadas (sebes e bosques), • Uso de pesticidas nesses espaços • Linhas de sebes com um extrato baixo contínuo

- Uso de pesticidas
 - Raças criadas
 - Uso de touros
 - Espécies cultivadas
 - Quantidade de matéria ativa, n° de produtos, seletivos ou não
 - N° de raças criadas, tipo (rústico, local...)
 - Número
 - N° espécies cultivadas
-

Continuação da tabela 16

Paisagem	<ul style="list-style-type: none"> • Patrimônio construído • Gestão do espaço 	<ul style="list-style-type: none"> • Interesses • Linhas totais de sebes, densidade da malha
Recursos não renováveis	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energia fóssil 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade consumida

Fonte: Clain, 1997.

*O uso de cercas vivas (sebes) caracteriza a paisagem rural francesa, demarcando as divisas.

4.4.2. Universidade de Helsinki, Department of Agricultural Engineering and Household Technology, Finlândia (Heinonen, 1994)

- a) **Nome do programa:** Sustainability Index Proposal.
- b) **Descrição do programa:** ajudar a determinar o objetivo a ser atingido com a sustentabilidade.
- c) **Metodologia:** o programa consiste em pontuar os indicadores, dentro dos aspectos analisados, com valores de 1 a 10. A somatória desses pontos resultará no Índice de Sustentabilidade .

As condições de referencia são dadas pelo valor médio.

O total constitui-se de medidas relativas, não absolutas entre diferentes práticas de produção.

- d) **Indicadores:** são apresentados na tabela 17.

4.4.3 Austrália.

4.4.3.1. DPIE (Australian Department of Primary Industries and Energy)

(DPIE, 1995)

- a) **Descrição do programa:** através do DPIE o governo da Austrália adota o esquema PSR para a identificação de indicadores em seu país. Dentre os indicadores propostos pela OECD em 1991 (tabela 04), o documento levanta os seguintes indicadores

ambientais: emissões de CO₂; emissões de SO_x; emissões de NO_x; uso de recursos hídricos; qualidade dos rios; tratamento de efluentes; mudanças no uso da terra; áreas protegidas; uso de fertilizantes nitrogenados; uso de recursos florestais; comércio de madeira tropical; espécies ameaçadas; pesca; geração de lixo; lixo municipal; acidentes industriais; opinião pública; crescimento da atividade econômica; intensidade energética; suprimento energético; produção industrial; consumo final particular; população.

b) **Indicadores:** o programa propõe alguns indicadores chave, apresentados na tabela 18.

TABELA 18. Relações entre os indicadores propostos e atributos para agricultura sustentável no programa desenvolvido pelo DPIE.

AGRICULTURA SUSTENTÁVEL				
INDICADORES-CHAVE				
	MAIORES ATRIBUTOS			
Renda líquida real da propriedade	Renda líquida da propriedade	Produtividade	Termos de mercado	Área usada para agricultura
	Balanço água/solo		Resiliência biológica	
Qualidade do solo e água para sustentar a produção	Eficiência de uso da água pela cultura/estoque	Balanço de nutrientes da propriedade	Área de vegetação nativa	Grau de fragmentação da vegetação
Capacidade administrativa	Nível educacional do agricultor	Índice de capacidade	Índice de atitude em relação à conservação do	Capacidade de planejamento da propriedade
Impactos ambientais no entorno	Nível de contaminação alimentar química	Turbidez dos cursos de água	Frequência das tempestades de poeira	Extensão da zona de contato com áreas não agrícolas

Fonte: DPIE, 1995.

c) **Considerações:** o documento levanta os diferentes enfoque dados no levantamento de indicadores ambientais por biólogos e por especialistas em saúde. Os biólogos enfatizam a medida da integridade e resiliência dos ecossistemas, em como são afetados por stress antrópico e natural. Já os especialistas em saúde, os limites da poluição

ambiental que pode danificar populações humanas. Para exemplificar isso, apresenta alguns indicadores elaborado pela OMS (**Organização Mundial da Saúde**) e pela OECD (tabela 19).

TABELA 19. Exemplos de indicadores da OMS e OECD para qualidade do ar e água.

OMS	OECD
Ar <ul style="list-style-type: none"> • Partículas em suspensão • SO₂ < 40 microgramas m⁻³ • total de emissões de CFCs Água <ul style="list-style-type: none"> • O₂ dissolvido nos rios • bactérias coliformes < 10⁻⁴ l⁻¹ • sais dissolvidos < 1500mg m⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • emissões de CO₂ • gases NO_x, SO_x, metano < 50 microgramas m⁻³ • qualidade dos rios • nível de tratamento de efluentes • quantidade de fertilizantes nitrogenados • quantidade de lixo sólido, líquido e gasoso gerado • taxa de uso de florestas • de espécies ameaçadas > mg l⁻¹ • consumo/capita de energia e suprimento • de unidades de transporte • pesca/estoque

Fonte: DPIE, 1995.

Obs: os indicadores apresentados por cada organização evidenciam a diferença de enfoque na determinação de indicadores de sustentabilidade segundo a área de atuação.

d) **Dificuldades levantadas:** dificuldade de monitoramento do solo e vegetação, por ser difícil determinar a situação “original” em função do tempo de ocupação da área pelo ser humano, e também de distinguir entre causa natural e antrópica.

4.4.3.2. Pigvision (Rohner, 1994)

a) **Nome do programa:** Pigvision.

b) **Descrição do programa:** estudo desenvolvido na Tasmanian School of Art in Hobart, tendo como base um trabalho realizado junto a suinocultores do mesmo país. Parte do pressuposto que a noção de sustentabilidade implica no entendimento de que sistemas agrícolas são complexos e de difícil compreensão. Para a seleção de indicadores apropriados, julga importante o entendimento das interrelações e dinâmicas

dentro do sistema. Defende que, devido à complexidade, e dificuldade de captar todas as suas interrelações e dinâmicas, tem-se uma imagem desfocada e vaga do sistema. A ênfase dada é que problemas complexos requerem intuição e lógica indeterminada (*fuzzy*). Por desfocado entende que em vez de procurar por um concatenamento lógico de idéias a atenção é dada para pensamentos soltos e não deterministas, fora de um padrão lógico. Pressupõe que bloqueios rígidos de imagem oprimem pensamentos criativos que poderiam levar a soluções criativas. A agricultura está repleta de bloqueios dogmáticos, que podem ser úteis em algumas circunstâncias mas impedem novas idéias.

d) **Metodologia:** para entender um sistema complexo é fundamental a criatividade. Para tanto, *Pigvision* é proposto como um jogo de aprendizagem. Este consiste em responder a perguntas, evidenciando as associações e analogias, seguindo novos rumos, e referindo literatura selecionada. As perguntas básicas são: o que você está tentando sustentar? qual o fenômeno específico? que processo você está seguindo para selecionar o recurso, o sistema ou o relacionamento sistema-recurso a ser avaliado? quem fez essa seleção? O programa enfatiza a olhar para um relacionamento interativo, considerando que o sustentador (ser humano) é parte integrante do sustentado (sistema e/ou recurso). Considera ainda que o relacionamento convencional se baseia no conceito que define (no caso da suinocultura) o que o porco é e o que deve ser. A proposta do autor (*Pigvision*) sugere “ouvir a opinião” do porco sobre o que ele quer ser. Isto é: comunicação interativa. O objetivo não é a determinação de números, mas a procura de padrões que indicam a forma de relacionamento entre a mente humana e a mente suína, neste caso.

4.4.4. Nanjing Institute of Environmental Science, China (Zhengfang, 1994)

- a) **Nome do programa:** Sustainable Agriculture in China.
- b) **Objetivo do programa:** dar base científica para o desenvolvimento futuro.
- c) **Definição de sustentabilidade:** modelo de modernização da produção agrícola; aumento da produtividade, aumento da eficiência, boa qualidade, baixo insumo, desenvolvimento sustentável e contínuo, realização e coordenação de benefícios sociais econômicos e ecológicos.
- d) **Metodologia:** o trabalho consiste em: a) identificar objetivo e princípio de avaliação; b) identificar limites físicos (geográficos) do sistema; c) determinar indicadores; d) coletar dados; e) quantificar indicadores; f) selecionar método de avaliação; e g) fornecer resultados.
- e) **Indicadores:** o documento divide os indicadores em três tipos: indicadores de recursos, indicadores de estrutura e indicadores de benefícios (tabela 20).

TABELA 20. Indicadores de sustentabilidade para a agricultura desenvolvidos pelo *Nanjing Institute of Environmental Science, China*.

DIMENSÕES		INDICADORES
Indicadores de recursos	Recursos naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho da área e seu constituinte • Temperatura ativa acumulada < 10°C/ano • Precipitação • Tempo de luz solar • Quantidade total do recurso hídrico • % cobertura vegetação • Área utilizável
	Recursos sociais	<ul style="list-style-type: none"> • N° mão-de-obra agrícola • Condições de trânsito (km estradas) • Eletricidade usada/ha • Quantidade de recursos /pessoa
Indicadores de estrutura	Ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> • % diversidade de espécies (cultivadas, adubação verde...) • % cultivos florestais, pecuária e peixes • Proporção de animais herbívoros/animais. Domésticos • Proporção da fertilização orgânica/total insumos fertilizantes • % energia primária produtiva e subprodutos na produção total

	Econômicos	<ul style="list-style-type: none">• Valor da produção• Trabalho agrícola• Custo da estrutura da produção agrícola
--	------------	---

Continuação da tabela 20

Indicadores de benefícios	Ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> • % utilização de recursos no sistema • % utilização do trabalho no sistema • % utilização de energia solar no sistema • Rendimento/ha • Insumo/produção • Índice do balanço nutricional do solo (NPK) • % área de florestas e pastagem • Estrutura de combustível da propriedade • Índice composto da poluição ambiental rural
	Econômicos e Sociais	<ul style="list-style-type: none"> • Razão de ingressos/saídas econômicos • Produtividade da área • Produtividade do trabalho • Taxa de lucro do investimento • Taxa crescimento do valor total produtividade • Renda/capita • Taxa comercial do produto • Índice proteção recursos naturais

Fonte: Zhengfang, 1994.

A quantificação dos indicadores considera a variação do seu valor por um determinado período de tempo ($i= 1,2,3...10$ anos) $Xi' = (Xi - Xmin) / (Xmax - Xmin)$, onde Xi é o valor do indicador para cada ano, $Xmin$, o valor mínimo medido no período e tempo considerado, e $Xmax$ o valor máximo.

A determinação do peso dos indicadores é feita através de consulta a especialistas (*Delph Method*) e através do método de análise de processo hierárquico (*AHP Method - Analysis Hierarchy Process*).

Para comparação, a determinação de um valor padrão para cada indicador considera o índice da atual produção agrícola, o índice exigido pela política ou lei relativa ao dado aspecto, os dados obtidos pela pesquisa científica, o índice fornecidos por especialistas e o índice obtido por exemplos típicos de sistemas agrícolas sustentáveis.

A avaliação final, depois de efetuados os passos acima, é feita através do cálculo da sustentabilidade do sistema 'S': $S = \sum_{i=1}^n W_i.P_i$, onde P_i = valor do indicador i ; W_i = Peso indicador i e n = nº indicadores.

4.4.5. Centro Internacional de la Papa, Peru (Crissmann, 1992)

a) **Descrição do programa:** pesquisa sobre os impactos no ambiente, saúde e produção determinados pelo uso de pesticidas na produção de batatas em duas microbacias no Equador. Segundo o documento, existe preocupação com o manejo do recurso e ênfase em um fluxo de efeitos, não em um produto. Considera também que os efeitos atingem sistemas diferentes, não todos, e que não podem ser comparados entre si.

b) **Metodologia:** baseia-se na aplicação da Análise de Custos e Benefícios, desenvolvida nos anos 30 nos Estados Unidos, atualizada.

4.4.6. Grã Bretanha

4.4.6.1. Universidad de Chile/University of Reading, UK (McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** Sustainability Evaluation Through Linear Multi-Criteria Models (a Ph.D Thesis Project).

b) **Descrição do programa:** o modelo em desenvolvimento deverá ser usado pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário chileno (INDAP), para avaliar ações alternativas de desenvolvimento. Analisando um conjunto de propriedades em condições similares (no caso, na zona costeira seca do Chile), o modelo considera: os objetivos de maximizar a margem bruta, minimizar os riscos, minimizar a erosão do solo e minimizar as diferenças entre margem bruta de diferentes sistemas de produção. São realizadas análises multivariadas (análise fatorial e de Cluster).

4.4.6.2. **The Dimensions of Biodiversity: the Use of Invertebrates as Indicators of Human Impact** (Holloway & Stork, 1990)

a) **Nome do programa:** The Dimensions of Biodiversity: the Use of Invertebrates as Indicators of Human Impact.

b) **Descrição do programa:** trabalho realizado por Holloway e Stork, na Grã Bretanha, considerando a diversidade e o número de espécies presentes em um dado sistema. As necessidades principais em manter a biodiversidade através da agricultura sustentável são vistas como: clarificação das dimensões da biodiversidade para obter uma imagem mais clara de seu perfil natural, avaliação das mudanças que ocorrem quando modifica-se ou tenta-se mudar esse perfil, adoção de um conjunto padrão de métodos de amostragem para facilitar comparações entre diferentes partes do mundo, e o uso de experimentados e testados grupos de indicadores.

4.4.7. **Universidad de Costa Rica, Escola de Estatística** (McCann, 1995)

a) **Objetivo do programa:** elaboração de políticas e determinação de ações corretivas e preventivas, avaliando o sucesso de projetos, determinando prioridades e gerando consciência, através do debate público e de prestação de contas.

b) **Definição de desenvolvimento sustentável:** pesquisa e efetivação de estratégias nacionais que permitam à sociedade administrar, de forma equilibrada e permanente, sua interação com o sistema natural (biótico e abiótico) de modo que essa sociedade, como um todo, se beneficie e o sistema natural mantenha o nível de integridade que permita sua recuperação.

c) **Metodologia:** medida da sustentabilidade através do ASI (*Approximated Sustainability Index*, ou Índice Aproximado da Sustentabilidade), que é composto pelos seguintes atributos: produtividade, equidade, resiliência e estabilidade.

4.4.8. **Center for Agriculture and the Environment (CLM), Holanda** (McCann, 1995)

a) **Descrição do programa:** desenvolvimento de medidas para comparação, ou indicadores que permitam aos produtores medir em quanto alcançam os padrões ambientais nacionais.

b) **Metodologia:** os produtores registram: a) entrada e saída dos nutrientes na produção (balanço de nutrientes): o excesso de nutrientes (NPK) calculado é o indicador de impacto sobre o ambiente; b) o uso de pesticidas em sua área, através da pontuação dada aos pesticidas pelo governo holandês, de acordo com seu risco de contaminação, e calcula o impacto ambiental gerado através da aplicação do pesticida. Os indicadores e as medidas para o balanço de energia, a biodiversidade e os dejetos agrícolas estão sendo desenvolvidos.

4.4.9. **International Rice Research Institute (IRRI), Filipinas** (McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** Reversing Trends of Declining Productivity in Intensive Irrigated Rice Systems of Asia.

b) **Descrição do programa:** partindo do pressuposto que a qualidade do solo está diretamente ligada à produtividade, usam a capacidade de fornecimento de nutrientes do solo (SNSC - Soil Nutrient Supplying Capacity), para N, P e K como indicador dessa qualidade. Esse será monitorado em estações experimentais e propriedades agrícolas,

juntamente com a respectiva produção. Os dados obtidos serão usados na elaboração de um modelo, servindo de base para a elaboração de políticas e desenvolvimento de pesquisas.

4.4.10. **India**

4.4.10.1. **Society for Research and Initiatives for Sustainable Technologies and Institutions (SRISTI) - Indian Institute of Management, Índia** (McCann, 1995)

a) **Nome do programa:** Eco-Indicators of Sustainability: Part of SRISTI's Work on Indigenous Ecological Knowledge System and Honey Bee Network.

b) **Descrição do programa:** enfoque intuitivo no saber (heurística) do agricultor para o desenvolvimento de inovações sustentáveis, avaliação dessas inovações e monitoramento da qualidade ambiental, indicadores do agricultor para lidar com variabilidade climática, pragas, variabilidade agrônômica, etc. Documentação de indicadores através dos quais os animais são selecionados, a fertilidade do solo é avaliada, com acompanhamento dos indicadores observados pelos estudantes de instituições rurais durante as férias de verão.

4.4.10.2. **Indian Institute of Management e Centre for Management in Agriculture - UNESCO** (Training...1998)

a) **Nome do programa:** Training Workshop on Criteria and Indicators of Sustainability in Rural Development: a Natural Resource Perspective.

b) **Observação:** este encontro será realizado em março de 1999, no Kasturbhai Lalbhai Management Development Centre, Indian Institute of Management Campus, Ahmdabad, India. Neste encontro, especialistas e alguns participantes selecionados, de

diferentes nacionalidades, tomarão parte em grupos de discussões, compartilhando suas experiências e exercícios práticos a campo.

4.4.11. Argentina.

4.4.11.1. **The Development and Use of Sustainability Indicators: a Need for Organic Agriculture Evaluation** (Sarandón, 1998)

a) **Nome do programa:** The Development and Use of Sustainability Indicators: a Need for Organic Agriculture Evaluation, La Plata, Republica Argentina.

b) **Descrição do programa:** uso de indicadores para avaliar sistemas de agricultura orgânica.

c) **Definição de agricultura sustentável:** produtividade compatível com a conservação de recursos naturais. Rentável economicamente, saudável ecologicamente e socialmente possível.

4.4.11.2. **Evaluation of Sustainability of Soil Management Practices by Means of Indicators: its Application in Organic and Conventional Horticultural Systems, La Plata, Republica Argentina** (Marasas et al., 1998)

a) **Nome do programa:** Evaluation of Sustainability of Soil Management Practices by Means of Indicators: its Application in Organic and Conventional Horticultural Systems.

b) **Descrição do programa:** são desenvolvidos cinco indicadores considerando o impacto do manejo na condição inicial do solo: conservação da biodiversidade; susceptibilidade à degradação física, balanço de nutrientes e matéria orgânica, dependência de insumos externos e impacto negativo em ambientes externos ao sistema.

Cada indicador é composto por uma série de variáveis que recebem uma pontuação de 0 a 4, sendo 4 o valor que representa a maior sustentabilidade.

4.4.12. **Assessing the Sustainability of Smallholder Tree Crop Production in the Tropics: a Methodological Outline** (Herzog & Gotsch, 1998)

- a) **Nome do programa:** Assessing the Sustainability of Smallholder Tree Crop Production in the Tropics: a methodological outline.
- b) **Descrição do programa:** desenvolvem metodologia para determinar a sustentabilidade de produtores de cacau, em pequena escala, na África Ocidental.

4.5. **Iniciativas no Brasil**

4.5.1. **Núcleo de Biologia e Ecologia do Solo, UFSC/UFGRS** (Universidade Federal de Santa Catarina/Universidade Federal do Rio Grande do Sul) (Lovato, 1998)

- a) **Nome do programa:** Diversidade microbiana do solo e indicadores de qualidade do solo para a agricultura e silvicultura.
- b) **Descrição do programa:** o programa se propõe a determinar o potencial de componentes da diversidade microbiana como indicadores de saúde do solo e como agente de promoção do crescimento de plantas. Realiza a pesquisa em três sistemas de cultivo distintos: produção de essências florestais (*Eucalyptus* spp), cultura perene (macieira) e cultura anual (cebola).
- c) **Indicadores:** diversidade de microrganismos, abundância de microrganismos, relação com a produtividade e saúde das culturas.
- c) **Observação:** a iniciar em janeiro 1999.

4.5.2. Departamento de Fitotecnia, Faculdade de Agronomia- UFPel, RS

(Martins, 1999)

a) **Nome do programa:** Determinação de indicadores de sustentabilidade e avaliação de agroecossistema estufa-plástica em uma perspectiva agroecológica.

b) **Descrição do programa:** dentro de uma linha de pesquisa com o objetivo de cultivar hortaliças em estufas dentro de uma perspectiva agroecológica, o programa se propõe a:

a) avaliar a adubação orgânica como indicador de sustentabilidade, através de experimentos com diferentes espécies de hortaliças, dosagens e formas de utilização de adubação orgânica (os resultados têm demonstrado que a adoção desta é um bom indicador de sustentabilidade); b) avaliação do balanço energético do agroecossistema estufa-plástica, considerando inicialmente a transformação de energia radiante em biomassa, e em seguida o sistema como um todo, contabilizando todas as entradas e saídas energéticas da estufa.

c) **Observação:** projeto em andamento.

4.5.3. Núcleo de Hidrologia Urbana, IPH - UFRGS (Instituto de Pesquisas

Hidráulicas) (Marques, 1998)

a) **Nome do programa:** Avaliação dos impactos ambientais decorrentes da urbanização.

b) **Descrição do programa:** desenvolvimento de ferramentas que permitam o planejamento da macrodrenagem da bacia hidrográfica, evitando-se os problemas crescentes da determinação da qualidade de vida devido a enchentes, sedimentação e qualidade de água devido à drenagem urbana.

c) **Objetivos do programa:** criar metodologias para construção de base de dados, desenvolver as relações entre as variáveis, propor as metodologias para o plano diretor.

4.5.4. **Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR)** (Fuentes Llanillo et al., 1993)

- a) **Nome do programa:** Desenvolvimento rural e sustentável: um estudo de caso na microbacia hidrográfica Água Grande e Córrego do Pensamento, Mamboré, PR.
- b) **Definição de sustentabilidade:** síntese de produtividade, estabilidade e equidade.
- c) **Objetivo dos indicadores:** detectar os limites onde os sistemas de produção entram em colapso até a situação onde acontece reprodução indefinida pela conservação e manutenção dos recursos naturais.
- d) **Metodologia:** caracterização geral da região avaliada; descrição do projeto de desenvolvimento, antes e depois; determinação dos indicadores.
- e) **Indicadores:** os indicadores desenvolvidos pelo programa são observados nas tabelas 21 e 22 (indicadores eco-ambientais e socioeconômicos, respectivamente).

TABELA 21. Indicadores eco-ambientais considerados pelo IAPAR no estudo da microbacia hidrográfica de Mamboré (PR).

RECURSOS	DESCRITOR	INDICADOR
Cobertura vegetal	Uso atual vs uso ideal	• Nota de discrepância de uso
Solo	Erosão	• Espessura do horizonte A
		• Cor do horizonte A
		• Análise granulométrica do horizonte A
	Estrutura	• Localização, extensão e grau de compactação da camada adensada
	Fertilidade	• Análise química dos solos
		• Produtividade vs adição de nutrientes
Água	Descarga de sólidos	• Concentração de sedimentos vs pluviometria
	Contaminação	• Análise quantitativa de agroquímicos

Fonte: Fuentes Llanillo et al, 1993.

TABELA 22. Indicadores socioeconômicos considerados pelo IAPAR no estudo da microbacia hidrográfica de Mamboré (PR).

RECURSOS	DESCRITOR	INDICADOR
Econômicos	• Produtividade da terra	• Kg/ha das principais culturas
	• Produtividade do trabalho	• Margem bruta por equivalente-homem
	• Produtividade do capital	• Margem bruta
	• Acumulação	• Mudança de categoria social
		• Aumento de capital
Sociais	• Acesso à terra	• Índice de Gini
		• Área média
		• % excluídos
	• Nível de vida	• Escolaridade dos filhos
		• Mortalidade infantil

Fonte: Fuentes Llanillo et al, 1993.

4.5.5. Padrões de sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável (Carvalho, 1993)

a) **Nome do programa:** Padrões de sustentabilidade: uma medida para o desenvolvimento sustentável.

b) **Definição de sustentabilidade:** Adaptabilidade, diversidade equidade incerteza

c) **Metodologia:** o documento define padrão como o conjunto de medidas que estabelecem restrições ao processo de desenvolvimento. Para determinar o padrão é importante: conhecimento científico sobre o sistema, suas leis internas e sua resiliência, determinando a restrição necessária; ter conhecimento da natureza, velocidade e grandeza da perturbação causada no sistema; e também é função de decisão política que, em última instância, determina as prioridades da sociedade.

O documento define ainda: parâmetros globais, como estruturadores do conjunto de vida social e da natureza, os demais sendo decorrentes; e indicadores como medida e quantificação dos parâmetros. As medidas, quando historicizadas, determinam o padrão.

d) **Indicadores:** os indicadores levantados pelo autor encontram-se na tabela 23.

TABELA 23. Indicadores de sustentabilidade levantados por Carvalho (1993)

DIMENSÃO	PARÂMETROS GLOBAIS	INDICADORES
Desenvolvimento humano	Rendimento por pessoa	
	avaliação direta	<ul style="list-style-type: none"> • Renda
	avaliação indireta	<ul style="list-style-type: none"> • Acesso a serviços públicos • Auto-consumo
	Atendimento da pauta alimentar culturalmente estabelecida *	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de um determinado estoque populacional • Controle sobre seu território
Diversidade cultural		<ul style="list-style-type: none"> • Acesso a serviços culturais** • Garantia da identidade cultural do povo e/ou grupo indígena • Interação com grupos externos
Recursos naturais renováveis	Estoque de capital natural	<ul style="list-style-type: none"> • Inventários (florestas, solos, leitos de água doce)
	Capacidade de regeneração do estoque de capital natural (resiliência):	
	Florestas	<ul style="list-style-type: none"> • Biomassa sustentada por unidade de energia • Cadeias alimentares • Matéria orgânica total • Elementos nutritivos inorgânicos • Diversidade de espécies (variedade)
		<ul style="list-style-type: none"> • Diversidade de espécies (equitabilidade) • Diversidade bioquímica • Ciclos biológicos • Ciclos minerais • Papel dos decompositores na regeneração de elementos nutritivos • Simbiose interna • Conservação de elementos nutritivos • Estabilidade
	Solos	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura • Fertilidade (teor de C = matéria orgânica) • Salinização • Acidez • Erodibilidade • Poluição química • Desertificação

Continuação da tabela 23

	Leitos de água doce	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição: <ul style="list-style-type: none"> - Efluentes domésticos - Efluentes industriais - Erosão dos solos - Contaminação por produtos químicos de origem em atividades minerárias - Contaminação por produtos químicos de origem em atividades agropecuárias • Predação: <ul style="list-style-type: none"> - Pesca - Caça • Balanço de oxigênio e estratificação térmica • Fatores de trofia (nutrientes, luz e biomassabiota (abundância e diversidade)) • Níveis de contaminação (metais pesados e outros)
Recursos naturais não renováveis	Estoque do recurso	
	Alternativa de substituíbilidade industrial do recurso	
Agroecossistemas	Dependência de insumos externos ao sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Balanço dos insumos gerados internamente e os importados pelo agroecossistema (não pelo estabelecimento) ***
	Diversidade (complexidade) biológica do sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Biomassa sustentada por unidade de energia • Cadeias alimentares • Matéria orgânica total • Elementos nutritivos inorgânicos • Diversidade de espécies-variedade • Diversidade bioquímica • Ciclos biológicos • Ciclos minerais • Papel dos decompositores na regeneração dos elementos nutritivos • Simbiose interna • Estabilidade
Instituições governamentais	Descentralização	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralização espacial • Participação da sociedade civil
	Especialização	<ul style="list-style-type: none"> • Pessoal efetivamente capacitado • Elenco de especialistas por unidade descentralizada

Construída por K. Marzall a partir de Carvalho, 1993.

* Parâmetro para populações indígenas, em substituição ao rendimento por pessoa.

** Exemplos de indicadores de sustentabilidade da diversidade cultural, para um município do norte do Mato Grosso: disciplina educação ambiental no currículo de todas as escolas; museus de história natural; ecoturismo, unidades de conservação e projetos de preservação desenvolvidos pela comunidade; vivência com povos indígenas; grupos de dança, artes plásticas, esportes, etc, em ação efetiva; produção literária, musical, etc; ONGs ativas; participação da população nos projetos de interesse coletivo; etc.

***Insumos adquiridos: sementes, mudas, sêmen/óvulo; nutrientes; produtos para o controle de fauna e flora; água (irrigação)

4.5.6. Embrapa - CNPMA (Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental)

4.5.6.1. Desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas (Siqueira, 1994; Embrapa-CNPMA [1996?]; Ferraz, 1996a; Ferraz, 1996b; Ferraz, 1996c)

a) **Nome do programa:** Desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas.

b) **Descrição do programa:** tem por objetivo desenvolver metodologias de avaliação de indicadores para agroecossistemas estabelecidos em condições de agricultura tropical e subtropical. Para isso, organizou quatro subprojetos, em microbacias com características distintas, representando algumas realidades do país: microbacia de Taquara Branca, Sumaré, SP: (desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas com alto uso de agrotóxicos); microbacia de Pantaminho e Divisa Iraí de Minas, MG (desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas de cerrado); microbacia de Ribeirão do Meio II, Carlópolis, PR (desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores em áreas de solo degradado); e no ecossistema da Mata Atlântica, no Estado da Bahia (validação e desenvolvimento de metodologias para definição, monitoramento e avaliação de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais-cacau).

c) **Metodologia:** avalia a sustentabilidade em três dimensões: ecológica, econômica e social, estabelecendo as seguintes etapas: a) definir regiões representativas; b) DRR - informações secundárias e visitas (indica fatores críticos a serem abordados: área de estudo: unidade de produção); c) para operacionalização considera: produtividade, estabilidade, elasticidade e equidade; d) avaliar duas categorias: recursos (estoque) e funcionamento (fluxo); e e) ordenação de descritores e indicadores ecológicos, econômicos e sociais. A estrutura adotada por este programa é a mesma desenvolvida pelo IICA, citada em 1.6.

d) **Indicadores:** no sub-projeto desenvolvido na microbacia hidrográfica de Taquara Branca (SP), são considerados para avaliação os indicadores conforme observados na tabela 24.

TABELA 24. Relação de indicadores potenciais e em fase de monitoramento na microbacia hidrográfica de Taquara Branca (SP) pelo subprojeto “Desenvolvimento de metodologias para definição de indicadores de agroecossistemas com alto uso de agrotóxicos” (Embrapa-CNPMA).

ELEMENTO	DESCRITOR	INDICADOR
RECURSOS		
SOLO	Erosão	<ul style="list-style-type: none"> t. de solo perdido/ano Espessura horizonte A
	Fertilidade	<ul style="list-style-type: none"> Análise química Produtividade/tempo
	Biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> Nº espécies de plantas/área Microfauna de solo Mesofauna de solo Espécies e nº de microrganismos/área
	Acesso	<ul style="list-style-type: none"> Índice de Gini
	Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> Área arável/total
	ÁGUA	Qualidade/contaminação
	Disponibilidade/irrigação	<ul style="list-style-type: none"> Volume de água do açude/área irrigada
	Qualidade/eutrofização	<ul style="list-style-type: none"> Nitrato, fosfato, amônia, pH, N total, cations, clorofila, transparência, turbidez, C orgânico, macrófitas
	Acesso	<ul style="list-style-type: none"> Nº propriedades banhadas por cursos de água

Continuação da tabela 24

	Assoreamento (reservatórios)	<ul style="list-style-type: none"> • Profundidade média, volume útil do reservatório/sólidos em suspensão 	
	Disponibilidade/uso doméstico	<ul style="list-style-type: none"> • Nº poços abertos/nº de poços secos • nível de água x tempo 	
CAPITAL FÍSICO (infra-estrutura)	Armazenagem	<ul style="list-style-type: none"> • Toneladas • Sacas/litro 	
	Benfeitorias	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo e valor estimado 	
	Máquinas e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Número e tipo 	
CAPITAL HUMANO	Acesso à educação	<ul style="list-style-type: none"> • Escolaridade 	
	Condições de moradia	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de moradia 	
	Composição da força de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Nº e tipo de trabalhador ocupado por categoria social 	
	Acumulação	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de categoria social 	
	Organização do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Familiar ou contratante de mão-de-obra 	
	Composição da renda	<ul style="list-style-type: none"> • Vive da produção • Subsistência • Outra fonte de renda 	
	Nível de vida/saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Nº de intoxicações • Nº de indivíduos atendidos • Nº de internações • % de trabalhadores contaminados (agrotóxicos) • Mortalidade infantil 	
	Consciência ecológica	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção de práticas conservacionistas 	
	FLUXO		
	MANEJO TÉCNICO	Mão-de-obra incorporada	<ul style="list-style-type: none"> • Homem/dia
Especialização do trabalho		<ul style="list-style-type: none"> • Mão-de-obra especializada/mão-de-obra não qualificada 	
Grau de diversificação das atividades		<ul style="list-style-type: none"> • Atividades/propriedade 	
Adoção de novas tecnologias		<ul style="list-style-type: none"> • Nº de novas tecnologias adotadas 	
RENDIMENTO TÉCNICO	Capacidade de carga animal	<ul style="list-style-type: none"> • Nº de animais/área 	
	Capacidade produtiva	<ul style="list-style-type: none"> • Variação da produtividade ao longo do tempo 	
MANEJO SOCIOECONÔMICO	Sazonalidade das receitas	<ul style="list-style-type: none"> • Fontes de receitas/durante o ano 	
	Acesso a financiamento	<ul style="list-style-type: none"> • Nº de agricultores com acesso a crédito bancário 	
RENDIMENTO SOCIOECONÔMICO	Nível de renda	<ul style="list-style-type: none"> • Renda/família 	
	Acumulação	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento no nº de bens 	
	Valores culturais	<ul style="list-style-type: none"> • Adoção ou manutenção de valores culturais 	

Fonte: Embrapa [1996?].

d) **Observação:** o documento final deste trabalho deve ter sido publicado no início de 1999.

4.5.6.2. **Protocolo de avaliação de risco do uso de agentes de controle biológico** (De Nardo et al., 1994; De Nardo et al., 1995)

a) **Nome do programa:** Protocolo de avaliação de risco do uso de agentes de controle biológico: uma proposta.

b) **Descrição do programa:** com o objetivo de criar um sistema de avaliação distinto do usado para agentes químicos de controle, o programa realiza três ou quatro grupos de testes seqüenciais usando organismos indicadores, avaliando: toxicologia (potencial de danos a humanos/animais) e ambiental (danos sobre organismos não-alvo).

4.5.6.3. **Levantamento de possíveis indicadores ambientais** (Embrapa-CNPMA, 1994)

a) **Nome do programa:** Levantamento de possíveis indicadores ambientais: utilidade e forma de medida.

4.5.6.4. **Supressividade de solos a fitopatógenos como indicador ambiental** (Ghini et al., 1997)

a) **Nome do programa:** Supressividade de solos a fitopatógenos como indicador ambiental.

b) **Descrição do programa:** desenvolvimento de um método de avaliação: método da hidrólise de FDA (Diacetato de Fluoresceína) que avalia a atividade celular nas amostras de solo. Pode ser, assim, usado como indicador da atividade microbiana no solo e supressividade a fitopatógenos

4.5.6.5. **Impacto ambiental de áreas irrigadas** (Silva et al., 1994)

a) **Nome do programa:** Impacto ambiental de áreas irrigadas: alguns indicadores de qualidade ambiental em função dos sistemas de produção em uso.

4.5.7. **Análise de influência da irrigação sobre a qualidade dos recursos hídricos em Guaíra/SP** (Luiz & Ferreira, 1997)

a) **Nome do programa:** Análise de influência da irrigação sobre a qualidade dos recursos hídricos em Guaíra, SP.

b) **Descrição do programa:** propõe-se a avaliar a alteração da quantidade dos recursos hídricos em relação à evolução da área ocupada por sistemas de produção agrícola irrigados pelos sistema de pivô central. Adota como indicador de qualidade de água o consumo mensal de floculante de alumínio durante um dado período (1975 a 1995).

4.6. **Outras iniciativas**

A seguir são relacionadas algumas instituições que também estão envolvidas com a elaboração de indicadores de sustentabilidade, mas das quais não se tem maiores informações quanto a seu trabalho:

- **USDA/ERS (Economic Research Service)** (McCann, 1995): Environmental Indicators and Resource Accounting Branch of the Economic Research Service, USDA.
- **World Hunger Program, Brown University** (McCann, 1995): The 2050 Project.
- **Auburn University, Dept. of Agricultural Economics** (McCann, 1995): Indexes of Sustainability (uso de um índice para estimar o fator de produtividade total e o fator social de produtividade total em *Alabama's Old Rotation*).

- **McGill University, Canadá** (McCann, 1995): Ecological Agriculture Projects (EAP).
- **University of Guelph - Agroecosystem Health Project** (McCann, 1995) (trabalha com três dimensões básicas: saúde da comunidade humana, econômica e biofísica) e Rural Extension Studies (McCann, 1995)
- **Cambridge University**: Determinants of Sustainability of a Colombian Hillside (Hansen et al., 1997) (uso de estímulo estocástico para construir modelos de simulação).
- **Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, The Hague** (Adriaanse, 1993): Environmental Policy Performance Indicators: a study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands.
- **Centro para la Investigación de Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV - Colombia)** (McCann, 1995).
- **Interantional Livestock Center for Africa, Etiópia** (McCann, 1995): Inforum Sustainability Indicators (usam como indicador o fator total de produtividade, que contabiliza os fluxos e estoques dos recursos naturais não monetarizados).
- **Univerity of Agriculture and Forestry, Vietnam** (McCann, 1995).

4.7. Quadro síntese

Com algumas informações resumidas, na tabela 25 encontram-se os principais programas de indicadores observados acima. A tabela 26 sistematiza as informações de acordo com a proposta de análise dos dados feita anteriormente.

5. DISCUSSÃO

5.1. Quanto aos objetivos

A princípio todos os programas estabelecem seus objetivos, de forma mais ou menos clara e formal. Muitos deles, porém, ainda são bastante abrangentes, caracterizando justamente o início do trabalho. Em decorrência da exigência da Agenda 21 internacional, a busca predominante são as políticas públicas, refletindo a maior mobilização por parte dos organismos governamentais,

Institutos de pesquisa (universidades e outras instituições) apresentam, geralmente, trabalhos direcionados ainda a entender o que realmente caracteriza a sustentabilidade, quais indicadores poderiam ser realmente relevantes, e quais os métodos que podem ser aplicados tanto para determinação quanto para a sua leitura.

5.2. Quanto aos usuários

Em decorrência dos objetivos, os usuários principais são agentes governamentais e pesquisadores. Mas nem sempre há uma definição clara dos mesmos, sendo estes deduzidos de acordo com o contexto no qual se insere o programa e o direcionamento do documento.

5.3. Quanto às escalas

Nos programas observados, a preocupação se concentra nas escalas maiores, que serão, justamente, atendidas pelas políticas públicas. Poucos são os trabalhos voltados para uma comunidade ou mesmo para a propriedade rural. Julga-se que isso caracterize também a etapa inicial na qual se encontra a preocupação com indicadores, estando a discussão ainda em um patamar mais amplo e teórico. Espera-se que com o avanço tanto da pesquisa quanto do entendimento sobre a sustentabilidade, os resultados mais práticos e aplicáveis comecem a aparecer.

5.4. Quanto à definição de sustentabilidade

Poucos são os documentos que definem ou expõem sua compreensão em relação à noção de sustentabilidade. Muitos provavelmente têm o conceito por subentendido, talvez por já o terem internalizado de tal forma que não o mencionam. Outros, talvez, tentando apenas adjetivar sua pesquisa, desconhecendo a complexidade da noção. Deve-se cuidar para não simplesmente adotar um adjetivo, continuando dentro de uma mesma lógica de pensamento e ação, determinando, em conseqüência, a perda de sentido do debate atual e não insinuando na proposição de mudança ante aos problemas já constatados.

O índice de diminuição de recursos desenvolvidos pelo WRI (Hammond et al., 1995), por exemplo, considera a sustentabilidade fraca (*weak sustainability*) para avaliar os indicadores. Mas, como comparar o valor de recursos naturais a recursos manufaturados? É a discussão que gera a noção de substituibilidade, pois muitos recursos naturais não podem ser completamente monetarizados, já que não se conhecem os diversos efeitos que a sua existência pode determinar.

5.5. Quanto à metodologia

Um primeiro ponto a considerar é que não se observa realmente a preocupação com o enfoque sistêmico nas propostas apresentadas, este entendido como uma abordagem global dos sistemas, com ênfase nas relações e interações que ocorrem entre os diversos componentes. As análises, mesmo relacionando indicadores que caracterizam diferentes dimensões, concentram-se geralmente nos elementos, não em suas interações. Talvez, por não existir tradição na pesquisa sistêmica propriamente dita, a abordagem das interações não é usual. A tendência é de usar indicadores que já são consagrados por seu uso, adaptando-os apenas a uma nova linguagem. O entendimento da complexidade parece muitas vezes estar fora do alcance, por justamente a atual realidade estar centrada na lógica racionalista-reducionista de pensar e compreender o mundo. Se hoje considerar a complexidade pode parecer difícil, a busca por se inserir dentro desta nova lógica pode levar, em um futuro mais ou menos próximo, a adoção imediata de metodologias que a considerem, sem grandes esforços, assim como acontece com todas as coisas em um processo de aprendizagem.

A interdisciplinaridade, como exigência do enfoque sistêmico, é caracterizada por uma reunião de indicadores de áreas distintas, e não à sua integração. Os trabalhos continuam sendo elaborados por especialistas, que apenas apresentam seus resultados para depois serem reunidos em um documento final.

A metodologia mais empregada foi a criada pela OECD (PSR) (DPIE, 1995; Hammond et al., 1995). É uma estrutura bem definida, clara quanto ao que se quer, determinando bem as perguntas. A divisão dentro destes três aspectos (Pressão-Estado-Resposta) permite determinar os pontos onde se deve ter maior preocupação. Sob essa estrutura estão os trabalhos mais completos a que se teve acesso, como é o caso do

documento do DPCSD (United Nations/DPCSD, [1996?]). Esta proposta, mesmo considerando que ainda não se constitui em resultados finais, pois os indicadores por eles propostos ainda devem estar sendo avaliados por diferentes países, traz diversas informações quanto aos indicadores propostos. Apesar de elencar 130 indicadores, que abrangem o desenvolvimento sustentável como um todo, não apenas ligado à realidade rural, observa-se, por vezes, o levantamento de realidades específicas, como é o caso das áreas montanhosas ou desérticas, e lacunas quanto a realidades mais comuns. O documento referido, por um lado propõe indicadores bastante gerais, por outro, entra em características mais específicas, como por exemplo a qualidade da água e do ar, com diversos índices. Como pode-se determinar o rendimento sustentável máximo para pesca? E o indicador de bem-estar da população (antropometria nutricional e prosperidade e pobreza), até que ponto mede realmente o bem-estar de uma população? Onde se encaixam os valores culturais? A riqueza material reflete necessariamente um maior bem-estar do ser humano, ou existem outros valores que são mais (ou menos) importantes? Os indicadores em si parecem interessantes, mas quando se analisa como são medidos, questiona-se se são medidas realmente relevantes.

A estrutura PSR (Hammond et al., 1995), assim como a proposta pelo IICA (Camino & Müller, 1993), é bastante consistente. Mas, ressalta-se, não se enquadra dentro do enfoque sistêmico. A interação da qual fala, na realidade, considera a lógica linear, avaliando o problema (efeito) em função de sua causa, e a partir dessa, a busca da solução. São, portanto, os elementos (causa e efeito), não sua interação.

Um exemplo disso é a busca pelo IPM (Benbrook & Groth III, 1996). A proposta destaca os riscos do uso de pesticidas, ressalta a importância de práticas preventivas e do controle integrado, as quais recebem uma maior pontuação na avaliação. Porém,

parte do princípio que existem alguns insetos ou plantas que são nocivos e que devem ser eliminados. Ao ver o todo, de forma sistêmica, são ressaltadas as interações que ocorrem, na procura do entendimento de como estas se estabelecem, e como podem ser usadas de forma a se tirar o melhor proveito delas, procurando construir um sistema integrado, que, pela harmonia que determina entre os elementos, consegue se manter com um mínimo de intervenção externa. Considera-se, no entanto, que dentro da atual conjuntura, onde parece tão automático o uso de insumos químicos, que a diminuição no uso deste já é uma grande vitória!

5.6. Quanto às características

Observando o trabalho do DPCSD (United Nations/DPCSD, [1996?]) considera-se, por exemplo, o indicador “precipitação mensal”. Será que este é realmente um bom indicador de sustentabilidade? O regime de chuvas de cada região é um aspecto importante a ser considerado, porém, sua intensidade é característica de cada região, em função de sua localização geográfica. Sua tendência a mudanças também é específica, determinada muitas vezes por aspectos intrínsecos às características locais. Por um lado, já foi evidenciado que o desmatamento afeta o regime de chuva, o que reforçaria sua determinação como indicador. Por outro, para se afirmar que o aumento ou a diminuição da precipitação em uma dada região é consequência da ação antrópica, direta ou indireta, e não apenas uma variação sazonal, é necessário uma análise de um grande período de tempo. Isso não faz dessa informação um bom indicador de sustentabilidade, por mais que a caracterize, pois não é um aspecto tão sensível às mudanças.

Aqui cabe levantar uma pergunta: pode-se fazer uma distinção entre indicador e indicativo? Por indicativo se entenderia uma constatação que informa uma

probabilidade de algo estar acontecendo. O indicador seria uma medida cuja interpretação se encontra mais consolidada, tendo aplicabilidade imediata, assim que é coletado. Dentro da consideração anterior, a diminuição da precipitação pode ser um indicativo de que esteja ocorrendo um manejo inadequado mas não é necessariamente um indicador, pois há a necessidade de muitos dados, de longos períodos, podendo uma diminuição pontual ser apenas uma variação dentro de um ciclo natural. Um indicativo poderia vir a se tornar um indicador, depois que pesquisas demonstrassem sua ligação direta em relação a um dado fenômeno ou a um conjunto destes. Mas enquanto isso não acontece, é apenas um sinal de atenção a ser considerado.

O Sustainability Index Proposal (Heinonen, 1994) levanta alguns indicadores como o conteúdo e rendimento protéico. O questionamento também segue a linha da aplicabilidade e da relevância quanto à efetividade da sustentabilidade. Por outro lado, em seu índice, levanta um aspecto que também foi apontado por Rohner (1994) (Pigvision): o aspecto etológico, ou o bem-estar dos animais domésticos. Por ser um aspecto que compõe a realidade agrária, o bem-estar dos animais é tão relevante para a sustentabilidade quanto a qualidade do solo ou da água. Por mais que se considere um determinado aspecto determinante para a sustentabilidade, como foi afirmado anteriormente, a sustentabilidade é definida por um conjunto de características, por diferentes dimensões. Se uma dessas características e/ou dimensões se demonstra insustentável, muito provavelmente o sistema, visto como um todo não será sustentável. Não se pode afirmar que um dado sistema agrícola é sustentável porque seu manejo de solo é adequado. Existe um conjunto de fatores que devem ser considerados, mesmo que alguns, dentro de um determinado conjunto de valores, tenham mais peso que outros.

Heinonen (1994) ainda fala em procurar espécies com potencial natural de crescimento, o que não exigiria a aplicação de insumos externos, ou a diminuição destes. Espécies de potencial natural são normalmente espécies que estão adaptadas a determinada região. E estas são potencialmente as espécies nativas. Não foi identificado nenhum trabalho que levantasse o número de espécies nativas cultivadas como um indicador de sustentabilidade. Talvez por já estar tão determinado que as espécies cultivadas são aquelas já consagradas e de alto retorno financeiro (pelo menos dentro da atual determinação do mercado). Espécies nativas, por um lado, fortalecem a importância do ambiente local, da caracterização da região. São espécies mais adaptadas que provavelmente serão mais eficientes em reagir a pressões externas, e exigirão menos cuidados especiais e menor aplicação de insumos; têm melhor relacionamento com outras espécies, sejam animais ou vegetais, assim como com a biota e a abiota do subsolo e da atmosfera, além de ser um importante aspecto cultural, por se trabalhar dentro da realidade local. Podendo ser fonte de uma renda maior, por ser produto característico de uma determinada região (teremos o surgimento de um selo “Mandioca D.O.C.”, quem sabe). Mas isso apenas seguido de uma grande campanha comercial de divulgação e valorização do produto, para que passe a ter um espaço efetivo no mercado. Considera-se, no entanto, que a valorização de produtos característicos é importante pelo sentimento de individualidade, por um lado, e, por outro, de pertença a um conjunto cultural específico. Isso contribui para o desenvolvimento do sentimento de dignidade de um indivíduo, o que, sem dúvida, é um aspecto fundamental para a sustentabilidade de uma sociedade.

Heinonen (1994) também levanta o aspecto da perda cultural que pode acontecer em função da adoção de determinadas técnicas de manejo. É importante considerar que

a adoção, ou não, de determinada técnica tem também razões culturais. A mudança de hábitos, em função de uma determinação externa ao sistema agrícola (como a exigência da sustentabilidade pelos órgãos oficiais, por exemplo, dentro de determinados parâmetros), pode determinar a perda de uma cultura. Temos exemplos característicos disso dentro da realidade brasileira e mundial, especialmente ao considerarmos os povos indígenas.

Já a lista que Carvalho (1993) propõe é bastante extensa. Por um lado, levanta a importância e especificidade das populações indígenas; por outro, propõe como indicadores “ciclos biológicos” e “ciclos minerais”, o “papel dos decompositores” e a “simbiose interna”. Estes não são facilmente medidos e de entendimento imediato. A especialização, por exemplo, dentro de órgãos governamentais é aspecto relevante para a sustentabilidade? O que significa essa especialização? Uma maior eficiência ou uma maior separação em setores? De que forma essa especialização influencia no desenvolvimento rural? Como pode ser avaliada? Que parâmetros serão considerados para sua avaliação?

O CNPMA (Siqueira, 1994; Embrapa-CNPMA [1996?]; Ferraz, 1996a; Ferraz, 1996b; Ferraz, 1996c) também produziu um grande elenco de indicadores. Considera-se que o trabalho final e conclusivo ainda deve ser publicado, porém algumas considerações podem ser feitas: levantam diversos pontos que talvez não sejam relevantes enquanto indicadores, por mais que importantes, para a sustentabilidade, como por exemplo o número de propriedades banhadas por curso de água. Quando do loteamento de terras, no período de expansão da fronteira agrícola, era característico que todas as áreas tivessem algum de seus limites junto ao curso de água, e o outro junto à estrada. A consequência disso foram propriedades em declives, que reforçaram a erosão,

o lixiviamento do solo e resíduos incorporados nos cursos d'água. Isso já é um ponto que se tenta contornar dentro do trabalho de microbacias (Paraná Rural) ao se redesenhar estradas e limites de propriedades. O acesso à água pode ser providenciado de várias formas, não sendo imprescindível que a propriedade tenha contato direto com o curso d'água. O “desenho” da propriedade pode influenciar consideravelmente a sustentabilidade final do sistema de produção, pela distribuição dos declives, estradas, lavouras e áreas de mata.

Questiona-se também se a análise química do solo é necessariamente um indicador de sustentabilidade: as características do solo podem ser determinadas através dessa análise, mas a) devemos considerar que existem diferentes categorias de solos que apresentam, naturalmente, características diferentes.; e b) o que vai determinar que um determinado balanço químico é o ideal? Normalmente o solo é corrigido para atender à demanda específica de um determinado cultivo, não se considerando o caminho inverso. Por outro lado, ao se conhecer a estrutura física e química original de um solo, pode-se monitorar a mudança que ocorre em função da retirada de nutrientes pelos cultivos através das análises, o que permitira informar se os cultivos adotados estão esgotando o potencial nutritivo do solo, ou se de alguma forma o sistema de cultivo adotado pode contribuir, repondo os nutrientes, permitindo que o solo continue apresentando suas características intrínsecas, físicas e químicas.

Outra característica que se observa é a falta de aplicabilidade prática de diversos conjuntos de indicadores propostos. Indicadores prontamente visíveis são importantes para que, se necessária uma correção, esta possa ser realizada de forma imediata. Dentro das condições naturais, um pequeno atraso pode ser determinante. Dumanski (1994) apresenta alguns indicadores de fácil visualização, usados e propostos por agricultores

que estão acostumados a observar “sinais naturais” em sua realidade. Apesar de não se ter tido acesso aos indicadores propriamente ditos, a proposta do SRISTI (McCann, 1995) também vai nesta direção. O agricultor necessita de algo de rápida identificação, por exemplo: se existe ou não retorno financeiro, se consegue colher ou não. O que pode, então, ser visto de imediato que permite a mudança de atitude por parte dos agricultores, em relação a um impacto negativo sobre a sustentabilidade? É importante, por isso, entender os padrões culturais de um dado indivíduo ou grupo social, de forma a entender sua lógica de tomada de decisões, seu valores, e dessa forma poder contribuir efetivamente para uma mudança que possa ser julgada necessária. E, principalmente, é fundamental a participação efetiva do agricultor desde o primeiro instante, ou seja, desde a observação e avaliação do sistema em questão. Não é apenas necessário um trabalho interdisciplinar, envolvendo especialistas de diversas áreas, como mencionado anteriormente, mas é também necessário considerar o entendimento do agricultor quanto a uma dada questão ou problema, pois em última instância é ele o agente principal das atividades em sua propriedade.

Considera-se ainda que existe uma diferença entre os indicadores desenvolvidos para uma aplicabilidade prática, levando a mudanças nas atitudes gerais e pontuais em relação a um dado sistema, e ainda aqueles indicadores que são úteis para o estudo e melhor entendimento do sistema e de todas suas características.

5.7. Demais observações

Observa-se em alguns trabalhos um elenco de características ou propriedades que descrevem um determinado sistema. Seriam estes realmente eficazes como indicadores? Medem mudanças? São sensíveis? O que aparenta, é que muitos apenas

colocam em prática uma série de fatores de qualidade que já estavam acostumados a medir e observar, utilizando-se de indicadores tradicionalmente empregados, dentro de metodologia tradicionalmente adotada. Salienta-se que indicadores não têm por objetivo uma descrição minuciosa do sistema. São sinais, aspectos determinantes que têm a capacidade de, justamente, indicar a dinâmica de certo sistema, que direção está tomando em função dos impactos que está sofrendo. Características, por mais importantes que sejam, não são, necessariamente, bons indicadores, principalmente considerando o objetivo que se quer alcançar. Ainda: um indicador deve ser, como definido, uma resposta sintomática às atividades exercidas pelo ser humano sobre o meio. Também por isso, nem toda característica, intrínseca ao sistema, é necessariamente um indicador.

Rohner (1994), com sua *Pigvision*, traz uma proposta nova e bastante interessante, pois propõe quebrar com a linearidade do pensamento, procurando através de associações muitas vezes consideradas sem sentido ou sem fundamento, chegar a respostas criativas. Ao se afirmar a necessidade de mudanças para se atingir a sustentabilidade, é necessário, sem dúvida, mudar algumas formas de pensar. O exercício por ele proposto pode nem sempre resultar em propostas efetivamente positivas. Mas o processo de construção de novas formas de olhar e interpretar uma dada realidade contribui em um processo que se denomina de mudanças.

Muitos dos programas avaliados (Benbrook & Mallinckodt, 1994; Heinonen, 1994; Sands & Podmore, 1994; Zhengfang, 1994; Hammond et al., 1995; McCann, 1995) propõem a constituição de índices compostos. Índices, no entanto, podem apresentar perigo: podem deixar os números sem sentido; mascarar pequenas mas importantes tendências, em medidas específicas; existem correlações e alguns

indicadores que podem ser mais facilmente medidos que outros; os pesos são diferentes (indicadores da base de recursos naturais e ambientais pesam o mesmo que a renda agrícola ou medida de trabalho?). Muitos fatores afetam a sustentabilidade. Além disso, na avaliação o uso de índices quebra o sistema em partes. Ele poderá ter algo a dizer sobre os aspectos parciais, mas não sobre todo o sistema. Além do que, dois resultados distintos não significam necessariamente que um deles é melhor que o outro em termos de sustentabilidade, pois existem outros fatores que afetam determinada característica, podendo inclusive minimizar uma característica negativa ou piorar um aspecto positivo (sinergismos). Considera-se ainda que ao se considerar a realidade sistêmica o todo é mais que a soma das partes, resultando o índice como algo incompleto e não adequado. É um dos desafios que se enfrenta: a partir das partes, que já se conhece, tentar entender o todo, suas interrelações e os resultados desta dinâmica.

Ao se analisar a sustentabilidade, todos os aspectos devem ser considerados. Não se pode concluir que um dado sistema é sustentável se todos os seus aspectos não foram avaliados. Por isso, julga-se que a proposta de avaliar a insustentabilidade (Jodha apud Eswaran et al., 1994) parece ser mais efetiva, trazendo respostas mais concretas. A proposta consiste em partir do todo para analisar as partes, isto é, se o todo não está saudável, onde está o problema? A constatação de que há algo errado é importante pois permite a mudança de políticas e ações, de uma forma mais eficaz do que tentar determinar que tudo está como se determina que deveria estar. A sustentabilidade não é uma situação constante, Considera-se que: a) por ser artificializado, um agroecossistema é um sistema instável, facilmente podendo sair da condição determinada como sustentável; e b) a determinação do que vem a ser ou não sustentável não será necessariamente a mesma no decorrer do tempo (dimensão temporal), com a mudança

das condições externas e dos valores que irão caracterizar as sociedades futuras. A análise da insustentabilidade é algo mais manipulável, não tendo como objetivo constatar sistemas perfeitos, mas sim visando detectar problemas. Além do que, considerando que a lógica analítica ainda é determinante, e não se tendo ainda a tradição de uma análise global realmente integrada, através desta proposta a análise torna-se mais acessível, pois, mesmo estando estreitamente relacionada com a sustentabilidade, considerar a insustentabilidade permite levantar problemas mais pontuais. E a partir do momento que não há um funcionamento satisfatório, pode-se avaliar e estudar o aspecto que se considera negativo (sem desconsiderar que está interligado com outros componentes do sistema).

De um modo geral, observa-se uma grande ênfase em indicadores ambientais. Alguns, como no caso do WRI (Hammond et al., 1995) e de Clain (1997), alegando que indicadores sociais e econômicos já existem e há uma grande lacuna quanto ao aspecto ambiental, propondo-se a contribuir na construção de uma base de dados com informações sobre o meio natural. E outros, provavelmente pelo entendimento de que a preocupação com a sustentabilidade é essencialmente ambiental, e que os impactos gerados são apenas sobre o meio natural, não considerando as conseqüências socioculturais que também acontecem.

Nota-se também a ausência da internalização da dimensão temporal, que foi vista como uma característica da idéia de sustentabilidade.

Existe a expectativa de indicadores específicos para determinados cultivos, ou específicos para a fitotecnia. Primeiramente, considera-se que os exemplos ainda são muito escassos, e muito trabalho ainda deve ser desenvolvido nas mais diferentes áreas. Em seguida, observa-se que um cultivo, considerando a planta em si, não existe por si

só, pois cada processo de cultivo envolve solo, água, flora e fauna, companheiros do cultivo, além dos característicos do entorno, e o ser humano. Portanto, não se pode falar de indicadores de sustentabilidade específicos para a fitotecnia, já que a sustentabilidade abrange toda a realidade. Exceto quando se está trabalhando com um sistema específico, que apresenta determinadas características para as quais então se irá procurar os indicadores mais adequados.

Outro aspecto a considerar é que poucos trabalhos levantam o significado de cada indicador, e de como, em sua interpretação, podem ser avaliados os resultados obtidos. Por um lado, considera-se que isso talvez seja devido ao não acesso a documentos eventualmente mais completos. Porém, poucos fizeram menção ao quesito avaliação e, tampouco, definiram seu entendimento acerca da sustentabilidade, conceito este que nortearia a interpretação dos indicadores. Outra probabilidade é que por estar em seu início, o trabalho com indicadores parece mais caracterizar uma vontade de entender o que está acontecendo, como estão se comportando os atuais sistemas, e que tudo é determinante nessa realidade. Em razão disso tem-se a preocupação com a caracterização geral e menos com o monitoramento. Talvez, em um segundo momento, acontecerá a determinação de alguns poucos aspectos que serão mais emblemáticos. O entendimento do que realmente vem a ser a sustentabilidade, e até que ponto as propostas teóricas podem ser alcançadas pela realidade virá, espera-se, em um segundo momento. O momento atual caracteriza-se pelo descobrimento dos reais indicativos no caminho da sustentabilidade, e que sustentabilidade é essa.

6. CONCLUSÕES

O enfoque sistêmico, como base para o entendimento, estudo e trabalho com a complexidade, assim como a interdisciplinaridade ainda não estão presentes de forma efetiva nos programas avaliados, salvo algumas poucas exceções. Há, sem dúvida, a preocupação em incorporar esses aspectos nos trabalhos, mas sua efetivação é precária. Tanto do ponto de vista da constatação prática quanto da epistemologia, um grande desafio se apresenta para a sociedade, e principalmente para aqueles envolvidos diretamente na determinação do saber. Existe a necessidade de incorporar nas bases de formação a proposta de um novo entendimento de ciência, para se desenvolver, paulatinamente, um novo olhar sobre o mundo, contemplando a complexidade. Além disso, é necessário uma disposição de pesquisadores e técnicos para o diálogo, respeitando as diferenças de lógicas e visões, desenvolvendo também o hábito do trabalho em conjunto, cooperativo, construindo efetivamente um todo, não apenas algo resultante da soma de partes.

O desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade ainda está em seu início. Ainda se busca entender a sustentabilidade e como caracterizá-la. As propostas de indicadores devem ainda ser testadas, corrigidas, adaptadas a novas realidades. Paralelamente há a necessidade de estudos da realidade em si, buscando entender as interações que ocorrem nos diferentes sistemas, com e sem a intervenção humana,

determinando também quais os aspectos são efetivamente relevantes para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, permitindo a construção de conjuntos eficazes de indicadores. Deve-se também encaminhar estudos sobre as possíveis interações entre os indicadores, permitindo eventualmente relacioná-las com interações que ocorrem propriamente no sistema. É necessário que os indicadores se relacionem entre si? Ou será que indicadores, individualmente, podem informar diferentes realidades? Qual o significado e importância dessa interação? Como indicadores de dimensões distintas (econômica, social e ambiental) se relacionam? Não será relevante indicadores das interações que ocorrem no sistema, mais do que a interação entre os indicadores? Existem muitas perguntas, que refletem também a dificuldade na busca do entendimento da complexidade.

O desenvolvimento de indicadores com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de um sistema, monitorando-o, poderá permitir que se avance de forma efetiva em direção a mudanças consistentes na tentativa de solucionar os inúmeros problemas ambientais e sociais levantados. Considera-se, porém, que isso apenas será possível se a preocupação com o planeta, em toda sua complexidade, for efetiva, e não se limite apenas a uma mudança de linguagem. O desafio colocado é o de evidenciar e internalizar a diversidade da realidade e de pensamento e procurar, nessa diversidade, soluções e propostas que de forma efetiva contribuam para a valorização da Vida.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um curso de mestrado é um processo de aprendizado. Isso ficou bastante evidenciado durante esses últimos dois anos no desenvolvimento deste trabalho. Os primeiros contatos com o tema “sustentabilidade” levam a uma certa euforia, pois se tem a impressão de que finalmente o ser humano está tomando medidas para resolver os graves problemas que ele mesmo constituiu, tanto em relação ao ambiente natural como principalmente quanto à qualidade de vida da humanidade como um todo. Em um segundo momento, tem-se a evidência da complexidade do tema, das múltiplas interpretações que se afinam mais ou menos com as idéias próprias. Isso leva à vontade de cada vez mais entender o assunto, do que realmente trata, o que tudo é dito. Por esse motivo, talvez se tenha gasto muito tempo levantando informações sobre este tópico. E como o assunto ainda não está definido, sempre surgindo novas interpretações, a sensação de que não se pode colocar um ponto final, mesmo que temporário, é forte. Isso talvez aconteça em um terceiro momento, quando as leituras por um lado começam a se repetir e, por outro, se constata que muitos textos não são realmente profundos, simplesmente se adequando à uma moda. A superficialidade, a multiplicidade de visões que levam a intermináveis discussões, dando a impressão de que o assunto não sai do âmbito teórico, por vezes levam a um desânimo, quase desacreditando em uma mudança efetiva na busca por soluções aos tantos problemas. Mas o quarto momento não tarda a

se fazer presente, talvez ainda um pouco inseguro, mas na procura por definir, no emaranhado de palavras, aquelas que realmente são consistentes, e sobre as quais é possível se sustentar para mergulhar na realidade, procurando contribuir, de alguma forma, para um encaminhamento positivo em todos os seus aspectos.

Um outro aspecto, é que as bases teóricas sobre o tema não estavam/estão estabelecidas, não apenas por ser um tema recente, mas por trazer consigo toda uma linha de raciocínio lógico novo. E dessa forma, ainda mais novo para mim, determinando que cada re-leitura de um texto levasse à observação de novos aspectos, que antes passavam despercebidos. É o processo de aprendizagem em ação. Dessa forma, só foi possível “ver” e entender muita coisa depois de algum tempo. Chegando ao final do trabalho, parece que se tem, finalmente, o conhecimento necessário para iniciá-lo. Entendo que seja essa a função desse aprendizado, permitindo que se estabeleçam bases um pouco mais sólidas que as iniciais para continuar o trabalho.

A partir deste trabalho pode-se pensar em alguns outros, considerando alguns conceitos e/ou programas. Uma proposta, por exemplo, seria a de considerar um determinado sistema dentro da realidade local, tentando aplicar um programa que se julgue interessante. Pode-se testar os indicadores, observando sua aplicabilidade e relevância quanto às preocupações locais, considerando sempre a necessidade da participação dos diferentes atores envolvidos. Ressalta-se, porém, que uma pesquisa nesse sentido deve necessariamente ser pensada dentro de uma linha - se não dentro de um programa de pesquisa - envolvendo diferentes pesquisadores, especialistas nas diferentes dimensões que compõem o sistema sob análise. A importância fundamental dessa interdisciplinaridade deve-se à impossibilidade de um só indivíduo contemplar

todos os aspectos do sistema. Além disso, o processo de interpretação seria limitado se considerasse apenas a visão e o entendimento de um só profissional.

Um outro aspecto que se mostra importante a ser aprofundado é o estudo das interrelações que existem entre os elementos de um sistema e entre as diferentes dimensões que o compõe. A pesquisa analítica que predominou até hoje já estudou a fundo os elementos particularmente. Para que se possa efetivar um enfoque sistêmico, deve-se, agora, iniciar o entendimento das interrelações entre os elementos.

A discussão da complexidade traz consigo não apenas os problemas objetivos de diferentes dimensões da interação ser humano-meio natural, mas enfatiza aspectos subjetivos determinados por conjuntos de valores e interesses, além dos aspectos culturais, que são fundamentais na definição das interações que ocorrem entre os elementos de um sistema. Mas há pouca tradição no incorporar aspectos subjetivos à pesquisa, levando à necessidade do desenvolvimento de uma maior sensibilidade em relação a esse aspecto, e conseqüente busca por indicadores subjetivos. Considera-se, porém, que estes terão mais ainda a necessidade de clara definição do processo de interpretação e da linha teórica que o norteia, pois, justamente por serem subjetivos, terão valores bastante relativos de acordo com o conjunto de valores que os determina.

Uma linha interessante de pesquisa envolve a noção de insustentabilidade. Talvez possa haver controvérsias quanto ao seu uso na procura por alcançar a sustentabilidade, mas justamente por gerar discussão é uma noção que deve ser considerada, podendo eventualmente contribuir, inclusive, para o entendimento da própria sustentabilidade.

Alguns conceitos surgiram em um estágio avançado do presente estudo, portanto, não puderam ser devidamente aprofundados. Mas considera-se que os mesmos

possam trazer contribuições, tanto na discussão da sustentabilidade como no desenvolvimento de indicadores. Um desses conceitos envolve a noção de clímax e disclimax. Se considerados para o meio ambiente considerado como um todo, ser humano incluso, podem apresentar um paralelo interessante com a idéia de sustentabilidade. Determinar esse paralelo pode permitir avançar no entendimento da sustentabilidade, do que a ameaça, e de como alcançá-la. O outro conceito é a idéia de caos. Esta noção engloba a complexidade, e já tem algumas ferramentas, com os gráficos espaço-fase, que podem auxiliar na sistematização das informações obtidas a partir de indicadores. Aprofundar-se nesta área e incorporá-la aos aspectos agrícolas é um desafio, pois envolve conhecimentos que vão além dos tradicionais abordados dentro das ciências agrárias. Se se considera a contribuição que possa eventualmente trazer, talvez seja um caminho promissor. A pesquisa deve enveredar por caminhos novos, e não apenas confirmar e aprofundar conhecimentos já consagrados. Só assim descobertas acontecem e soluções são encontradas.

Observação pós-defesa:

A avaliação de uma banca de exame de dissertação, composta por professores doutores altamente qualificados, parece não ter mais valor. Sua autoridade foi contestada. Para que pudesse ser homologada em um segundo encaminhamento à Comissão Coordenadora deste programa, os membros desta exigiram algumas mudança de forma nesta dissertação (já apreciada e avaliada devidamente pela banca, tendo sido aprovada com distinção), para se adequar às normas de redação estabelecidas ainda no programa de pós-graduação em agronomia, do qual este programa se originou. As mudanças foram realizadas, mesmo não se concordando com elas, para ir de encontro às exigências (deu-se o nome de “revisão bibliográfica”, mesmo não correspondendo a

uma, ao capítulo que se tinha denominado “antecedentes”, e “material e métodos” substituiu “procedimentos metodológicos”, mesmo que o estudo desenvolvido durante este curso não tenha sido o tradicional experimento a campo ou laboratório). Uma mudança não se fez: retirar as referências bibliográficas consultadas porém não citadas no corpo do texto. Isso prejudicaria principalmente a quem consultasse este trabalho, que se veria privado de fontes de referência sobre esse assunto, ainda muito recente para se encontrar nas tradicionais formas de publicação. Lamenta-se que ainda há esse tipo de apreciação, que julga a forma mais importante do que o conteúdo, principalmente porque julgam sem ter lido o trabalho, e ainda dentro de uma visão que se limita às quatro paredes desta casa, sem considerar que o mundo gira do lado de fora, e que muito acontece, inclusive dentro da interpretação do que é ciência. Observando-se ainda que novos problemas surgem a cada dia, assim como novos conceitos (como no caso deste trabalho), e há a necessidade de adequar a forma ao conteúdo e não o contrário. As mudanças foram feitas, mas fica o protesto.

8. BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA

- ACSELRAD, H. Desenvolvimento sustentável: a luta por um conceito. **Proposta**, Rio de Janeiro, n.56, p.5-8, 1993.
- ADRIAANSE, A. **Environmental Policy Performance Indicators: a study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands**. The Hague: Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, 1993. 175p. Resumo na base de dados do CNPMA, Jaguariúna.
- ALEXANDRATOS, N. **World Agriculture: towards 2010 - an FAO study**. Rome: FAO, 1995. 488p.
- ALLARD, B.; HOLM, B.; LIDSKOG, R. et al. **Man-Technology-Environment**. University of Örebro, Sweden, 1997. 10p. Trabalho apresentado na Conferência “Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences”, Roskilde (Den), nov. 1997.
- ALLEN, P. Connecting the Social and the Ecological in Sustainable Agriculture. In: ALLEN, P. (Ed.). **Food for the Future: conditions and contradictions of sustainability**. New York: Wiley, 1993. p. 1-16.
- ALLEN, P.; VAN DUSEN, D.; LUNDY, J. et al. **Expanding the Definition of Sustainable Agriculture**. Santa Cruz: Agroecological Program - University of California, 1991. 8p.
- ALMEIDA, J. **Tecnologia “moderna” versus tecnologia “alternativa”**: a luta pelo monopólio de competência tecnológica na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 1989a. 274f. Dissertação (Mestrado em Sociologia Rural) - Programa de Pós-Graduação em Sociologia Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- ALMEIDA, J. **Considerações sobre o desenvolvimento rural**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989b. 9p. (Parte revisada de ALMEIDA, J.: Projetos alternativos e de diversificação agrícola no sul do Brasil: em direção ao fim de um modelo de desenvolvimento? Paris, mémoire de DEA. Set, 1989).
- ALMEIDA, J. **Agriculteurs de la deuxième chance**: un regard sur les (re)actions contestataires et la mouvance alternative dans l’agriculture du Brésil Meridional.

Paris: Université de Paris X-Nanterre, 1993. 543f. Tese (Doutorado) - Université de Paris X-Nanterre, Paris, 1993.

ALMEIDA, J. **Significados sociais da agroecologia e do desenvolvimento sustentável no espaço agrícola e rural do sul do Brasil**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia; PPG-Sociologia/IFCH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 30p. Relatório de Pesquisa.

ALMEIDA, J. A problemática do desenvolvimento sustentável. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.2, p.9-16, 1996.

ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade - UFRGS, 1997. p.33-55.

ALMEIDA, J. Significados sociais, desafios e potencialidades da agroecologia. In: FERREIRA, A.D.D.; BRANDENBURG, A. **Para pensar outra agricultura**. Curitiba: UFPR, 1998. p.239-247.

ALTIERI, M.A. **Agroecology: the science of sustainable agriculture**. 2.ed. Boulder: Westview, 1995. 433p.

ALTIERI, M.A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade - UFRGS, 1998. 110p. (Síntese Universitária, 54).

AUBERT, C. Agricultura orgânica. In: ENCONTRO DE AGRICULTURA ALTERNATIVA, 2., 1984, Petrópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: FAEAB/AEARD, 1995. p.21-45.

AULETE, F.J.C. (Coord.). **Dicionário contemporâneo da língua portuguesa**. 2.ed. Lisboa: A. Pereira, 1925. 2.v.

AUSTRALIAN DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND ENERGY (DPIE). **A Survey of Work on Sustainability Indicators**. DPIE, 1995. Disponível on-line em http://www.dpie.gov.au/dpie/cpd/survey_a.html

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968. 151p.

BECKER, D.F. Sustentabilidade: um novo (velho) paradigma de desenvolvimento regional. In: BECKER, D.F. (Org). **Desenvolvimento sustentável: necessidade e/ou possibilidade?** Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997. p.27-94.

BENBROOK, C.; MALLINCKODT, F. **Indicators of Sustainability in the Food and Fiber Sector**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/food_fiber.txt

- BENBROOK, C.M.; GROTH III, E. **Indicators of the Sustainability and Impacts of Pest Managements Systems.** 1996. Disponível on-line em <http://www.pmac.net/aaas.htm>
- BENTON, T. Biology and Social Theory in the Environmental Debate. In: REDCLIFT, M.; BENTON, T. **Social Theory and the Global Environment.** London: Rioutledge, 1994.p.28-50.
- BERTALANFFY, L. **Teoria general de los sistemas.** Carretera Piacho Ajusco: Fondo de Cultura Económica, 1983. 311p.
- BLANCO, H.G. Manejo de plantas daninhas: uma abordagem ecológica. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1993, Campinas. **Anais...** Campinas: Cargil, 1993. p.67-76.
- BONETI, L.W. **O silêncio das águas:** políticas públicas, meio ambiente e exclusão social. Ijuí: Unijuí, 1998. 244p.
- BOULANGER, P.M. Approche systémique. In: DE ROOSE, F.; VAN PARIJS, P. **La pensée ecologiste.** Bruxelles: De Boek-Wesmael AS, 1991. p.25-26.
- BOUNI, C. **Indicateurs de développement durable:** l'enjeu d'organiser une information hétérogène pour préparer une décision multicritère. Paris: AScA, 1996. 14p. Trabalho apresentado em: Colloque International. 9-11/set 1996. Abbay de Fontevraud - Indicateurs de développement durable.
- BRANCO, S.M. **Ecosistêmica:** uma abordagem dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 141p.
- BRAILOVSKY, A.E.; FOGUELMAN, D. **Memoria Verde:** história ecológica de la Argentina. 7.ed. Buenos Aires: Sudamericana, 1997. 380p.
- BRISTOTTI, A.; PRETZ, R. Strategies for the Inventory of Natural Resources Aiming the Sustainable Development in a County Basis. In: INTERNATIONAL CONGRESS: ENERGY, ENVIRONMENT AND TECHNOLOGICAL INOVATION, 3., 1995, Caracas. **Proceedings...** Caracas: Univ. Central de Venezuela, 1995. v.3. p.219-224.
- BRIZARD, C. Le casse-tête du méthane. **Le Nouvel Obsevateur**, Paris, n.1725, p.12-14, 1997.
- BROWN Jr., K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores ambientais.** Sorocaba: ESALQ/PUC, 1987. p.143-145.
- BRÜSEKE, F.J.. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza:** estudos para uma sociedade sustentável. 2.ed..São Paulo: Cortez, 1998. p.29-40.

- BUCHECKER, M. **Sustainable Landscape Development in Rural Communities - A Interdisciplinary Approach**. Suíça: Department of Landscape Evolution Research - Federal Institute of Snow, Forest and Landscape Research (CH), 1997. 8p. Trabalho apresentado na Conferência "Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences", Roskilde (Den), nov. 1997.
- BUTTEL, F.H. Agriculture, Environment and Social Change: some emergent issues. In: BUTTEL, F.H.; NEWBY, H. (Eds.). **The Rural Sociology at the Advanced Societies**. Allanheld: Osmun, 1980. p. 453-488.
- BUTTEL, F.H.. The Sociology of Agricultural Sustainability: some observations on the future of sustainable agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, n.46, p.175-186, 1993.
- BUTTEL, F.H. Some Observations on Agro-food Change and the Future on Agricultural Sustainability Movements. In: GOODMAN, D.; WAHS, M. (Eds). **Globalising Food: Agrarian Questions and Global Restructuring**. London: Routledge, 1997. p. 344-365.
- CALATRAVA, J.; CAÑERO, R. Sustainability as a Goal for the Applications of Farming Systems Research and Extension to High External Inputs Systems: case of plastic cover horticulture in Spain. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÉME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.574-575. CD-ROM.
- CAMINO, R.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José: IICA, 1993. 134p. (Série Documentos de Programas IICA, 38).
- CAMPANELLA, L. Biosensors and Bioindicators. In: INTERNATIONAL CONGRESS: ENERGY, ENVIRONMENT AND TECHNOLOGICAL INOVATION, 3., 1995, Caracas. **Proceedings...** Caracas: Univ. Central de Venezuela, 1995. v.3, p.225-231.
- CAPORALI, F. Approccio ecosistemico e agricoltura sostenibile: indagini in Italia Centrale. In: DEL GIUDICI, R. (Coord). **Valutare la sostenibilità**: alcune esperienze a confronto. Torino: L'Harmattan, 1998. p. 17 - 21.
- CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 1992. 447p.
- CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 1998. 256p.
- CARSON, R. **Silent Spring**. Greenwich: Fawcett, 1962. 304p.

- CARVALHO, H.M. **Padrões de sustentabilidade:** uma medida para o desenvolvimento sustentável. Curitiba, 1993. 26f. Versão modificada de CARVALHO, H.M. Desenvolvimento sustentável e padrões de sustentabilidade: contextualização para o Estado do Mato Grosso. Cuiabá: PRODEAGRO/PNUD BRA/91/015, 1993. Cap. 2: Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.
- CARVALHO, I.C.M. Os mitos do desenvolvimento sustentável. **PG**, Rio de Janeiro, n.75, p. 17-21, 1991.
- CASTANHO FILHO, E.P.; CHABARIBERY, D. Perfil energético da agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, 30 (1/2), p. 63-115, 1983.
- CASTELLANET, C. Is Farming Systems Research and Development (FSRD) a Science? In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÉME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. Cirad. p.148-154. CD-ROM.
- CAVALCANTI, H.B. Hacen falta profundos cambios. **Nuestro Planeta**, Nairobi, v.7, n.6, p.4-5, 1996.
- CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza:** estudos para uma sociedade sustentável. 2.ed. 5p. São Paulo: Cortez, 1998. 429p.
- CHUMA, E. Contribution of Different Evaluation Methods to the Understanding of Farmer's Decisions on Adoption and Adaptions of Innovations. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÉME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.161-166. CD-ROM.
- CLAIN, N. **Les indicateurs de développement durable en agriculture, aspects écologiques et environnementaux.** Paris: Université de Paris 7, 1997. 101p. Relatório de Estágio.
- CLAYTON, A.M.H.; RADCLIFFE, N.J. **Sustainability:** a systems approach. London: Earthscan, 1996. 258p.
- COLBY, M. Environmental Management Development. **World Bank Discussion Papers**, [Washington], v. 80, p. 1-35, 1996.
- COMISSÃO EUROPÉIA. **A União Européia e o ambiente.** Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais da Comunidade Européia, 1998. 36p.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum.** Rio de Janeiro: Fund. Getúlio Vargas, 1988. 430p.
- COMISSARIAT GENERAL DU PLAN CRÉDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de vie). **Étude exploratoire pour l'élaboration**

d'indicateurs regionaux sur la qualité de la vie et l'environnement. Paris: Crédoc: [1992?]. 8p.

CONSÓRCIO MUSEU EMÍLIO GOELDI. **Área temática:** Agricultura Sustentável. São Paulo, 1999. Projeto do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazonia Legal/PNUD. Documento preliminar - segunda versão.

CONWAY, G.R. **Análise participativa para o desenvolvimento agrícola sustentável.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 34p. (Agricultores na Pesquisa, 1).

COSTA, M.B.B. Princípios de agricultura alternativa. In: AGRICULTURA ALTERNATIVA - SEMINÁRIOS DE PESQUISA, 1984, Londrina. **Anais...** Londrina: [s.n.], 1984. p. 1-16.

COSTA, M.B.B. Princípios da agricultura alternativa. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1993, Campinas. **Anais...** Campinas: Cargil, 1993. p.1-16.

CRISSMANN, C. **Considerations for Selection and Priorization of Sustainability Indicators.** 1992. Disponível on-line em <http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/consideration.txt>

DALY, H. Sustainable Growth? No Thank You. **Resurgence**, Hartland (UK), n. 153, p. 8-10, 1992.

DEAN, W. **A ferro e a fogo.** São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.

DE NARDO, E.A.B.; CAPALBO, D.M.F.; FERREIRA, S. et al. Protocolo de avaliação de risco do uso de agentes de controle biológico: uma proposta. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Gramado, 1994. **Anais...** Pelotas: Embrapa-CPACT, 1994. 91p. Resumo na base de dados CNPMA, Jaguariúna.

DE NARDO, E.A.B.; CAPALBO, D.M.F.; OLIVEIRA, M.C.B. et al. (Eds.). **Análise de risco e avaliação do impacto ambiental decorrente do uso de agentes de controle biológico:** Memória do workshop. Jaguariúna: CNPMA/Embrapa, 1995. 127p.

DE ROOSE, F.; VAN PARIJS, P. **La pensée ecologiste.** Bruxelles: De Boek-Wesmael AS, 1991. 203p.

DICIONÁRIO Latin-portuguez: etimológico, prosódico e orthográphico. 7.ed. Rio de Janeiro: F.Alves, [18--]. 1128p.

DIXON, J.M.; UPTON, M. (Eds.). **Métodos de analisis a nivel micro para programas y políticas agrarias.** Roma: FAO, 1996. 226p.

DOLL Jr, W.E.. **Currículo:** uma perspectiva pós-moderna. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 224p.

- DOOPLER, W. The Role of Quantitative Methods in Integrating Farm, Village, and Regional Systems Approaches. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais...** Montpellier: Cirad, 1994. p.63-70. CD-ROM.
- DOVER, M.J.; TALBOT, L.M. **Paradigmas e princípios ecológicos para a agricultura**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. 44p.
- DUESTERHAUS, P.. The SWCS View: sustainability's promise. **Journal of Soil and Water Conservation**, Akeny, v. 45, n.1, p.4, 1990.
- DUMANSKI, J. **A Framework for Evaluation of Sustainable Land Management (FESLM)**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/sus_land_manage.txt
- DURAND, D. **La systémique**. 7.ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1996. 126p.
- ECOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA (ESA). **The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management**. 1996. Disponível on-line em <http://www.sdsc.edu/projects/ESA/execsum.htm>
- ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. **Policies and Systems of Environment Impact Assessment**. New York: United Nations, 1991. 48p. (Environmental Series, n.4).
- EDWARDS, C.H.; LAL, R.; MADDEN, P. et al. (Eds.). **Sustainable Agricultural Systems**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1990. 696p.
- EHLERS, E.M.. **O que se entende por agricultura sustentável?** São Paulo: USP, 1994. 161f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- EHLERS, E.M. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178p.
- EMBRAPA-CNPMA. **Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas**. Jaguariuna: Embrapa/CNPMA, [1996?] 6f. Resumo do projeto 11/0/94/228: Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas.
- EMBRAPA-CNPMA. **Levantamento de possíveis indicadores ambientais: utilidade e forma de medida**. Jaguariúna: CNPMA, 1994. 5p. Resumo na base de dados CNPMA, Jaguariúna.

- ESWARAN, H. PUSHPARAJAH, E.; OFORI, C. **Indicators and their Utilization in a Framework for Evaluation of Sustainable Land Management**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/indicat_utilization.txt
- FAO. **A New Approach to Energy Planning for Sustainable Rural Development**. Rome: FAO, 1990. 43p. (FAO Environment and Energy Paper, n.12).
- FAO. **Planning for Sustainable Use of Land Resources: towards a new approach**. Rome: FAO, 1995. 60p. (FAO Land and Wetlands Bulletin, n.2).
- FAO/ITTO EXPERT CONSULTATION. **Harmonization of Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management**. Rome: FAO, 1995. Report.
- FERNANDEZ, X.S. **A sustentabilidade nos modelos de desenvolvimento rural: umha análise aplicada de agroecossistemas**. Lagoas-Marcosende: Univ. de Vigo, 1995. 265f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de Vigo, Dep. de Economia Aplicada, Lagoas-Marcosende, 1995.
- FERRARI, S. A Global Approach of the Energy-Environment-Technical Progress Relation: how to build a sustainable development of the planet? In: INTERNATIONAL CONGRESS: ENERGY, ENVIRONMENT AND TECHNICAL INNOVATIONS, 3., 1995, Caracas. **Proceedings...** Caracas: Univ. Central de Venezuela, 1995. v.3, p.257-262.
- FERRAZ, J.M.G. (Coord.). **Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 1996a. 16p. Relatório de andamento do projeto 11.0.94.228: Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas.
- FERRAZ, J.M.G. (Coord.). **Validação e desenvolvimento de metodologia para definição, monitoramento e avaliação de indicadores de sustentabilidade do sistema agroflorestal cacau-Mata Atlântica**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 1996b. 10p. Relatório de andamento do subprojeto 11.0.94.228.04: Validação e desenvolvimento de metodologia para definição, monitoramento e avaliação de indicadores de sustentabilidade do sistema agroflorestal cacau-Mata Atlântica.
- FERRAZ, J.M.G. (Coord.). **Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 1996c. 26p. Projeto 11.0.94.228: Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas.
- FERREIRA, A.B.H.(Coord.). **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838p.

- FIREBAUGH, F.M.. Sustainable Agricultural Systems: a concluding view. In: EDWARDS, C.H.; LAL, R.; MADDEN, P. et al. (Eds.). **Sustainable Agricultural Systems**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1990. p.674-676.
- FLORES, M.X.; NASCIMENTO, J.C. Novos desafios para pesquisa para o desenvolvimento sustentável. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, n.1, p.10-17, 1994.
- FLORES, M.X.; QUIRINO, T.R.; NASCIMENTO, J.G. et al. **Pesquisa para agricultura sustentável**: perspectivas de política e organização na Embrapa. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 28p.
- FRAGATA, A. De l'unité de production au système agraire. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais...** Montpellier: Cirad, 1994. p.a207-a214. CD-ROM.
- FREYENBERG, S.; JANKE, R.; NORMAN, D. Indicators of Sustainability in Whole-Farm Planning: literature review. **Kansas Sustainable Agriculture Series**, Paper #2, [1997?]. Disponível on-line em [http://www.oznet.ksu.edu/sustainableag/publications/ksas2.htm#PLANNING: LITERATURE REVIEW](http://www.oznet.ksu.edu/sustainableag/publications/ksas2.htm#PLANNING:LITERATURE%20REVIEW)
- FUENTES LLANILO, R.F.; MACHADO, M.L.S.; FERNANDES, F.F. **Desenvolvimento rural e sustentabilidade**: um estudo de caso na microbacia hidrográfica Água Grande e Córrego do Pensamento, Mamboré, Paraná, Brasil. Paraná: IAPAR, 1993. 40p. Documento apresentado no Taller Regional sobre Sostenibilidad - Area Sur, agosto 1993, Londrina.
- FUKUOKA, M. **Agricultura Natural**. São Paulo: Nobel, 1995. 300p.
- GALÁN, B.B. **Participación campesina para una agricultura sostenible en países de America Latina**. Roma: FAO, 1994. 48p. (Participación Popular n.7).
- GARDNER, J.C.; ANDERSON, V.L.; SCHATZ, B.G. et al. Overview of Current Sustainable Agriculture Research. In: BOARD ON AGRICULTURE NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Sustainable Agriculture Research and Education in the Field**: a proceedings. Washington: National Academy Press, 1991. p. 77-91.
- GASTELLU, J.M.; GERMAIN, N.; HERVÉ, D.; MALPARTIDA, E. Interdisciplinarité et quiproquos: témoignage à plusieurs voix. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.76-79. CD-ROM.
- GHINI, R.; MENDES, M.D.L.; BETTIOL, W. Utilização do método de hidrólise diacetato de fluoresceína (FDA) como indicador de atividade microbiana no solo e supressividade de fitopatógenos. **Summa Phitopatológica**, Campinas, v. 23, n.1, p.51, 1997.

- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas. 1991. 159p.
- GLEICK, J. **Caos: a criação de uma nova ciência**. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 310p.
- GLEISER, M. **A dança do universo: dos mitos da criação ao big-bang**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 434p.
- GLIESSMAN, S.R. Agroecology in the Tropics: achieving a balance between land use and preservation. **Environmental Management**, New York, v.16, n.6, p. 681-689, 1992.
- GLIESSMAN, S.R.. Sustainable Agriculture: an agroecological perspective. **Advances in Plantpathology**, Academic Press, v.11, p.45-57, 1995.
- GOLDMANN, A. Pests and Diseases Hazard and Sustainability in African Agriculture. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.32, n.2, p.199-211, 1996.
- GOODLAND, R.; LEDEC, G. Neoclassical Economics and Principles of Sustainable Development. In: ARMSTRONG, S.; BOTZLER, R. **Environmental Ethics, Divergence and Convergence**. New York: McGraw Hills, 1993. p.244-254.
- GUPTA, A.K. **Social and Ethical Dimensions of Ecological Economics**. [1995?] Disponível on-line em <http://csf.colorado.edu/sristi/papers/ecoethic.html>
- GUPTA, A.K. **Assessing Biological Diversity and Associative Knowledge System: can ethics influence equity?** [1996?] Disponível on-line em <http://csf.colorado.edu/sristi/papers/equity.html>
- GUPTA, A.K. (amilg@iimahd.iimahd.ernet.in) **Indicator Program**. 22 out. 1998. Email para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- HABBERMEIER, K. Desenvolvimento agroecológico: do PTA ao Sabiá. **Dois Dedos de Prosa**, Recife, n.10, p.3, 1993.
- HAMMOND, A.; ADRIAANSE, A.; RODENBURG, E. et al. **Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington: WRI, 1995. 53p.
- HANCE, T. Agriculture biologique. In: DE ROOSE, F.; VAN PARIJS, P. **La pesnée ecologiste**. Bruxelles: De Boek-Wesmael AS, 1991. p.21-22.
- HANSEN, J.W. Is Agricultural Sustainability a Useful Concept? **Agricultural Systems**, Londres, n.50, p. 117-143, 1996.
- HANSEN, J.W.; KNAPP, E.B.; JONES, J.W. Determinants of Sustainability of a Colombian Hillside Farm. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.33, n.4, p.425-448, 1997.

- HART, R. **Summary, Conclusions and Lesson Learned from the SANRM/INFORUM Eletronic Conference on Indicators of Sustainability.** 1994. Disponível on-line em <http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collectio/indicator/summary02.txt>
- HARWOOD, R.R. A History of Sustainable Agriculture. In: EDWARDS, C.H.; LAL, R.; MADDEN, P. et al. (Eds). **Sustainable Agricultural Systems.** Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1990. p. 3-19.
- HATCHUEL, G. POQUET, G. **Indicateurs sur la qualité de vie urbaine et sur l'environnement.** Paris: Credoc, 1992. 58p.(Document intermédiaire).
- HECHT, S.B. The Evolution of Agroecologica Thought. In: ALTIERI, M.A. **Agroecology: the science of suistainable agriculture.** 2.ed. Boulder: Westview, 1995. p. 1-20.
- HEENEY, D. **Sostenibilità ed indicatori de sostenibilità: note per le osservazioni al Transportation Collaborative Ploicy Group.** 1995. Disponível on-line em <http://www.fis.unipr.it/cigno/indeco.html>
- HEINONEN, E. **Sustainability Index Proposal.** 1994. Disponível on-line em <http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/indexproposal05.txt>
- HENDRIX, P.F.; GROSSLEY, D.A.; BLAIR, J.M. et al. Soil Biota as Components of Sustainable Agroecosystems. In: EDWARDS, C.H.; LAL, R.; MADDEN, P. et al. (Eds). **Sustainable Agricultural Systems.** Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1990. p.637-654.
- HERZOG, F.; GOTSCH, N. Assessing the Sustainability of Smallholder Tree Crop Production in the Tropics: a methodological outline. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.11, n. 4. 1998. p. 13-37. Abstracts. Disponível on-line em <http://bubl.ac.uk/journals/agr/jsusagr/v11n0498.htm>
- HOLLAENDER, K. **Integrating Natural and Social Scientists: the Practice of Interdisciplinary Environmental Research.** Colônia (D): University of Cologne, 1997. 10p. Trabalho apresentado na Conferência "Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences", Roskilde (Den), nov. 1997.
- HOLLOWAY, J.D.; STORK, N.E. The Dimensions of Biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. In: HAWKSWORTH, DL (ed.). **Biodiversity of Microrganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture.** Wallingford: CAB, 1990. p. 37-61. Proceedings of the First Workshop on the Ecological Foundation of Sustainable Agriculture, London, 1990. Resumo na base de dados CNPMA,Jaguariúna.
- HOUGHTON, J. Señales de peligro. **Nuestro Planeta**, Nairobi, v.7, n.5, p.9-11, 1996.

- HORWARD, A. **An Agricultural Testament**. London: Oxford Univ. Press, 1950. 253p.
- HUETING, R.; REIJNDERS, L. Sustainability is an Objective Concept. **Ecological Economics**, Amsterdam, n.27, p.139-147,1998.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (IIED). **International Environmental and Natural Resource Assessment Informations Service (INTERAISE)**: Background. [1996?]. Disponível on-line em <http://www.ecdpm.org/iied/planning/pubs.html>
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Bellagio Principles**. [1997?]a. Disponível on-line em <http://iisd1.iisd.ca/measure/principles.htm>
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Community Adaptation and Sustainable Livelihoods**. [1997?]b. Disponível on-line em <http://iisd1.iisd.ca/casl/CASL/GuidePastoralInd.htm>
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (IISD). **Sustainable Development Time Line**. 1997c. Disponível on-line em <http://iisd1.iisd.ca/rio+5/timeline/sdtimeline.htm>
- JOLLIVET, M. Agriculture et environnement: reflexions sociologiques. **Economie Rurale**, Paris, n.208-209, p. 5-10, 1992.
- JOUVE, P.; TALLEC, M. Une méthode d'étude des systèmes agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agroecosystèmes villageois. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.185-192. CD-ROM.
- KAUL, A.; DRAEGER, K.; LEWIS, B. Methodology for Participatory Rapid Resource Assesment with Indicators of Sustainability. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.242-247. CD-ROM.
- KIKBY, J.; O'KEEFE, P.; TIMBERLAKE, L. (Eds.). **The Earthscan Reader in Sustainable Development**. London: Earthscan, 1996. 371p.
- KLIN, E. **Sustainable Community Indicators**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguleph.ca/www/FSR/collection/indicator/comm_indicators.txt
- LABRADOR MORENO, J.; ALTIERI, M.A. **Manejo y diseño de sistemas agrícolas sustentables**. Madrid: Min. Agr. Pesca y Alimentacion, 1994. 52p. (Hojas Divulgadoras, n. 6-7/94/HD).

- LAIRD, J. Environmental Accounting: putting a value on natural resources. **Our Planet**, Nairobi, v.3, n.1, p. 16-18, 1991.
- LANDIN, P.M.B. Recursos naturais não-renováveis e desenvolvimento sustentável. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: ESALQ-USP/PUCSP, 1997. p.9-13.
- LAL, R.; PIERCE, F.J. (Eds.). **Soil Management for Sustainability**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1989. 200p.
- LEHMAN, K. Libre commerce ou sécurité alimentaire? **Le monde diplomatique**. Nov. 1996. p.26. Disponível on-line em <http://www.monde-diplomatique.fr/md/1996/11/LEHMAN/7411.html>
- LEON-VELARDE, C.U.; MUÑOZ, H.; DAVIS, P.; QUIROZ, R.; ARCE, B. Measuring Bioeconomic Sustainability: use of simulation and case study in Latin America. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.584-585. CD-ROM.
- LIGHTFOOT, C. **Integrated Resource Management**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/integrated_resource_management.txt
- LILLIE, T.H.; BARTINE, R.W. Protocol for Evaluating Soil Contaminated With Fuel or Herbicide. In: WANG, W.; GORSUCH, J.W.; LOWER, W.R. (Eds.). **Plants for Toxicity Assessment**. Philadelphia: American Society for Testing Materials, 1990. p.198-203. Resumo na base de dados CNPMA, Jaguariúna.
- LOVATO, P.E. (Resp.). **Diversidade microbiana do solo e indicadores de qualidade do solo para agricultura e silvicultura**. Florianópolis: UFSC, 1998. 13f. Projeto ao Ministério da Ciência e Tecnologia - PADCT-CCT, a ser iniciado em jan 1999.
- LUGAN, J.C. **La systématique sociale**. 2.ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1996. 128p.
- LUIZ, A.J.B.; FERREIRA, C.J.A. Análise de influência da irrigação sobre a qualidade dos recursos hídricos em Guaíra, SP. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 7., 1997. Recife. **Programa e Resumos**. Recife: UFRPOE, 1997. p.98. Resumo na base de dados CNPMA, Jaguariúna.
- MacDONALD, S. **Benchmarking and Sustainability Indicators**. Rushmoor: Borough Concil, 1996. Disponível on-line em <http://www.rushmoor.gov.uk/gr916.htm>

- MACHADO, L.M.C.P. Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: ESALQ, 1987. p.15-21.
- MARASAS, M.; GARCIA, M.; DE LUCA, L. et al. Evaluation of Sustainability of Soil Management Practices by Means of Indicators: its application in organic and conventional horticultural systems. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE. AGRICULTURA ORGÂNICA. LA SOLUCIÓN CRÍBLE PARA EL SIGLO XXI, 12. , 1998, Mar del Plata. **Abstracts ...** Buenos Aires: MAPO, 1998. p.139-140.
- MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: ESALQ-USP/PUCSP, 1997. 266p.
- MARQUES, D.M. **Indicadores de sustentabilidade**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS, 17.11.1998. Informação verbal.
- MARTINS, S. **Límites del desarrollo sostenible en America Latina**: en el marco de las políticas de (re) ajuste económico. Pelotas: UFPel, 1995. 127p.
- MARTINS, S. (martinss@minerva.ufpel.tche.br) **Programa de pesquisa**: indicadores. 17 mar. 1999. Email para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- McCANN, S. **Agricultural Indicators**: indicator program descriptions. 1995. Disponível on-line em <http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/program.txt>
- McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992. 224p.
- MEADOWS, D.H. **Limites do crescimento**: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 1978. 200p.
- MEBRATU, D. **Re-engineering the Scientific Thinking - The Sustainability Challenge**. International Institute for Industrial Environmental Economics - Lund University, Sweden, 1997, 14p. Trabalho apresentado na Conferência "Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences", Roskilde (Den), nov. 1997.
- MIRANDA, E.E.; DORADO, A.J. Sistemas de informaciones geográficas como instrumento complementario para la evaluación de sistemas de producción sostenibles. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.471 - 476. CD-ROM.
- MITCHELL, G. **Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators**. [1997?] Disponível on-line em <http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>

- MONGBO, R.L.; FLOQUET, A. Systèmes de connaissances agricoles et organisations paysannes au Bénin: les limites des approches systémiques. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.744-747. CD-ROM.
- MORIN, E. **La méthode**: la nature de la nature. Paris: Seuil, 1977. v.1, 416p.
- MÜHLHAUSER, H.A. Ecólogos + economistas ≈ impacto ambiental - como debieramos valorar los ecosistemas. **Medio Ambiente**, Valdivia (Chile), v.2, n.1, p.93-101, 1994.
- NACIONES UNIDAS. **Programa 21: un plano de acción en pro del desarrollo sustentable - Programa 21: un programa de acción de las Naciones Unidas de Rio - Declaracion de Rio sobre el medio ambiente y el desarrollo**. New York: Naciones Unidas, 1998. 325p.
- NACIONES UNIDAS - COMISSION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. **Evaluaciones del impacto ambiental en America Latina y el Caribe**. Santiago del Chile: Naciones Unidas, 1991. 239p.
- NAGAI, H. Ecologia: fatos e mitos. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 1993, Campinas. **Anais...** Campinas: Cargil, 1993. p.37-48.
- NAVEH, Z. **A Critical Appraisal of Sustainable Development**. Faculty of Agricultural Engineering - Israel Institute of Technology, Israel, 1997, 16p. Trabalho apresentado na Conferência "Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences", Roskilde (Den), nov. 1997.
- NEAVE, P.; KIRKWOOD, V.; DUMANSKI, J. **Review Assessment of Available Indicators for Evaluating Sustainable Land Management**. Ottawa: Center for Land and Biological Resources Research, 1995. (Technical bulletin, n.7E). Disponível on-line em <http://res.agr.ca/ecorc/program3/pub/indicat/overview.htm>
- NEHER, D.A.; CAMPBELL, C.L. Nematode Communities and Microbial Biomass in Soils with Annual and Perennial Crops. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, n.1, p.17-28, 1994.
- NEHER, D. (dneher@uoft02.utoledo.edu). **Indicator Program**. 20 outubro 1998. Email para: Katia Marzall (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- NIXON, C.R. El desarrollo sostenible: un espejismo y una trampa peligrosa. **El Socialismo del Futuro**, Madrid, n.8, p. 53-64, 1993.
- NORGAARD, R.B. **A ciência ambiental como processo social**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 20p. (Textos para Debate, n. 35).

- NORHOLM, M. **Wath is Science for a Sustainable Society?** Copenhagen: Department of Education, Philosophy and Rhetoric, University of Copenhagen, 1997, 18p. Trabalho apresentado na Conferência “Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences”, Roskilde (Den), nov. 1997.
- NORI, M.; FERRARI, G.; CATIZZONE, M. **La quadratura del círculo: elementos metodológicos para un “enfoque holístico”**. [1997?]. Disponível on-line em <http://www.rimisp.cl/r7nori.htm>
- NUNES, L.N.; NAKAMAE, I.J. Entrevista: José Graziano da Silva. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, n.1, p.5-9, 1994.
- ODUM, E.P. **Fundamentals of Ecology**. 3.ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1971. 574p.
- OLIVA, A. A hegemonia da concepção empirista de ciência a partir do *novum organum* de F. Bacon. In: OLIVA, A. (Org.). **Epistemologia: a cientificidade em questão**. Campinas: Papirus, 1990. p. 11-33.
- OSTY, P.L. Méthodes et échelles d'intervention: quel renouvellement méthodologique pour les recherches-système? In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p.a187-a190. CD-ROM.
- PAGE, S.L.; BRIDGE, J. Plant Nematodes and Sustainability in Tropical Agriculture. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.29, n.2., p 139-154, 1993.
- PARR, J.F.; PAPENDICK, R.I.; YOUNGBERG, I.G. et al. Sustainable Agriculture in the United States. In: EDWARDS, C.H.; LAL, R.; MADDEN, P. et al. (Eds). **Sustainable Agricultural Systems**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1990. p. 50-67.
- PASSET, R. A co-gestão do desenvolvimento econômico da biosfera. In: RAYNAUT, C.; ZANONI, M.(Ed). **Sociedades, desenvolvimento, meio-ambiente**. Curitiba: UFRP, 1994. p. 15-29. (Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.1).
- PERGAMO, J. Ascetismo ecológico: una revolución cultural. **Nuestro Planeta**, Nairobi, v.7.n.6, p.7-8, 1996.
- PESSOA, M.C.Y. (Young@cnpma.embrapa.br). **Programa de Indicadores**. 10 dezembro 1998. Email para: Katia Marzall (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- PETITJEAN, G. Terre: alerte aux gaz! **Le Nouvel Observateur**, Paris, n.1725, p.12-14, 1997.
- PFEIFER, A. Farm Organization Principles as Part of Farming Systems Theory. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHE S-SYSTÈME EN

- AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais...** Montpellier: Cirad, 1994. p.278 - 279. CD-ROM.
- PHILIBERT, C. Le pari des permis de polluer. **Le Nouvel Observateur**, Paris, n.1725, p.22, 1997.
- PIAMONTE, R. Indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas. **Hoja a Hoja** (Maela), Assunción, v.5, n.9, p. 8-11, 1995.
- PINHEIRO, S.L.G.; PEARSON, C.J.; ISON, R.L. A Farming System Research/Extension Model Underway in Santa Catarina, Brazil: a critical analysis. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL: RECHERCHES-SYSTÈME EN AGRICULTURE ET DÉVELOPPEMENT RURAL, 1994, Montpellier. **Anais ...** Montpellier: Cirad, 1994. p. 280 - 281. CD-ROM.
- PINHEIRO, S.L.G.; PEARSON, C.J.; CHAMALA, S. Enfoque sistêmico, participação e sustentabilidade na agricultura: I: Novos paradigmas para o desenvolvimento rural? **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, n.1, p. 18-22, 1997.
- PINTO-CORREIA, T. **Integrating Sustainability Concepts in Rural Management: the role of local agents**. Barcarena (Portugal): Universidade Atlântica, 1997. 5p. Trabalho apresentado na Conferência "Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences", Roskilde (Den), nov. 1997.
- PRETTY, J.N. La eficacia de la sostenibilidad. **Nuestro Planeta**, Nairobi, v.8, n.4, p.19-22, 1996a.
- PRETTY, J.N. **Regenerating Agriculture: policies and practices for sustainability and self-reliance**. London: Earthscan, 1996b. 320p.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia**. 2.ed. rev.aum. Madrid: Alianza Universidad, 1994. 359p.
- REDCLIFT, M. Sustainable Development and Popular Participation: a framework for analysis. In: GHAI, D. VIVIAN, J.M. (Eds.). **Grassroots-Environmental Action: people participation in sustainable development**. London: Routledge, 1995. p.23-77.
- REDCLIFT, M. Sustainability and Theory: an agenda for action. In: GOODMAN, D.; WAHS, M. (Eds.). **Globalising Food: agrarian questions and global restructuring**. London: Routledge, 1997. p 333-343.
- REGNER, A.C.K.P. Feyerabend, e o pluralismo metodológico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.13, n.3, p.231-247, 1996.
- REINTJES, G.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994. 324p.

- RICH, B. **Mortgaging the Earth**. London: Earthscan, 1994. 376p.
- RODRIGUEZ, C.M. Desarrollo sostenible: el gran reto para el proximo milenio. **Economia y sociedad**, San José, v.1, n.3, p. 1-9, 1997.
- ROHNER, R. **Art and Sustainability**. 1994. Disponível on-line em <http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/artsustainable04.txt>
- ROJAS, M.M. Sostenibilidad: hacia significacion del concepto. **Economia y Sociedad**, San José, v.1, n.3, p. 55-66, 1997.
- ROSNAY, J. **Le macroscope: vers une vision globale**. Paris: Seuil, 1975. 351p.
- ROSNAY, J. L'analyse énergétique, outil d'une politique de l'environnement. In: PASSET, R. (Org.). **Une approche multidisciplinaire de l'environnement**. Paris: Economica, 1980. p.105-119.
- SANCHEZ, R.; PALOMINO, R. **Curso de diagnostico, planificacion y monitoreo agroecologico**. [S.l.]: PTA-FASE, 1988. 27p. Material elaborado para curso em 31/8 - 9/9/88.
- SANDS, G.R.; PODMORE, T.H. **Development of an Environmental Sustainability Index for Irrigated Agricultural Systems**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/develop_index.txt
- SANT'ANNA NETO, J.L. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo: a variabilidade e a tendência das chuvas nos últimos 100 anos. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: ESALQ-USP/PUCSP, 1997. p. 39-50.
- SANTIAGO DECLARATION: **Statement on Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests**. Santiago, 1995. Disponível on-line em http://www.fs.fed.us/land/sustain_dev/sd/sfmsd.htm
- SARANDÓN, S.J. The Development and Use of Sustainability Indicators: a need for organic agriculture evaluation. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE. AGRICULTURA ORGÂNICA. LA SOLUCIÓN CRÍBLE PARA EL SIGLO XXI, 12., Mar del Plata, 1998. **Abstracts ...** Buenos Aires: MAPO, 1998. p.135.
- SARGENT, F.O.; LUSK, P.; RIVERA, J.A. et al. **Rural Environmental Planning for Sustainable Communities**. Washington: Island Press, 1991. 254p.
- SCATOLIN, F.D. **Indicadores de desenvolvimento: um sistema para o Estado do Paraná**. Porto Alegre: UFRGS, 1989. 2v. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

- SCHAEFER, C.E.R. A dialética do “sustentável” e a ciência de solos: uma contribuição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos**. Viçosa: SBCS; UFV, 1995. p.2179-2181.
- SCHALLER, N. Maintreaming Low-input Agricultur. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.45, n.1, p.9-12, 1990.
- SCHLEICHER-TAPPESE, R.; LUKESCH, R.; STRATI, F. et al. **Sustainable Regional Development - an Integrative Concept**. Regional Studies in Europe, Germany; 1997, 10p. Trabalho apresentado na Conferência “Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences”, Roskilde (Den), nov. 1997.
- SCHLINDWEIN, S.L.; D’AGOSTINI, L.R. Sobre o conceito de agroecossistema. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [S.l.], 1998. CD-ROM.
- SILVA, A.S.; PARAIBA, L.C.; FERREIRA, C.J.A. et al. **Impacto ambiental em áreas irrigadas**: alguns indicadores de qualidade ambiental em função do sistema de produção em uso. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 1994. n.p. Resumo na base de dados CNPMA, Jaguariúna.
- SILVA, L.A.B. **Análise de agroecossistemas em uma perspectiva de sustentabilidade**: um estudo de sistemas de cultivo de pêssego na região da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998. 152f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- SIMÕES, S.J.C. A dinâmica dos sistemas e a caracterização de geindicadores. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: ESALQ-USP/PUCSP, 1987. p.59-70.
- SIQUEIRA, R. (Resp.). **Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade em áreas de solos degradados**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA/IAPAR, 1994. 19p. Sub-Projeto 11.0.94.228.03: Desenvolvimento de metodologias para definição e avaliação de indicadores de sustentabilidade em áreas de solos degradados.
- SIZER, W.; MILLER, K. Criteria and Indicators for Forest Ecosystem Sustainability na Amazonia : the International Context and lessons from the temperate and boreal zone. In: TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA, 1995, Tarapoto. **Memórias ...** Lima: FAO, 1995. p.67-81.
- SLOCOMBE, S.D.; ROELF, J.A.; CHEYNE, L.C. et al. **Wath Works? An annotated bibliography of case studies of sustainable development**. [S.l.]: IUCN, [1993?]. 55p.

- SOTO, E. **A questão da sustentabilidade no desenvolvimento rural**: a superação do velho na construção de um paradigma de desenvolvimento integral. Santa Maria: UFSM, 1997. 135f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) - Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- SOUZA, M.I.F. (marcia@cnptia.embrapa.br). **Indicadores**. 14 out. 1998. Email para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- SOUZA, M.I.F. (marcia@cnptia.embrapa.br). **Indicadores-projetos**. 15 out. 1998. Email para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- SOUZA, M.I.F. (marcia@cnptia.embrapa.br). **FAO - CARIS**. 15 out. 1998. Email para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- SPENCER, D.S.C. Institutionalizing the Farming Systems Perspective in Multi-commodity Research Institutes: the role of systems-based research groups. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v.27, n.1, p.1-9, 1991.
- STAHEL, A.W. Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. 2.ed..São Paulo: Cortez, 1998. p.104-127.
- STECHER, B.M.; DAVIS, W.A. **How to Focus an Evaluation**. Newsbury Park: Sage, 1987. 94p.
- STORTENBEKER, C.W. (Coord.). **Evaluating Sustainable Forest Management**. Netherlands: Working Group of Experts on Sustainable Forest Management, 1994, 26p. Report of Deskundigenwerkgroep Duurzaam Bosbeher (DBB).
- SWINDALE, L. **Indicators for What?** 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/indicat_what.txt
- TAN, L.C. (Ed.). **Inititives on Assessing Sustainability**: status and future directions. Jakarta: CIFOR/CATIE, 1996. 52p.
- TANK-TORNISELO, S.M. Microrganismos como indicadores de impactos ambientais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (Coord.). **Indicadores Ambientais**. Sorocaba: ESALQ-USP;PUCSP, 1997.p.157-165.
- THEYS, J. **Un monde ingouvernable? Le développement durable a la recherche d'un gouvernail**. [S.l.], 1996. 10p. Colloque International "Quel environnement ao XXI^{ème} siècle? Environnement. Maîtrise do long terme et démocratie". 8-11 set 1996. Abbay de Fontevraud.

- THOMAS, K. **O homem e o mundo natural**. São Paulo: Companhia das Letras, 1988. 454p.
- TIEZZI, E.; MARCHETTINI, N. Sustainable Development: a challenge based on renewable energies and appropriate technologies. In: INTERNATIONAL CONGRESS: ENERGY, ENVIRONMENT-TECHNOLOGICAL INOVATIONS, 3., 1995, Caracas. **Proceedings...** Caracas: Univ. Central de Venezuela, 1995. v.3, p.357-365.
- TRAINING Workshop on Criteria and Indicators of Sustainability in Rural Development: a natural resource perspective. 1998. Disponível on-line em <http://www.iimahd.ernet.in/~amilg/unesco/unesco.htm>
- TRIGO, E.; KAIMOWITZ, N. **Economics and Sustainability**: can they share the planet? San José: IICA, 1994. 29p.
- TSCHIRLEY, J.B. **Agricultural Policy Analysis and Planning**: the use of indicators to assess sustainability within K2. FAO, 1994. 12p. Trabalho apresentado no: SANREM Conference and Workshop on Indicators of Sustainability. Rosslyn (USA) 1-5 aug, 1994.
- TSCHIRLEY, J.B. (Jeff.Tschirley@fao.org). **Indicator Prgogram**. 29 Oct. 1998. E-mail para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- UNITED NATIONS - Comission for Sustainable Development. **Sustainability Indicators CDS Work Program on Indicators for Sustainable Development**. [199-]. Disponível on-line em <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/cad.htm>
- UNITED NATIONS **Agenda 21** - (Conference on Environment and Development). Genebra: United Nations, 1992, 510f., com várias numerações.
- UNITED NATIONS - Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD). **Indicators of Sustainable Development - Framework and Methodologies**. [1996?] Disponível on-line em gopher://gopher.un.org/00/esc/cn17/1996-97/indicators/INTRODUC.IND +
- UNITED NATIONS - Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD). **Indicators of Sustainability: guidelines for national testing of ISDs**. U.N. 1997. Disponível on-line em <http://www.un.org/dpcsd/dsd/indi8.htm>
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP). **In Defense of the Earth** - the basic texts on environment: Founex, Stokholm, Cocoyok. Nairobi: UNEP, 1981. 119p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM (UNEP). **El estado en medio ambiente - 1972-1982**. Nairobi: UNEP, 1982. 62p.

- VALENDUC, G.; VENDRAMIN, P. **Science, Technological Innovation and Sustainable Development**. Namur (Belgique): Fondation Travail-Université (FTU) 1997, 12p. Trabalho apresentado na Conferência “Science for a Sustainable Society - Integrating Natural and Social Sciences”, Roskilde (Den), nov. 1997
- VEIGA, J.E. A insustentável utopia do desenvolvimento. In: LAVINAS, L.; CARLEIAL, L.M.F.; NABUCO, M.R. **Reestruturação do espaço urbano e regional do Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1993. p. 149-169.
- VEIGA, J.E. Problemas da agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, n. especial, p.9-29, 1994.
- VEIGA, J.E. **As ondas longas do capitalismo industrial**. Porto Alegre, 14.4. 1997. (Palestra proferida junto ao IEPE).
- VELA, H. **Fundamentos ontológicos do conceito de agricultura sustentável: uma análise da relação entre o pensamento e a realidade**. Universidade Federal de Santa Maria, [1996?]. 21p.
- VIVIAN, J.M. Foundations for Sustainable Development: participation, empowerment and local resource management. In: GHAI, D.; VIVIAN, J.M. (Eds.). **Grassroots-Environmental Actions: peoples participation in sustainable development**. London: Routledge, 1995. p.50-71.
- WALL, E. (ewall@envisci.uoguelph.ca). **Indicator Program**. 21 out. 1998. E-mail para: MARZALL, Katia (kmarzall@vortex.ufrgs.br).
- WINOGRAD, M.; FARROW, A.; AGUILAR, M. (Resp.). **Environmental and Sustainability Indicators**. CIAT-World Bank-UNEP. 1998a. Disponível on-line em: <http://www.ciat.cgiar.org/indicators/index.htm>
- WINOGRAD, M.; FARROW, A.; AGUILAR, M. (Resp.). **Indicators of Rural Sustainability: an outlook for Central America**. CIAT-World Bank-UNEP. 1998b. Disponível on-line em: <http://www.ciat.cgiar.org/indicators/wbank/methods.htm>
- WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our Common Future**. New York: UNEP, 1987. 372p.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Resource and Environmental Information**. [1998?]. Disponível on-line em http://www.wri.org/ps_reip.html
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Rio + 5: WRI Sustainable Agriculture Paper**. [1997?]. Disponível on-line em <http://www.wri.org/rio+5/rio5agri.html>
- WYNNE, B. Scientific Knowledge and the Global Environment. In: REDCLIFT, M.; BENTON, T. (Eds.). **Social Theory and the Global Environment**. London: Routledge, 1994. p. 169-189.

YOUNG, T.; BURTON, M.P. **Agricultural Sustainability**: definition and implications for agricultural and trade policy. Rome: FAO, 1992. 108p.

ZHENGFANG, L. **Sustainable Agriculture in China**. 1994. Disponível on-line em http://tdg.uoguelph.ca/www/FSR/collection/indicator/sus_agri_china.txt

9. APÊNDICES

APÊNDICE 01

This document has been posted online by the United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development (DPCSD). Reproduction and dissemination of the document - in electronic and/or printed format - is encouraged, provided acknowledgement is made of the role of the United Nations in making it available.

This document has been divided into sections for ease of downloading. The sections are: Introduction; Social; Economic; Environmental - Water; Environmental - Land; Environmental - Other natural resources; Environmental - Atmosphere; Environmental - Waste; and Institutional.

INDICATORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

FRAMEWORK AND METHODOLOGIES

Methodology Sheets

Indicators for Environmental Aspects of Sustainable Development

(...)

DECENTRALIZED LOCAL-LEVEL NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

Category: Environmental

1. Indicator

- (a) Name: Decentralized local-level natural resource management.
- (b) Brief Definition: This indicator is a measure of the extent to which higher level governments have devolved management of natural resources to local communities; and of changes in the allocation of powers of resource management.
- (c) Unit of Measurement: Numbers of local governments and local communities to which resource management has been devolved or with which resource management is shared as percentages of total numbers of local governments and local communities.

2. Placement in the Framework

- (a) Agenda 21: Chapter 10: Integrated Approach to the Planning and Management of Land Resources.
- (b) Type of Indicator: Response.

3. Significance (Policy Relevance)

(a) Purpose: This indicator represents the extent to which resource management is in the hands of landholders or other de facto local resource controllers; and partially represents whether local resource controllers and others with direct impact on resources have incentives to conserve them.

(b) Relevance to Sustainable/Unsustainable Development: Devolution, or at least sharing, of rights, responsibilities and rewards is increasingly recognized as essential for sound resource management. Community empowerment is one of the more important institutional issues, a key to changing to or reinforcing sustainable behaviour. Community management of resources signifies community empowerment, with direct consequences for sustainable development.

(c) Linkages to Other Indicators: This indicator is linked to other indicators which have implications for resource use from an institutional perspective. These would include: access to information, contribution of non- governmental organizations (NGOs), and sustainable development strategies.

(d) Targets: No targets exist for this indicator.

(e) International Conventions and Agreements: The Desertification Convention discusses empowerment of local resource users.

4. Methodological Description and Underlying Definitions

(a) Underlying Definitions and Concepts: The concepts are well developed, but seldom applied. They are documented in a variety of publications on community development and community resource management. From an operational viewpoint, this indicator still requires development.

The local level with administrative authority recognized by higher level governments, and the lowest level of social organization above the family regardless of recognition by governments. The two are not necessarily the same. Devolution of management needs to be at both levels. It involves transfer or sharing of responsibility for the resources and of the income from their use. It may also involve transfer or sharing of skills and information to ensure management is effective.

It is useful to distinguish resource users (such as hunters, loggers, and tourists), de facto resource controllers (private landowners, local government, the state), and resource managers. The key is for local resource controllers to share management with the state and to have a strong incentive to conserve the resource.

(b) Measurement Methods: Measurement is complicated by the facts that more than one local level may be involved, and that devolution of management includes several aspects, including responsibilities, rights to rewards, skills, and information. Consequently, the indicator may entail several measurements. In Zimbabwe, for

example two measures have been used together: percent of rural districts granted authority over wildlife management; and districts that have devolved at least 50% of gross wildlife revenues to communities as a percent of districts granted authority over wildlife management (see Prescott-Allen, 1995 in section 7a below). The first of these is a measure of central government devolution to local government. The second is a measure of local government devolution to communities. The two measures are regarded as equally important, and are therefore added together and averaged to provide a single indicator.

(c) The Indicator in the DSR Framework: This indicator represents an institutional Response to resources management

(d) Limitations of the Indicator: The indicator requires development and testing. Devolution says nothing about the capacity of the various partners to work together according to a decentralized model. The measurement unit ignores the important qualitative assessment of how well resource management is shared among resource users, local communities, and higher levels of government. The indicator does not show whether the local communities and governments actually conserve the resources.

(e) Alternative Definitions: An alternative method of expressing the indicator would be with a yes/no designation. This would not be a meaningful measure, because of the several levels and components of local management that are involved.

5. Assessment of the Availability of Data from International and National Sources

(a) Data Needed to Compile the Indicator: Rights and responsibilities devolved. Total number of local governments/communities. Number of local governments/communities to which rights or responsibilities have been devolved. Capacities of all concerned to work to a decentralized model. Actors involved in sharing resource management, and manner and extent of that sharing.

(b) Data Availability: The data are available for some countries only. Most data can be gathered only at the local level, preferably with full community participation in the assessment.

(c) Data Sources: National sources are communities, resource users, resource management departments, and NGOs cooperating with community management programs. There is no international source of data.

6. Agencies Involved in the Development of the Indicator

(a) Lead Agency: The lead agency is the World Conservation Union (IUCN). The contact point is the IUCN International Assessment Team; fax no. (1 604) 474 6976.

(b) Other Organizations: The Office to Combat Desertification and Drought, United Nations Development Programme has contributed to the development of this indicator.

7. Further Information

(a) Further Readings:

Dudley, Eric. *The Critical Villager: Beyond Community Participation*. Routledge, London and New York. 1993.

International Institute for environment and Development (IIED). *Whose Eden? An Overview of Community Approaches to Wildlife Management*. London. 1994.

Murphree, M. *Communities as Resource Management Institutions*. Gatekeeper Series, 36, IIED, London. 1993.

Prescott-Allen, Robert. *Barometer of Sustainability: a Method of Assessing Progress towards Sustainable Societies*. PADATA, Victoria, Canada. 1995.

Prescott-Allen, Robert and Christine (eds.). *Assessing the Sustainability of Uses of Wild Species: Case Studies and Initial Assessment Procedure*. IUCN, Gland, Switzerland. 1996.

(b) Other Contacts:

United Nations Food and Agricultural Organization; fax no. (39 6) 522 3369.

International institute for Environment and Development; fax no. (44 71) 388 2826.

Office to Combat Desertification and Drought, United Nations Development Programme; fax no. (1 212) 906 6345/6916.

LEAD AGENCY: IUCN

USE OF FERTILIZERS

Category: Environmental

1. Indicator

(a) Name: Use of fertilizers.

(b) Brief Definition: Extent of fertilizer use in agriculture per unit of agricultural land area.

(c) Unit of Measurement: Metric tons of fertilizer nutrients per 10 km² of agricultural land.

2. Placement in the Framework

(a) Agenda 21: Chapter 14: Promoting Sustainable Agriculture and Rural Development.

(b) Type of Indicator: Driving Force.

3. Significance (Policy Relevance)

- (a) Purpose: The purpose of this indicator is to measure the intensity of fertilizer use.
- (b) Relevance to Sustainable/Unsustainable Development: The challenge for agriculture is to increase food production in a sustainable way. This indicator shows the potential environmental pressure from agricultural activities. Extensive fertilizer use is linked to eutrophication of water bodies, soil acidification, and potential of contamination of water supply with nitrates. The actual environmental effects will depend on pollution abatement practices, soil and plant types, and meteorological conditions.
- (c) Linkages to Other Indicators: This indicator is closely linked to others in the agricultural, water, and atmospheric groups, such as pesticide, use, biochemical demand in water bodies, algae index, and emissions of greenhouse gases.
- (d) Targets: Targets should be based on national situations.
- (e) International Conventions and Agreements: Not available.

4. Methodological Description and Underlying Definitions

- (a) Underlying Definitions and Concepts: The concepts are available. Data on the quantities of fertilizers used are converted into the three basic nutrient components and aggregated. The three components are Nitrogen (N), phosphorous (P2O5), and potassium (K2O). Factors for chemical breakdown are standardized. Data on agricultural land refer to arable and permanent crop land. However, due to the limitations discussed in section 4d below, this indicator should be regarded as interim for sustainable development purposes.
- (b) Measurement Methods: Data on fertilizers are compiled from industry sources and non-traditional sources. Data for developing countries generally refer to domestic disappearance based on imported products. The derived figures in terms of nutrients are then divided by the agricultural land area.
- (c) The Indicator in the DSR Framework: This indicator pertains to the application of fertilizers to agricultural land. It has implications to soils, water, and the atmosphere; and thereby represents a Driving Force indicator within the DSR Framework.
- (d) Limitations of the Indicator: Environmental impacts caused by leaching and volatilization of fertilizer nutrients depend not only on the quantity applied, but also on the condition of the agro-ecosystem, cropping patterns, and on farm management practices. In addition, this indicator does not include organic fertilizer from manure and crop residues, or the application of fertilizers to grasslands. Reliability of fertilizer data is questionable. The indicator assumes even distribution of fertilizer on the land.

(e) **Alternative Definitions:** A more relevant and sophisticated indicator would focus on the nutrient balance to reflect both inputs and outputs associated with all agricultural practices. This would address the critical issue of surplus or deficiency of nutrients in the soil. This would need to be based on agro-ecological zones.

5. Assessment of the Availability of Data from International and National Sources

(a) **Data Needed to Compile the Indicator:** Data on fertilizer use for N, P205, and K20; and agricultural area.

(b) **Data Availability:** Data for all countries exist at the national level only. The data are updated on a regular basis.

(c) **Data Sources:** At the international level, the Food and Agriculture Organization (FAO) is the primary source.

6. Agencies Involved in the Development of the Indicator

(a) **Lead Agency:** The lead agency is the United Nations Food and Agricultural Organization (FAO). The contact point is the Assistant director- General, Sustainable Development Department, FAO; fax no. (39 6) 5225 3152.

(b) **Other Organizations:** The International Fertilizer Association is associated with the development of this indicator..

7. Further Information

Not available.

LEAD AGENCY: FAO

ENERGY USE IN AGRICULTURE

Category: Environmental

1. Indicator

(a) **Name:** Energy use in agriculture.

(b) **Brief Definition:** The energy utilized in agriculture on a yearly basis expressed as a ratio of energy inputs and agricultural production as well as in absolute terms.

(c) **Unit of Measurement:** Joules per tons of agricultural products.

2. Placement in the Framework

(a) **Agenda 21:** Chapter 14: Promoting Sustainable Agriculture and Rural Development.

(b) **Type of Indicator:** Driving Force.

3. Significance (Policy Relevance)

- (a) Purpose: The purpose of the indicator is to provide a measure of energy intensity in agriculture.
- (b) Relevance to Sustainable/Unsustainable Development: Energy is essential for most human activities, including agriculture. Too little energy makes it difficult to realize decent productivity and meet food requirements. Too much energy signifies waste, global warming, and other stress on the environment. The indicator can guide policies and investments regarding (i) energy requirements in all stages of agricultural production in order to measure agricultural productivity and, (ii) energy efficiency, to reduce energy intensity. The indicator is relevant to promote an increase in agricultural production with a parallel increase in energy efficiency.
- (c) Linkages to Other Indicators: The indicator is closely related to the energy indicators under consumption and production patterns. It is also linked to environmental indicators such as land condition change and emissions of greenhouse gases.
- (d) Targets: No international targets exist or apply. At the national level targets could be developed, depending on the country's range of agricultural products.
- (e) International Conventions and Agreements: No binding agreements exist. Agenda 21 makes reference to the need to promote energy efficiency.

4. Methodological Description and Underlying Definitions

- (a) Underlying Definitions and Concepts: Total energy consumption in agriculture derives from the energy inputs in all the stages of agricultural production and processing, that is land preparation, mechanization, fertilization, irrigation, harvesting, transport, processing, and storage. Each of these stages use different forms of energy (mechanical, electrical, thermal) which can be aggregated in equivalent units. Total agricultural production is an established concept and needs no further elaboration.
- (b) Measurement Methods: Annual energy inputs for each stage in agricultural production and processing are determined and converted into equivalent units such as terajoules (TJ) and aggregated as total energy. Annual agricultural production figures are collected for all products. The obtained values are then compared for the same year, and can be tracked over time to see how changes in both terms affect their ratio.
- (c) The Indicator in the DSR Framework: This indicator is a Driving Force in the DSR Framework. It can guide a response especially if normative targets for increase of agricultural production or energy intensity are established.
- (d) Limitations of the Indicator: Agricultural production is affected by factors other than energy inputs (for example, climate, availability of other inputs). These factors are less distorting if comparative values are collected for consecutive years. Data for energy use in agriculture at the present time are not considered to be very reliable. Special

surveys could generate sound data, but would be expensive, and may not be a priority for statistical agencies.

- (e) **Alternative Definitions:** The indicator could be expanded to include non-commercial energy inputs, such as human and animal power. Human power quantification methodologies might need to be further elaborated. The relevance of this alternative to sustainable development is questionable.

5. Assessment of the Availability of Data from International and National Sources

- (a) **Data Needed to Compile the Indicator:** Data is needed on energy inputs for different agricultural activities and on agricultural production.
- (b) **Data Availability:** Some data is available for most countries, although reliable and comprehensive statistics to enable time-series analysis are elusive.
- (c) **Data Sources:** Energy balances are prepared by energy ministries or other competent national authorities. Agricultural production figures are available from agriculture ministries. The Food and Agriculture Organization (FAO) has processed and compiled considerable data in both energy and production at the international level.

6. Agencies Involved in the Development of the Indicator

- (a) **Lead Agency:** The lead agency is the Food and Agricultural Organization (FAO). The contact point is the Assistant Director-General, Sustainable Development Department, FAO; fax no. (39 6) 5225 3152.
- (b) **Other Organizations:** The United Nations Development Programme (UNDP), The World Bank, and UN Regional Commissions could be involved in further development of this indicator.

7. Further Information

FAO and African Development Bank. *Future Energy Requirements for Africa's Agriculture*. 1995.

FAO. *State of Food and Agriculture*. 1995.

World Energy Council Developing Country Committee Publications (1993-1996).

LEAD AGENCY: FAO