

ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE  
SISTEMAS AGRÍCOLAS

Sandrine Cuvillier

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS  
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof. Rogério de Aragão Bastos do Valle, D. Sc

---

Prof. Marcus Vinícius de Araújo Fonseca, D. Eng.

---

Prof. Roberto Schaeffer, D. Sc

---

Dr. Renato Linhares de Assis, D. Sc

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2006

CUVILLIER, SANDRINE

Análise de metodologias de avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas – Um estudo de caso da micro-produção agrícola orgânica, no Estado do Rio de Janeiro. [Rio de Janeiro] 2006.

XI, 190 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia de Produção, 2006)

Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Avaliação da sustentabilidade agrícola
2. Indicadores de sustentabilidade
3. Método IDEA
4. Análise emergética

I. COPPE/UFRJ      II. Título (série)

## Dedicatória

Dedico este trabalho àqueles que não desistiram do campo para as metrópoles canibais, e que acreditam que é possível viver em harmonia com ele.

## Agradecimentos

Primeiramente, ao meu professor e orientador, Dr. Rogério Valle, sem o qual não teria realizado este projeto de estudo e de vida, e quem me deu a liberdade e a confiança suficientes para tratar desse tema “alternativo” aos enfoques clássicos da engenharia de produção;

Ao Prof. Roberto Schaeffer que, talvez sem sabê-lo, foi a origem de muitos conceitos saudáveis que entraram em minha vida nestes últimos anos e aquele cuja figura exemplar tentarei me inspirar no futuro;

Ao Renato Linhares, pelas importantes sugestões ao projeto de dissertação e pelas indicações valiosas que me permitiram ir em frente;

Ao Marcos Borba, pela paciência e dedicação que demonstrou ao me fornecer conselhos preciosos, e pela confiança e motivação que conseguiu me transmitir;

Ao Carlos e sua esposa, por me terem acolhido com carinho e paciência, e por me permitirem conhecer o Sítio Feliz e aplicar as metodologias à sua produção;

Aos pesquisadores Eli Lino de Jesus, Leonardo Faver e Otávio Cavalett pelas informações que me forneceram e as dúvidas que esclareceram nos momentos propícios;

Aos colegas e amigos do SAGE e, principalmente, da linha de pesquisa de Gestão Ambiental da Produção, pelo suporte e pelas dicas esporádicas;

Particularmente, aos meus colegas e amigos Lúcia Helena, Antônio Marcos, Roquemar, Sérgio, Jairo e Ana Carolina que, cada um à sua maneira, souberam me apoiar logística e moralmente;

E, enfim, ao CNPq pelo apoio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## ANÁLISE DE METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

Sandrine Cuvillier

Março/2006

Orientador: Rogério de Aragão Bastos do Valle

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho apresenta uma análise de metodologias de avaliação da sustentabilidade no meio agrícola. Inicialmente, propõe uma revisão dos conceitos da sustentabilidade relativa à agricultura e um levantamento de nove das metodologias existentes e julgadas pertinentes, atualmente. Foi realizada uma análise comparativa dessas metodologias, baseada na bibliografia e na experiência dos autores consultados.

Duas metodologias foram selecionadas (o método IDEA, de pesquisadores franceses e o Método Emergético, de uma equipe norte-americana) e aplicadas a um sítio de produção familiar do Estado do Rio de Janeiro, município de Petrópolis, com o fim de analisar criticamente a aplicabilidade e a adequação de cada uma a tal padrão de produção (produção familiar diversificada, de pequena escala e poucos meios).

Os resultados encontrados mostram que uma metodologia padronizada não será plenamente satisfatória e de fácil aplicação pelos próprios produtores. O importante será a vontade que eles terão de analisar seu sistema produtivo e o quanto conseguirão se apropriar da metodologia escolhida, para poder adaptá-la às condições locais.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.)

ANALYSIS OF SUSTAINABILITY EVALUATING METHODOLOGIES FOR  
AGRICULTURAL PRODUCTIVE SYSTEMS

Sandrine Cuvillier

March/2006

Advisor: Rogério de Aragão Bastos do Valle

Department: Industrial Engineering

This work presents an analysis of methodologies which aim to evaluate agricultural sustainability. Initially, revises concepts of sustainability linked to agriculture, e offers a painel of nine relevant existing methods. A comparative analysis of these methodologies latter has been realized, based on bilbiografy and on authors' expriments.

Two of these ethodologies were selected (the IDEA method, from french researchers and the Emergetic Method, from an US team) and applicated on a small familar organic productive farm in the Rio of Janeiro region, in order to analyse critically its applicability and adequacy to such an agricultural productive form (small scale, diversified and with low inputs and means).

The results of the analysis demonstrate that any standard methodology is fully adequated and easy-to-implement by the own producers. More important is their willingness to make an analysis and the way they will succeed in ingesting one of the methodology and adapt it to local conditions.

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
1 METODOLOGIA.....	6
PARTE 1: REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2 CONCEITOS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL .....	11
2.1 <i>Da necessidade de uma abordagem sistêmica</i> .....	12
2.2 <i>Do conceito de desenvolvimento sustentável</i> .....	18
2.3 <i>... às várias dimensões da sustentabilidade na agricultura</i> .....	23
2.3.1 Dimensão econômica.....	25
2.3.2 Dimensão ecológica.....	25
2.3.3 Dimensão sócio-cultural.....	26
2.3.4 Dimensão técnica.....	27
2.3.5 Dimensão legal ou político-institucional.....	29
2.3.6 Dimensões complementares .....	30
2.4 <i>A multiplicidade de terminologias em uso</i> .....	31
2.4.1 Agricultura Convencional <i>versus</i> Agricultura Alternativa.....	31
2.4.2 As correntes da agricultura não-convencional.....	31
2.5 <i>Considerações parciais de fim de capítulo</i> .....	44
3 AS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA .....	47
3.1 <i>Primeira tendência: “tableaux de bord” via indicadores</i> .....	47
3.1.1 Definição de indicadores de sustentabilidade.....	48
3.1.2 Exemplos de indicadores como ferramenta de medição da sustentabilidade agrícola .....	51
3.2 <i>Segunda tendência: métodos energéticos</i> .....	89
3.2.1 Origem e princípios das análises energéticas .....	89
3.2.2 Metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV, ou LCA).....	91
3.2.3 Análise Insumo-Produto (I/O Analysis), método EIO-LCA.....	94
3.2.4 Análise emergética .....	99
3.3 <i>Avaliação das diferentes metodologias de avaliação da sustentabilidade: comparação</i> .....	106
PARTE 2: REFERENCIAL PRÁTICO .....	114
4 A Agricultura familiar no contexto agrícola brasileiro .....	114
4.1 <i>O contexto agropecuário nacional</i> .....	114
4.1.1 Área plantada e produção agrícola .....	115

4.1.2	Produção pecuária.....	116
4.1.3	Produção <i>versus</i> Demanda interna .....	117
4.1.4	Estrutura fundiária .....	119
4.1.5	População ativa agrícola.....	119
4.2	<i>Sustentabilidade agrícola</i> .....	120
4.2.1	Aspectos ambientais e sociais da (in)sustentabilidade agrícola .....	120
4.2.2	A agricultura como fonte de energias renováveis .....	124
4.2.3	Aspectos técnico-econômicos.....	126
4.2.4	Aspectos legais .....	129
4.2.5	Exemplos de ações para aumentar a sustentabilidade na agricultura ...	129
4.2.6	A agricultura orgânica e familiar.....	132
5	Estudo de caso .....	136
5.1	<i>Descrição do caso</i> .....	136
5.1.1	Dados gerais da área.....	136
5.1.2	Caso estudado .....	137
5.2	<i>Aplicação da primeira metodologia: método IDEA</i> .....	140
5.2.1	Modificações e cálculos para a aplicação do Método IDEA no Estado do Rio de Janeiro .....	140
5.3	<i>Aplicação da segunda metodologia: o método emergético</i> .....	149
5.4	<i>Comparação dos resultados e das metodologias</i> .....	154
	CONCLUSÕES GERAIS .....	158



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Interpretações do conceito de Sustentabilidade Agrícola e autores relacionados.....	21
Tabela 2: Principais diferenças entre Agricultura Alternativa e Convencional .....	42
Tabela 3: Os 16 objetivos do método IDEA .....	83
Tabela 4: Transformidades solares típicas (Sej/J).....	100
Tabela 5: Esquema de organização de uma tabela para o cálculo dos fluxos de energia .....	102
Tabela 6: Classificação dos fluxos de energia.....	103
Tabela 7: Índices energéticos (incluindo as modificações devido às contribuições parciais dos materiais e serviços) .....	104
Tabela 8: Síntese: características descritivas das metodologias escolhidas .....	112
Tabela 9: Síntese: critérios de aplicabilidade e de relevância das metodologias escolhidas .....	113
Tabela 10: Estimativa de produção de grãos (em 1000t) – Safras 2004/05 e 2005/06	116
Tabela 11: Produção <i>versus</i> demanda interna para as principais produções agropecuárias no Brasil.....	118
Tabela 12: Balanço de Nitrogênio do Sítio Feliz .....	141
Tabela 13: Valores do indicador de contribuição à geração de emprego (CGE) para os pequenos sistemas familiares do Brasil.....	143
Tabela 14: Valores do indicador de viabilidade econômica.....	143
Tabela 15: Valores para o indicador de autonomia financeira .....	144
Tabela 16: Valores do indicador de eficiência do processo produtivo.....	145
Tabela 17: Resultados da aplicação do método IDEA ao Sítio Feliz.....	146
Tabela 18: Avaliação energética da produção do Sítio Feliz .....	151
Tabela 19: Índices energéticos do Sítio Feliz.....	152

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das etapas metodológicas do trabalho de pesquisa.....	10
Quadro 2: Tecnologias agrícolas sustentáveis.....	28
Quadro 3: Principais movimentos ligados à agricultura sustentável: conceitos chave e particularidades.....	43
Quadro 4: Conjunto de indicadores da OCDE .....	55
Quadro 5: Conjunto de indicadores do Canadá.....	62
Quadro 6: Conjunto de indicadores utilizados por Moaci Darolt.....	66
Quadro 7: Conjunto de indicadores utilizados por Lino Vargas Moura, no estudo realizado em Agudo/RS.....	72
Quadro 8: Conjunto de dimensões e indicadores de impacto ambiental, com suas respectivas unidades de medida, do sistema APOIA-NovoRural .....	77
Quadro 9: Indicadores da escala de sustentabilidade agroecológica.....	86
Quadro 10: Indicadores da escala de sustentabilidade sócio-territorial .....	86
Quadro 11: Indicadores da escala de sustentabilidade econômica.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma da metodologia desenvolvida para realizar a pesquisa .....	8
Figura 2: Esferas das atividades humanas .....	12
Figura 3: Exemplo de Unidade de Produção Agrícola .....	17
Figura 4: As cinco dimensões da sustentabilidade .....	24
Figura 5: Principais correntes de pensamentos ligadas à agricultura alternativa .....	32
Figura 6: As dimensões da sustentabilidade.....	45
Figura 7: O Quadro Pressões – Estados – Respostas .....	60
Figura 8: Exemplo de matriz de ponderação para o indicador <i>Oportunidade de emprego local qualificado</i> do sistema APOIA-NovoRural.....	78
Figura 9: Exemplo de matriz indicadores/objetivos do método IDEA (VILAIN et al., 2004).....	84
Figura 10: Exemplo de gráfico-radar com resultados aleatórios da aplicação do método IDEA.....	85
Figura 11: Fronteira do sistema, <i>inputs</i> e <i>outputs</i> relevantes, e unidade funcional de um sistema de produção de trigo .....	93
Figura 12: Exemplo de matriz Insumos/Produtos .....	97
Figura 13: Diagrama resumido dos fluxos emergéticos agregados, para contabilidade sócio-ambiental.....	101
Figura 14: Volume da produção de grãos e área plantada no Brasil desde 1975 .....	114
Figura 15: Áreas plantadas por produção de grãos, em % da área plantada total (46,7 milhões de ha) – Estimativa das safras 2005/06.....	115
Figura 16: Evolução do consumo de carne no Brasil (de 1986 a 2004).....	117
Figura 17: Repartição das propriedades agrícolas no Brasil em função do tamanho (1996) .....	119
Figura 18: Layout do Sítio Feliz.....	139
Figura 19: Gráfico relativo aos resultados do Sítio Feliz.....	148
Figura 20: Diagrama de fluxos de energia do Sítio Feliz.....	150
Figura 21: Diagrama de fluxo de energia agregado ao Sítio Feliz.....	152

## LISTA DE APÊNDICES

A	Método IDEA: detalhe dos indicadores	167
B	Notas dos cálculos da Tabela 18 (método emergético)	175
C	Perfil da população ativa agrícola no Brasil	176

## LISTA DE SÍMBOLOS E NOMENCLATURAS

- AAC: Agriculture et Agroalimentaire Canada
- ABEF: Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos
- ABIO: Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro
- ABIPECS: Associação Brasileira Produtora e Exportadora de Carne Suína
- ACV/LCA: Análise do Ciclo de Vida
- AEE: Análise Ecológica-Energética
- ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos
- ANP: Agência Nacional do Petróleo
- APA-Petrópolis: Área de Proteção Ambiental de Petrópolis
- APOIA-NovaRural: Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural
- AS-PTA: Assessoria e Serviços a Projetos em Tecnologia Alternativa (Rio de Janeiro)
- CAMEX: Câmara do Comércio Exterior
- CEBE: Centro Estadual de Bioenergia
- CENBIO: Centro Nacional de Referência em Biomassa
- CGSDI: Consultative Group on Sustainable Development Indicators
- CNPC: Conselho Nacional de Pecuária de Corte
- CNUMAD: Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento
- CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CTIFL: Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes
- DBO: Demanda Bioquímica por Oxigênio
- DGER: Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche du Ministère de l'Agriculture
- DSR: Driving Forces – State – Response
- EER: Taxa de Intercâmbio Emergético
- EIR: Razão de Investimento Emergético
- ELR: Índice de Carga Ambiental
- EMATER Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural
- EPAGRI: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- EYR: Índice de Produção Emergética
- FAO: United Nations Food and Agriculture Organization

FBN: Fixação Biológica de Nitrogênio  
Fipe: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas  
GAP: Good Agricultural Practices  
GEE: Gases de Efeito Estufa  
GLP: Gás Liquefeito de Petróleo  
IAPAR: Instituto Agrônomo do Paraná  
IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBD: Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEA: Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles  
IDRC: The International Development Research Centre  
IEA: Instituto de Economia Agrícola  
IFS: International Food Standard  
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura  
IQVR: Índice de Qualidade de Vida Rural  
IRS: Índice Relativo de Sustentabilidade  
ISO: International Organization for Standardization  
ITC: The International Trade Center  
IUCN: World Conservation Union  
LCA: Life Cycle Analysis  
LCI: Life Cycle Inventory  
LCIA: Life Cycle Impact Assessment  
Mapa: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MDA: Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)  
MESMIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad  
MIP: Manejo Integrado de Pragas  
MST: Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra  
NEF: Número de Empregados Fixos  
NET: Número de Empregados Temporários  
OCDE: Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico  
OECD: Organization for Economic Cooperation and Development  
ONU: Organização das Nações Unidas  
PER: Pressão – Estado – Resposta

PIF: Produção Integrada de frutas  
Pronaf: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar  
PSR: Pression – State – Response  
REPA: Resource and Environmental Profile Analysis  
Sapi-Bov: Sistema Agropecuário de Produção Integrada de Carne Bovina  
SAF: Secretaria de Agricultura Familiar  
SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry  
SIPEA: Sistema Integrado de Produção de Energia e Alimentos  
UBA: União Brasileira de Avicultura  
UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina  
UNCED: United Nation Commission on Environment and Development  
UNEDP: Programa das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento  
ÚNICA: União da Agro-Indústria Canavieira de São Paulo  
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas  
UPA: Unidade de Produção Agrícola  
USDA: United States Department of Agriculture  
WB: World Bank  
WCED: World Commission on Environment and Development  
WRI: World Resources Institute

## INTRODUÇÃO

### Interesse do tema

A agricultura é umas das primeiras atividades humanas (depois da pesca e da caça), e permanece como a atividade mais vital existente, assegurando a sobrevivência humana. Conforme citou Deng Xiao Ping: “*There is no stability without agriculture, and there is chaos without cereals*”. Portanto, parece que na era tecnológica atual, a qual suplantou a era industrial, a agricultura está relegada ao terceiro plano. Às vezes fala-se do setor primário como um setor vergonhoso, já que se entende pela expressão “país desenvolvido” um país que já tenha realizado sua transição industrial há muito tempo e cuja população ativa dedica-se preponderantemente ao setor terciário dos serviços, seguido de atividades industriais e, por último, à agricultura (a população ativa agrícola é da ordem de 5% nos países europeus, representando 3% da população ativa na França, por exemplo). Existe um paradoxo entre esse “peso fraco e o peso imprescindível” da agricultura nas economias nacionais, que deveria incomodar o cidadão dos *países mais avançados* que, ao ampliar um pouco o olhar sobre as leis produtivistas lhe impuseram, perceberá que a maioria da população mundial ainda é rural e depende dessa atividade, que lhe parece tão retrógrada.

De fato, mais de 65% da população ativa asiática está no setor agrícola, número que se eleva a 70% para os países da África<sup>1</sup>. No Brasil, essa proporção era de 24% em 1996<sup>2</sup>, com tendência a diminuir rapidamente (queda de 24,4 % entre 1980 e 2000). No mundo todo, a atividade agrícola ocupava, em 2000, 1,3 bilhões de pessoas, contra um bilhão em 1980 (COLLICARD, 2004).

O perfil da população agrícola pode ser muito diferente entre um país e outro, e até de uma região para outra, dentro de um mesmo país. Assim, há 25 milhões de tratores no mundo e 75% dos camponeses do planeta trabalham manualmente; uma propriedade agrícola pode medir 70 hectares no Rio Grande do Sul e menos de um hectare na Região Serrana do Rio de Janeiro. Por isso, as diferenças de produtividade podem variar de um a mil (THOMAS, 2005).

Portanto, será que pode ser imposto um modelo de desenvolvimento de velocidade acelerada, visando a tornar um país com maioria agrícola parecido com os

---

<sup>1</sup> FAO Statistical Databases (FAOSTAT), 2000

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1996

países “sobre-industrializados” e sujeitos ao “sobre-desemprego” do hemisfério Norte? Isso representaria realmente um desenvolvimento desejável ou somente um crescimento imposto sem objetivo viável definido? Talvez seja mais pertinente, e até indispensável, adotar outro modelo de transição para esses países com altas taxas de população agrícola. Senão, as conseqüências humanas e ecológicas poderiam ser dramáticas: o exôdo rural levaria esses agricultores, predominantemente familiares, a engordar as favelas urbanas e as estatísticas do desemprego e da miséria urbanas; e a adoção de práticas super-produtivistas no campo levaria ao esgotamento da terra e dos recursos naturais. Como apontou o ex-ministro da agricultura francês Edgar Pisani:

Querendo “forçar” a terra, tomamos o risco de vê-la desaparecer. Querendo globalizar o mercado, esquecemos da necessidade que todos os povos têm de viver à sua maneira, do trabalho da sua terra. Industrializando o trabalho agrícola, expulsamos camponeses dos quais as cidades e as fábricas já não sabem o que fazer (PISANI, 1994:9).

Ele insiste nesses perigos qualificando a segunda metade do século passado como um “*semi-século ‘produtivista’ que nos afastou da ‘ordem eterna’ dos campos*” (PISANI, 1994: 10).

Mas pode se questionar em que medida afasta-se dessa “*ordem eterna*“, e se esse afastamento está continuando, irreversivelmente, ou se existe um meio de frear esse fenômeno.

#### *A relevância da sustentabilidade agrícola*

Com a Revolução Verde e a adoção de práticas intensivas visando ao aumento acelerado dos volumes das produções agrícolas, a agricultura perpetrou danos ao meio ambiente e, indiretamente, aos homens. Podem ser apontados alguns desses danos, tais como: um desperdício criminoso de água devido a uma irrigação exagerada (foi o caso, por exemplo, do cultivo de milho no Sul da França, no verão 2005<sup>3</sup>); uma erosão acelerada dos solos por manejo abusivo e a prática de monoculturas; ou ainda uma contaminação das águas doces pelos agrotóxicos ou pelo não-tratamento de dejetos animais.

De fato, o consumo de água no mundo pela agricultura é de 3.250 km<sup>3</sup> (em 2000), mais de três vezes superior ao que era em 1950, e representa 65% do consumo total de água (sobram uns 25% para a indústria e 10% para uso doméstico)

---

<sup>3</sup> O jornal Le Monde criticou a irrigação intensiva e sublinhou que 58% da água doce consumida na França foi destinada ao uso agrícola durante este período (BRONNER e GALUS, 2005).



(ABRAMOVITZ, 1996, *apud* Population Information Program, 1998). A agricultura é a principal responsável pela poluição das águas: os fertilizantes e os pesticidas contaminam as camadas de água subterrâneas e superficiais; os dejetos animais representam outra fonte de poluição persistente em certas regiões; a água devolvida aos rios após ser usada para a irrigação, com frequência é degradada por um excesso de nutrientes, pela salinidade, por patógenos e sedimentos que a tornam imprópria a qualquer uso sem passar por estações de tratamento (KLOHN and WOLTER, 1998, *apud* Population Information Program, 1998)<sup>4</sup>. Os países industrializados, como os da Europa e América do Norte, enfrentam enormes problemas de poluição da água: 90% dos cursos d'água europeus têm altas concentrações de nitratos, oriundos dos produtos químicos agrícolas, e 5% deles apresentam concentrações de nitratos mais de 200 vezes superiores às dos rios não poluídos (WHO, 1992 *apud* Population Information Program, 1998).

A esses impactos diretos ao meio ambiente, somam-se os efeitos perversos que essas mesmas produções podem ter nos Homens. É necessário considerar aqui os dois aspectos do “reverso da medalha”: ao nível da alimentação e da saúde humana, mas também em escala mundial, ao nível da saúde das sociedades e do desenvolvimento rural.

Ao nível da contaminação alimentar, os casos de doenças animais, e, por conseguinte, humanas, são numerosos e muito preocupantes atualmente, como por exemplo: a febre aviária aparecida na Ásia está entrando na União Européia; o problema da vaca louca (ou BSE<sup>5</sup>), cujos primeiros casos foram detectados em 1986, ainda não foram resolvidos; o caso dos Organismos Geneticamente Modificados ou Transgênicos, ainda que se afirme que não representam riscos para a saúde e o meio ambiente, poderiam conter alguns gens “não-desejáveis”; a síndrome tóxica de colza, ou caso do azeite envenenado, ocorrido na Espanha em 1981, causou a morte de 650 pessoas (GOMES e BORBA, 2000). Tais acontecimentos incitam atualmente vários países importadores de produtos agrícolas, principalmente de carne, a se tornar mais exigentes em termos de legislação e de controle sanitário, de forma que a rastreabilidade da cadeia

---

<sup>4</sup> Nos Estados Unidos, produtos químicos, sedimentos liberados pela erosão e os dejetos animais degradaram 280.000 km de vias de água e diz-se que a agricultura é responsável por 70% da poluição da água nos EUA. Na Índia, a sobre-irrigação com salinização provocou o abandono de 44 milhões de ha de terras de alta qualidade (Population Information Program, 1998).

<sup>5</sup> Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE)

agroalimentar está virando uma condição *sine qua non* para a acessibilidade ao mercado externo.

Além desses efeitos sobre a saúde humana, existem, infelizmente, outros efeitos nefastos da agricultura, mais perversos por serem menos evidentes: o consumo de frutas e verduras, aparentemente sãs por serem bonitas, nas quais foram aplicados agrotóxicos, pode levar a outro tipo de contaminação; o trabalho agrícola próximo a uma área pulverizada por agrotóxicos pode levar a doenças ou até à morte<sup>6</sup>.

Enfim, a expansão da monocultura, nas mãos de grandes fazendeiros, além de provocar a devastação florestal ou de causar a perda das espécies nativas, tem também um grande impacto social: provoca o deslocamento de famílias camponesas que não têm mais como praticar seus cultivos de sobrevivência (foram quase cem mil pessoas a “fugir” do campo paraguaio desde 2000, por exemplo).

#### *Relevância de tratar das metodologias de avaliação da sustentabilidade da agricultura*

Escreveu-se muito em relação ao tema da sustentabilidade, mas pouco sobre a operacionalização do seu conceito. Vários autores apontaram a falta de ferramentas e de uma definição da sustentabilidade precisa e objetiva para que possam ser definidas implicações operacionais claras, e uma estratégia de ação voltada ao desenvolvimento sustentável (DAROLT, 2001; VAN BELLEN, 2004).

Por exemplo, o método Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA), que será apresentado neste estudo, já foi comprovado e aplicado na França (e até no Brasil); ele permite avaliar a sustentabilidade de uma unidade de produção, utilizando dados coletados diretamente com os agricultores. Mas ao ser aplicado ao tecido agrícola francês no seu conjunto, a partir das bases de dados da Rede de Informação Contábil Agrícola (RICA) e do Censo Agrícola (RA), conheceu dificuldades e teve que sofrer algumas alterações: certos indicadores foram adaptados, e outros foram abandonados por falta de dados secundários correspondentes nas bases de dados<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Como sublinhou a imprensa equatoriana no mês de julho 2005, o cultivo intensivo da soja chegou a matar gado e famílias: foi relatada a contaminação do gado e de 300 famílias no Sudeste do Paraguai por dois grandes produtores (brasileiros) de soja, em dezembro 2003. Esses produtores costumavam usar herbicidas muito agressivos e limpar os pulverizadores no rio próximo. Além de causar lesões cutâneas a essas famílias que trabalhavam na proximidade, pulverizaram acidentalmente o produto numa criança que passou de bicicleta do lado do seu campo: o menino de 11 anos não sobreviveu.

<sup>7</sup> Assim foi criada uma metodologia alternativa à metodologia IDEA, o método IDERICA (VILAIN et al., 2004).

Isso mostra que ainda fazem falta ferramentas de avaliação da sustentabilidade, mas sabe-se também que uma ferramenta preestabelecida *a priori* não atenderá os requisitos de qualquer estudo. Portanto, objetivar-se-á apresentar metodologias genéricas e abrangentes, aplicáveis a todo tipo de sistema de produção agrícola. Assim, cada caso a ser estudado necessitaria suas próprias adaptações, em função das prioridades em termos de sustentabilidade que seriam adotadas (O que se vai sustentar? Durante quanto tempo? E a que escala espacial?) (MASERA et al., 1999, *apud* BORBA, 2001).

#### As fronteiras do estudo

Por serem polêmicos e emergentemente atuais, seria muito relevante abordar os temas dos transgênicos, do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST) e do direito à terra e dos subsídios agrícolas<sup>8</sup> outorgados pelos governos dos "países industrializados" (principalmente da União Européia e dos Estados Unidos da América) a seus agricultores: são elementos de grande influência sobre a sustentabilidade da agricultura brasileira, já que mudam as relações de força e estão na origem de desigualdades entre agricultores, em nível internacional e nacional, e impactam diretamente o meio ambiente e a sociedade. Portanto, são temas altamente políticos e ricos em controvérsias, que merecem uma atenção particular e aprofundamento. Por essa razão, foi decidido não entrar em nenhum desses debates no estudo apresentado a seguir.

---

<sup>8</sup>Os subsídios da União Européia, pela sua Política Agrícola Comum (a qual está em fase de revisão atualmente), representam 36% das receitas totais dos produtores, segundo os dados da OCDE (2001).

# 1 METODOLOGIA

## Objetivos e Hipótese

A constatação de que não são realizadas análises da sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (ou só muito esporadicamente, para fins experimentais ou didáticos), nem por parte dos agricultores, nem pelos especialistas de extensão rural, motivou esse questionamento: existe uma metodologia de avaliação da sustentabilidade agrícola útil e aplicável pelos produtores?

Isso levou à definição do **objetivo geral** deste estudo: analisar metodologias de avaliação da sustentabilidade de sistemas produtivos agrícolas, a fim de identificar alguma que seja de fácil compreensão, interpretação e aplicação pelos próprios agricultores. Mais precisamente, dirige-se aos pequenos agricultores familiares, já que são considerados como o *locus* ideal ao desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável<sup>9</sup>.

Para atingir este objetivo, foram trabalhados os seguintes **objetivos específicos**, que estruturaram esta dissertação:

1. Identificar as diferentes metodologias de avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção agrícola hoje existentes. Foram identificadas duas grandes tendências: as metodologias que usam conjuntos de indicadores, dissecando o sistema produtivo nas suas grandes dimensões de sustentabilidade (geralmente constam de indicadores, ambientais, econômicos e sociais); as metodologias de análise integradora, que consideram o sistema produtivo como uma só entidade e o analisa em termos energéticos.  
Não se pretende apresentar uma lista exaustiva das metodologias propostas pela bibliografia, mas sim alguns exemplos de metodologias recentes que apresentam alguma relevância, ou por serem amplamente reconhecidas, ou pelo seu aspecto didático, e que foram julgadas pertinentes para o objetivo geral.
2. Comparar as metodologias previamente descritas: tentar-se-á indicar, para cada tendência, a ferramenta que seja mais adequada para o uso dos agricultores.
3. Aplicar as duas ferramentas selecionadas no caso de uma fazenda familiar, de produção diversificada.

---

<sup>9</sup> Ver sobre esse assunto SIMÕES DE CARMO (1998).

4. Fazer a análise crítica e comparativa das duas “ferramentas”, em termos de aplicabilidade e relevância, para verificar sua validade e seu potencial de uso generalizado pelos próprios agricultores.

Para tal serão consideradas as seguintes premissas:

- A sociedade, os órgãos de extensão agrícola e os produtores em particular têm interesse em alcançar um maior nível de sustentabilidade na agricultura;
- Existem, atualmente, metodologias para avaliar a sustentabilidade de um sistema agrícola, que são bastante adequadas para o uso de microprodutores.

A **hipótese central** deste estudo é que, das metodologias atualmente existentes e aplicáveis, para o uso de microprodutores, se pode propor uma ferramenta visando o automanejo, com a finalidade de aumentar a sustentabilidade do sistema produtivo.

#### Desenvolvimento do trabalho

Para atingir esses objetivos, o estudo foi desenvolvido em duas macroetapas, e seguiu o procedimento metodológico apresentado na Figura 1:

1. A primeira etapa foi fundamentada na construção de um marco teórico baseado na revisão bibliográfica:
  - por um lado, tentar-se-á esclarecer conceitos relativos ao desenvolvimento sustentável e à sustentabilidade agrícola, a fim de nivelar os conceitos antes de abordar as partes mais operacionais do estudo. Não serão discutidos a não-sustentabilidade do modelo agrícola dito moderno (oriundo da Revolução Verde, que supostamente entende-se como não-sustentável), mas sim os conceitos mesmos da sustentabilidade e a amplitude do vocabulário que abrangem. Isto será o foco do capítulo 2.

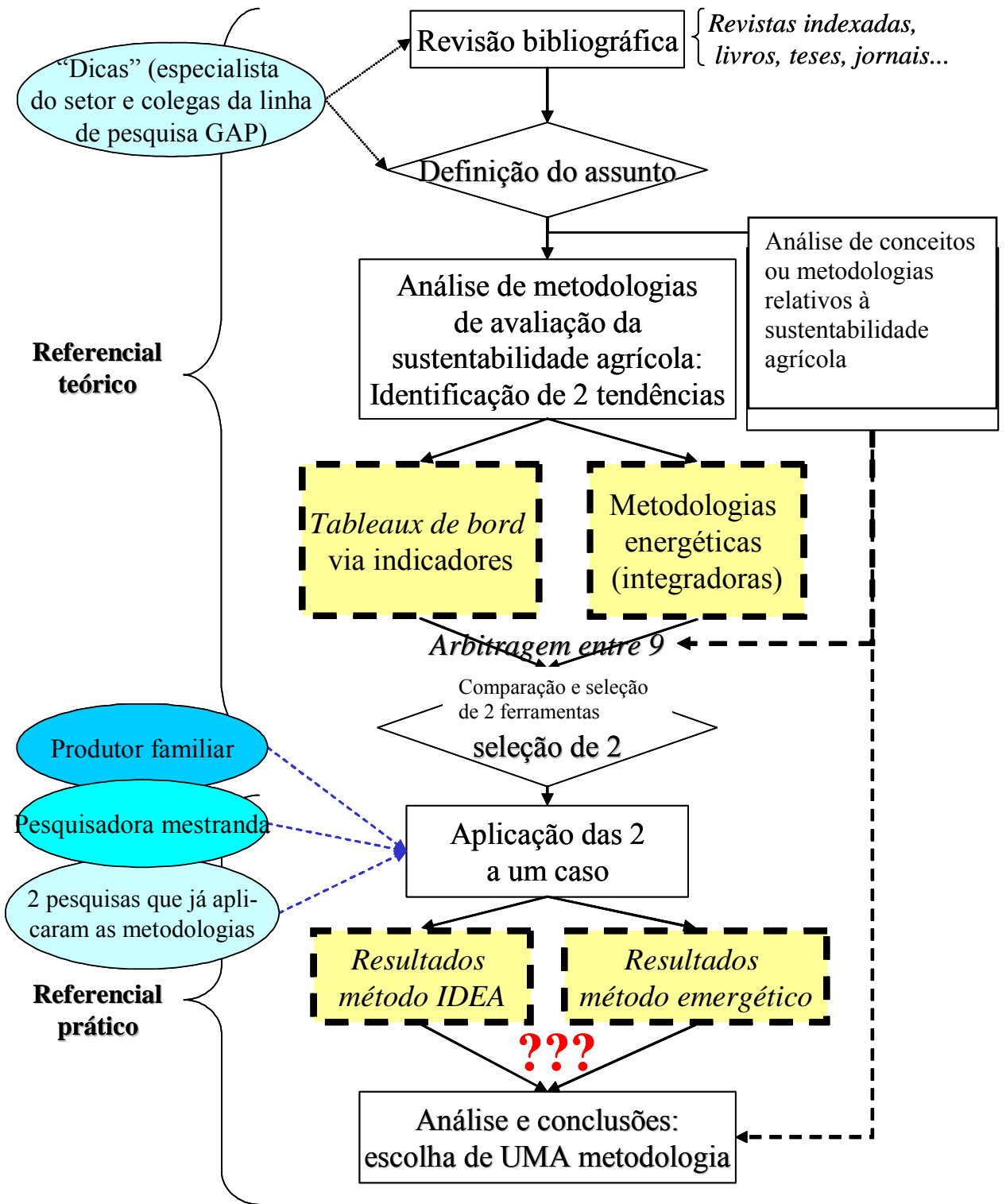


Figura 1: Fluxograma da metodologia desenvolvida para realizar a pesquisa

Fonte: Elaboração própria

- por outro, será feito um levantamento das metodologias hoje existentes e utilizadas, e uma seleção das que apresentam certa relevância para o estudo e a análise crítica dessas, tal como apresentado no capítulo 3. Pode se estranhar que, dos métodos apresentados, não apareçam aqueles com ferramentas informáticas (já que existem várias ferramentas deste tipo operacionais atualmente). A preocupação central desta parte é que a abordagem da metodologia seja válida e que essa seja aplicável a qualquer tipo de produção, em particular aos micro-produtores familiares. Por isso, julgou-se adequado não levar em consideração as ferramentas que necessitam de aplicativos particulares, mesmo que seja um simples computador. A única ferramenta que deve ser necessária é o bom senso.

Um momento crítico deste estudo será a comparação entre as nove metodologias pré-selecionadas, já que, apesar de inspirados na bibliografia, os critérios de avaliação foram estabelecidos pela pesquisadora e são, por definição, subjetivos; e a seleção das duas ferramentas a serem aplicadas no estudo de caso.

2. A segunda etapa reporta-se ao referencial prático:

- será apresentado, no capítulo 4, um retrato, em grandes linhas, da agricultura no Brasil, e, particularmente, da agricultura familiar brasileira. Tentar-se-á apontar alguns números explícitos relativos aos aspectos da sustentabilidade agrícola, a partir de dados estatísticos nacionais e internacionais;
- o capítulo 5 relatará a aplicação das duas metodologias a um sistema de produção familiar orgânico, no estado do Rio de Janeiro, com o fim de testá-las e verificar o quanto são aplicáveis e relevantes (graças ao apoio de dois pesquisadores que já tinham trabalhado com cada uma das metodologias escolhidas);
- enfim, serão analisados os resultados obtidos e o procedimento de aplicação realizado, comparando e criticando as citadas metodologias, a fim de concluir com uma nova proposta. Esse será o objeto de estudo do capítulo 6.

As principais etapas metodológicas do trabalho de pesquisa estão apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Resumo das etapas metodológicas do trabalho de pesquisa

	<b>Etapas do trabalho</b>	<b>Fontes e métodos utilizados</b>
<b>Referencial Teórico</b>	<b>1.</b> Elaboração de um <b>marco teórico-conceitual para definir a agricultura sustentável</b> : dimensões da sustentabilidade (social, ecológica, econômica, técnica e político-institucional); listagem do vocabulário hoje usado; nivelamento de conceitos.	<b>Dados secundários:</b> Revisão bibliográfica.
	<b>2.</b> Marco teórico para <b>avaliar a sustentabilidade</b> de uma Unidade de Produção Agrícola: descrição dos métodos atuais: - exemplos de conjuntos de indicadores: OECD; do Canadá; de Portugal; proposta de Vargas Moura L.G. (fumicultores familiares, Porto Alegre); proposta de Darolt, M. (agricultura orgânica no Paraná); Embrapa (APOIA-Novo Rural), método IDEA (Vilain, L.); - metodologias sistêmicas: matriz “inputs-outputs”, Análise do Ciclo de Vida (ACV), análise energética, <b>“análise emergética”</b> ; - limites e vantagens de cada método; Tabela comparativa; e seleção de uma metodologia de cada tendência.	<b>Dados secundários:</b> Revisão bibliográfica.  <b>- Método IDEA (VILAIN)</b> <b>- Análise emergética (ODUM)</b>
<b>Referencial prático</b>	<b>3.</b> Retrato (macro) da agricultura e da agricultura familiar brasileira – Aspectos da sustentabilidade.	<b>Dados secundários:</b> IBGE, Embrapa, Epagri, Ministério da Agricultura, Ministério do Desenvolvimento Agrário, dados do Governo Federal.
	<b>4. Estudo de caso:</b> - dados gerais; - aplicação das duas ferramentas escolhidas e descritas na etapa 2: metodologia IDEA (41 indicadores, 10 componentes) e metodologia emergética (extração de seis índices emergéticos principais); - Comparação dos resultados obtidos com as duas metodologias: análise de relevância dos resultados e de aplicabilidade das metodologias.	<b>Dados secundários:</b> Dados da Emater-Petrópolis <b>Dados primários:</b> entrevistas, visitas ao sítio <b>Dados secundários:</b> Emergéticos (valores das transformidades): dados da Universidade da Flórida, Gainesville. Síntese / Avaliação Discussão

Fonte: Elaboração própria



## **PARTE 1: REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2 CONCEITOS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

Antes de abordar o foco central do trabalho e apresentar o levantamento bibliográfico das metodologias hoje existentes em termos de avaliação da sustentabilidade, é relevante e quase imprescindível nivelar alguns conceitos. Principalmente, os de sustentabilidade, tema muito comentado atualmente, e de agricultura sustentável. Como se sabe, a sustentabilidade pode ser apresentada segundo vários enfoques – dependendo dos pontos de vista e dos interesses que serve, e a agricultura sustentável pode revestir um vocabulário amplo e pleno de matizes difíceis de diferenciar. Aliás, há dificuldade em definir a sustentabilidade, principalmente em razão da controvérsia entre economistas e ecologistas. Consequentemente, como observam alguns autores, à medida que não existe consenso relativo sobre o conceito, observa-se também uma disparidade conceitual considerável nas discussões referentes à avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento e às medidas necessárias para alcançá-lo (VAN BELLEN, 2004).

Não se pretende ser exaurir a apresentação das visões e dos conceitos que será feita nesse primeiro momento, mas tentar-se-á ser objetivo na exposição das definições, ou melhor, das conceituações, consensuais, do tema tratado.

Se se procurar cruamente no dicionário, pode ser encontrada para a palavra “sustentabilidade” a definição seguinte:

característica do que pode ser sustentado. Do latim sus-tentare: segurar por baixo; ou gerar os recursos materiais para a sobrevivência de; ou ainda: garantir e oferecer os meios necessários para a realização e a continuação de uma atividade (umas das definições de HOUAISS, 2001).

Parece que o primeiro questionamento importante a ser levantado é: O QUÊ deve ser sustentável, e para QUEM. Entende-se facilmente que, à primeira vista, os objetivos de sustentabilidade de um agricultor da América do Norte, proprietário de um latifúndio superior a mil hectares de cultivo de milho podem ser diferentes da noção de sustentabilidade para um micro-produtor do Nordeste do Brasil, cujo único objetivo é alimentar-se da própria produção.

## 2.1 Da necessidade de uma abordagem sistêmica

A maioria das análises consideram o meio ambiente como externo, separado das pessoas e do mundo do trabalho, um fato decorrente de herança cultural e ética. Alguns autores, como Chambers, Simmons e Wackernagel, partem de uma perspectiva diferente, afirmando que o mundo do trabalho não pode ser separado do mundo natural (CHAMBERS et al., 2000, *apud* VAN BELLEN, 2004). Em termos de fluxo de matéria e energia, simplesmente não existe o termo externo, sendo que a economia humana nada mais é do que um subsistema da ecossfera, uma das premissas básicas do sistema, segundo os autores.

Para introduzir a abordagem sistêmica e sua necessária adoção para este estudo, é muito relevante falar de René Passet, autor que influenciou muitos outros neste tema. No começo do seu livro *L'économique et le vivant* (1996), ele faz uma analogia entre a economia e a ecologia, e sublinha a fraqueza da economia – que perdeu de vista a preocupação com a própria capacidade de reproduzir-se. Privilegiou o curto prazo, e, neste sentido, se opôs às leis da ecologia que são geridas pelo longo prazo. Ele tenta demonstrar assim as interações existentes entre as atividades econômica e humana, e a biosfera, que representa o capital físico que sustenta o planeta. Ele propõe um modelo includente, ou seja, que a esfera econômica diretamente incluída na esfera das atividades humanas, a qual está incluída na biosfera, como representado na Figura 2 a seguir.

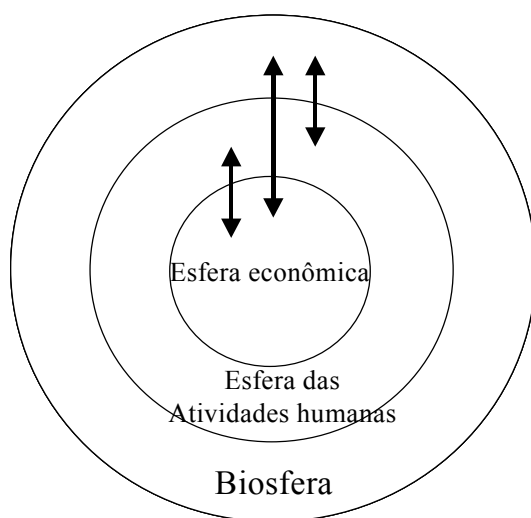


Figura 2: Esferas das atividades humanas

Fonte: Adaptado de PASSET (1996)

O autor quer mostrar que a finalidade do processo econômico e de qualquer atividade produtiva em geral (entende-se também as atividades agrícolas) é função da biosfera e das atividades humanas, e função da capacidade de reprodução destas esferas.

### Da Teoria geral dos sistemas e da Complexidade

Não é objeto deste estudo discutir a teoria dos sistemas, mas apenas destacar os conceitos importantes e imprescindíveis para um entendimento nivelado.

O pensamento sistêmico é uma concepção basicamente "holística"<sup>10</sup>, apresentada em 1950 por Ludwig von Bertalanffy em sua teoria geral dos sistemas. Nisso, opõe-se à abordagem reducionista clássica, consolidada por Descartes, que divide o todo em partes e as estuda separadamente.

Um grande número de autores dedicou-se ao estudo da teoria de sistemas resultando em diversas definições e conceitos que contemplam vários princípios básicos que configuram um sistema: um conjunto de componentes inter-relacionados; visão do todo com a presença de diversos níveis ou subsistemas; organização; complexidade; interação dinâmica; autonomia e objetivos determinados (VARGAS MOURA, 2002).

O sociólogo francês Edgar Morin aborda a questão de complexidade para tratar a noção de sistema. Ele sustenta que o ser humano foi ofuscado pela noção reducionista de partes isoladas e separadas do todo. Com efeito, a mente da cultura humana está profundamente condicionada a pensar assim. No entanto, quando se entra em contato com a idéia de sistema, esse ofuscamento reducionista (que só vê as partes) pode ceder lugar a um deslumbramento "holístico", que só vê o todo. Segundo o autor, "precisamos de um conceito sistêmico que exprima simultaneamente unidade, multiplicidade, totalidade, diversidade, organização e complexidade"<sup>11</sup> (MORIN, 1977).

A complexidade está relacionada a causas inerentes à composição do sistema (número e característica de seus elementos e, sobretudo, de suas inter-relações); a causas provenientes das incertezas de seu meio ambiente e enfim, a outras relações que numerosos trabalhos científicos têm estudado como a relação entre determinismo e acaso e/ou entre ordem e desordem.

---

<sup>10</sup> Holístico: adjetivo relativo à abordagem, no campo das ciências humanas e naturais, que prioriza o entendimento integral dos fenômenos, em oposição ao procedimento analítico em que seus componentes são tomados isoladamente (HOUAISS, 2001).

<sup>11</sup> O enfoque sistêmico foi também definido por Rosnay como "*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, *apud* VARGAS MOURA, 2002). O mesmo autor propôs uma definição concisa de um sistema no seguinte conceito: "*um sistema é um conjunto de elementos em interação dinâmica, organizado em função de um objetivo*".

Na agricultura, surgiu a necessidade do enfoque sistêmico desde que se tomou consciência de que a realidade agrícola é complexa. Isto porque a abordagem sistêmica permite realizar um diagnóstico capaz de “dar conta da complexidade e da diversidade que, em geral, caracterizam a atividade agrícola e o meio rural” (FAO/INCRA, 1997, *apud* VARGAS MOURA, 2002). É neste ponto que reside também a maior dificuldade para avaliar a sustentabilidade, no desafio de explorar e analisar um sistema holístico, ou seja, não enxergar apenas os, por si só complexos, sistemas econômico, social e ecológico, mas também a interação entre estes sistemas (HARDI, 2000 *apud* VAN BELLEN, 2004).

Tal como definido por Dufumier, o sistema de produção

é a combinação, no espaço e no tempo, de quantidades de força de trabalho e de diversos meios de produção como terra, máquinas e equipamentos, benfeitorias e insumos para a obtenção de diferentes produções agrícolas, vegetais ou animais. Engloba os subsistemas de cultivo, criação e de primeira transformação dos produtos agrícolas na unidade de exploração (DUFUMIER, 1996 *apud* FAO/INCRA, 1999).

Um agroecossistema é definido como:

um local de produção agrícola – uma propriedade agrícola, por exemplo – compreendido como um ecossistema<sup>12</sup>. O conceito de agroecossistema proporciona uma estrutura com a qual podem ser analisados os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção e as interconexões que as compõem (GLIESSMANN, 2000 *apud* LINHARES, 2002).

Portanto, entende-se que a definição do agroecossistema a ser estudado, constando da identificação dos seus limites, do contexto, dos elementos e subsistemas que o compõem, vai ser de grande importância para iniciar uma avaliação de sustentabilidade. Já que desta definição inicial dependerá a análise da estrutura e da função do sistema, e a necessária identificação das inter-relações intra e inter-sistemas.

A tendência atual está a favor desta abordagem sistêmica no meio agrícola, mas ainda permanecem fortes as concepções teóricas baseadas no paradigma positivista, e o desenvolvimento de ferramentas de análise relacionadas, cujos resultados se afastem

---

<sup>12</sup> “Ecossistema é a unidade funcional básica na ecologia, pois inclui todos os organismos vivos que funcionam em conjunto (comunidade biótica) interagindo com o meio abiótico; cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para manutenção da vida, como a conhecemos, na Terra” (ODUM, 1988:9).

dos objetivos preconizados da sustentabilidade. É um aspecto que deverá ser tomado em consideração mais à frente deste estudo.

#### A Unidade de Produção Agrícola (UPA)

Existem diferentes níveis de agroecossistemas e, portanto, poderia ser estudada a sustentabilidade em diversos níveis. Se estiver enumerando do mais abrangente ao mais específico, vão de um nível geral até chegar à unidade de produção agrícola (Internacional  $\Rightarrow$  Nacional  $\Rightarrow$  Regional  $\Rightarrow$  Municipal  $\Rightarrow$  Unidade de Produção Agrícola). Cada um desses sistemas pode ser considerado como um sistema de produção (tal como definido no parágrafo anterior, constando de meios de produção que sejam força de trabalho, equipamentos ou terra, e de produções, agrícolas ou pecuárias) e ser objeto de um estudo de sustentabilidade próprio. Por exemplo, como será apresentado no item seguinte, a OCDE desenvolveu uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade dos diversos países que a compõem: a análise se coloca no nível internacional.

Mas deve ser considerado que esses diversos níveis influenciam uns aos outros. Por exemplo, os efeitos resultantes de uma atividade agrícola convencional com a utilização de agrotóxicos são relevantes para a unidade de produção e para os sistemas agrícolas locais e regionais que a rodeiam: podem influenciar os indicadores de sustentabilidade de diversas unidades de produção agrícola (MÜLLER, 1996, *apud* DAROLT, 2001).

Na maioria dos estudos em que se utiliza o enfoque sistêmico, a unidade de decisão encontra-se na unidade de produção (UPA), em função do maior controle quantitativo e qualitativo dos dados, mesmo quando entidades de maior nível na hierarquia dos sistemas ditam políticas de desenvolvimento. A presente pesquisa e o estudo de caso se situam neste nível menor, da UPA propriamente dita, que abrange um sistema de produção familiar, de pequena escala. Portanto, o primeiro passo da análise de sustentabilidade é a definição desta UPA; com o estabelecimento das suas fronteiras físicas, a determinação do contexto no qual está incluída (dinâmicas regionais), a determinação dos subsistemas e dos elementos que a compõem (tantos físicos quanto sociais ou institucionais) e das interações (fluxos de matéria, energia e informação) que existem entre esses.

O esquema da Figura 3 apresenta um exemplo de UPA que foi estudada por Tolmasquim (1984): é um Sistema Integrado de Produção de Energia e Alimentos

(SIPEA) que foi desenvolvido pelo Centro Estadual de Bioenergia (CEBE) da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, a poucos quilômetros de Porto Alegre. Tentou-se representar nele os componentes principais, que são: as pessoas (a família), o subsistema de cultivos e o subsistema animal, o subsistema florestal, os fatores internos (estratégias, metas, conhecimentos do produtor), as inter-relações entre os componentes do sistema (fluxos de energia que se trocam internamente) etc.

Como sublinhado por Moacir Darolt, pode-se notar que esta Figura mostra ainda que o recurso natural é a base física do sistema; ele está presente nos subsistemas animal, vegetal e florestal. A dinâmica do sistema é função de fatores internos; o agricultor e sua família são o centro do sistema, pelas orientações e decisões tomadas graças ao acesso à informação, controle dos meios de produção e por fatores externos como o sistema de comercialização, política agrícola e mercado. O uso e o manejo dos recursos naturais mais racionais não serão, portanto, um fim em si mesmo, mas sim um meio para viabilizar a manutenção da família no sistema de forma sustentável.

Vale sublinhar que a UPA é um sistema dinâmico, ou seja, as condições dos componentes e suas inter-relações mudam com o tempo. Para que a análise seja válida, será necessário redesenhá-la periodicamente, redefinindo os elementos e as inter-relações que a compõem e requantificando os fluxos dessas interações.

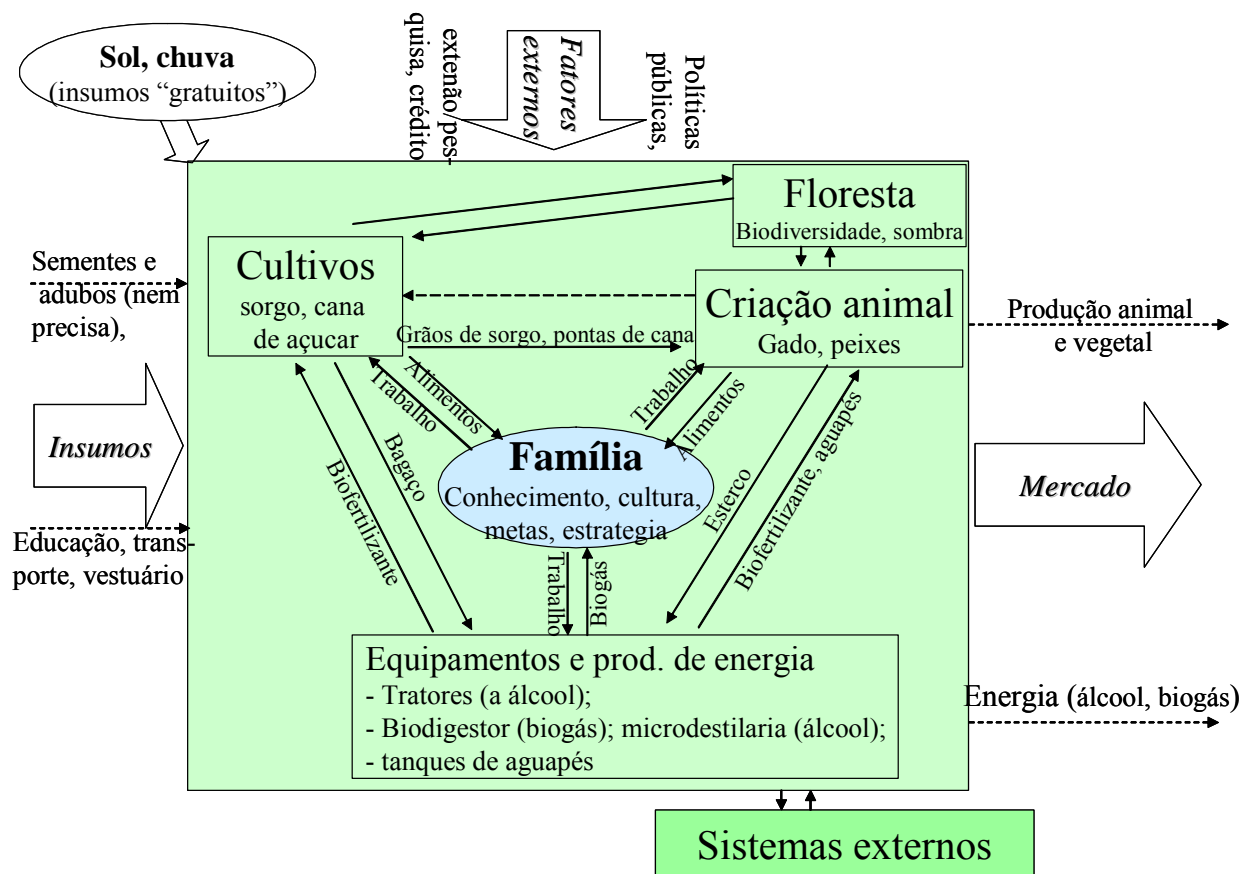


Figura 3: Exemplo de Unidade de Produção Agrícola

Fonte: Adaptado a partir do Sistema Integrado de Produção de Energia e Alimentos (SIPEA) apresentado por TOLMASQUIM (1984)

## 2.2 Do conceito de desenvolvimento sustentável...

### Origem e princípios do desenvolvimento sustentável

O objetivo não é fazer um histórico do conceito de “desenvolvimento sustentável”; outras referências o fizeram muito melhor. Somente serão apresentados algumas datas e fatos marcantes, para entender e se familiarizar com o conceito questionado.

A preocupação da comunidade internacional com os limites do desenvolvimento do planeta data da década de 60, e o primeiro grande evento com dimensão mundial foi a Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (1972), promovida pela ONU. Naquela ocasião, foram discutidos os potenciais efeitos nocivos das mudanças climáticas globais e agendadas futuras reuniões internacionais para o acompanhamento desse assunto. Foi no mesmo ano que Dennis Meadows e os pesquisadores do “Clube de Roma” publicaram o famoso estudo *Limites do Crescimento*. Em 1973, apareceu o termo de “eco-desenvolvimento”, conceitualizado por Ignacy Sachs e predecessor do termo Desenvolvimento Sustentável.

No ano de 1987, a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), presidida por Gro Harlem Brundtland e Mansour Khalid, apresentou um documento chamado *Our Common Future*, mais conhecido por Relatório Brundtland, que definiu o “Desenvolvimento sustentável” como um “*desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades*”.

Cinco anos depois, em 1992, foi realizada no Rio de Janeiro a maior conferência da história, a UNCED-92, com participação dos principais líderes de mais de cem nações: mostrou um crescimento do interesse mundial pelo futuro do planeta; muitos países deixaram de ignorar as relações entre desenvolvimento socioeconômico e modificações no meio ambiente. Entretanto, as tomadas de decisões foram freadas, notadamente pelos Estados Unidos, que forçaram a retirada dos cronogramas para a eliminação da emissão de CO<sub>2</sub> (que constavam do acordo sobre o clima) e não assinaram a convenção sobre a biodiversidade. Em 2002, na África do Sul, foi realizada a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, para “comemorar o Rio + 10” e avaliar o avanço das ações decididas dez anos antes. Apesar do balanço para a maioria dos países participantes ter se revelado mitigado, este evento



reforçou o comprometimento internacional, e apontou a interligação entre pobreza, segurança e desenvolvimento sustentável. Permitiu afirmar a vontade de acelerar o processo e a elaboração de um plano de ação para alcançar os objetivos de Rio e progressos ambientais.

SACHS (1993) enfatiza que no conceito do desenvolvimento sustentável, o termo sustentabilidade traduz a relação entre sistemas econômicos dinâmicos e sistemas ecológicos, extremamente dinâmicos, mas lentos em suas transformações, estabelecendo limites às atividades humanas em função da capacidade de suporte dos ecossistemas, e tendo como metas: a preservação indefinida da espécie humana, o respeito às individualidades, e a promoção do desenvolvimento da cultura humana<sup>13</sup>.

Existe um número muito grande de definições alternativas para o termo desenvolvimento sustentável, das quais a grande maioria considera que o crescimento econômico deve ocorrer em harmonia com o meio ambiente e visando ao bem-estar da atual e das futuras gerações; ou seja, deve integrar a viabilidade econômica com prudência ecológica e justiça social. A definição consagrada desde então é a que foi enunciada acima (UNCED, 1987). Consensual por ser abrangente e refletir a idéia de perenidade, esse conceito pode também ser sujeito a várias interpretações.

Para alguns autores, a confusão envolvendo o conceito de desenvolvimento sustentável não é totalmente impropriedade: de alguma maneira, esta discussão reflete os conflitos de interesse acerca do tema (WACKERNAGEL e REES, 1996, *apud* VAN BELLEN, 2004). Eles argumentam que a sustentabilidade é, na verdade, um conceito simples, pelo menos conceitualmente. A interpretação dos autores para a definição de desenvolvimento sustentável (encontrada no Relatório Brundtland) é que o imperativo econômico convencional, maximização da produção econômica, deve ser restringido em favor dos imperativos sociais (minimização do sofrimento humano atual e futuro) e ecológicos (proteção da ecosfera). O desenvolvimento sustentável depende então de reduzir a destruição ecológica, principalmente através da diminuição das trocas de energia e matéria-prima dentro da economia. Neste sentido, a sustentabilidade para os autores se assimila à proposta do Material Inputs per Service, de desmaterialização da economia e do aumento da qualidade de vida, principalmente para a maioria mais pobre do mundo. Insistem no conceito de capacidade do capital natural e levantam a questão

---

<sup>13</sup> A partir desta conceituação, Sachs considera o ecodesenvolvimento como constituído por cinco dimensões (sociocultural, técnico-agronômica, econômica, ecológica e político-institucional) apresentadas no item a seguir.

de quanto capital natural é suficiente ou necessário para manter o sistema. A discussão destas diferentes possibilidades é que origina os conceitos de sustentabilidade forte e fraca<sup>14</sup>.

Deve-se sublinhar que o ponto de convergência das diferentes definições está no carácter multidimensional da sustentabilidade, o que será objeto do item seguinte (2.3).

### O conceito de sustentabilidade agrícola e a dificuldade de operacionalização

Vários autores insistem na falta de consenso afirmando que “a agricultura sustentável ainda não tem um claro entendimento conceitual e operacional, apesar de fazer parte do discurso em quase todos os setores da sociedade” (QUIRINO et al., 1999, *apud* VARGAS MOURA, 2002). Segundo Maristela Simões do Carmo (1998):

O qualitativo sustentável da agricultura, oportunisticamente, possui diversas conotações, conforme os interesses de classe. Os limites entre sustentar e desenvolver refletem-se nas dificuldades em se trilhar o desenvolvimento sustentado, que começa pela imprecisão e falta de consenso sobre o termo (SIMÕES DE CARMO, 1998:7).

Além da falta de consenso sobre a conceituação, apontam assim outra fraqueza: a dificuldade de operacionalização. São poucas as ferramentas propostas para tal intento.

Referente a esse tema, J. W. Hansen (1996), da Universidade da Flórida, fez um levantamento interessante das diferentes abordagens e definições da sustentabilidade aplicada à agricultura: apresentou duas escolas com objetivos diferentes. A primeira escola interpreta a sustentabilidade como um conceito de prescrição de metas (apoio à tomada de decisão) e o subdivide entre duas tendências: “sustentabilidade como uma ideologia” e “sustentabilidade como um conjunto de estratégias”. A segunda escola interpreta a sustentabilidade como um conceito para descrever o sistema e, dentro desse, diferencia a “sustentabilidade como habilidade para alcançar vários objetivos” e a “sustentabilidade como habilidade para continuar”.

Para aprofundamento do tema, na Tabela 1 a seguir são listados os autores referentes às diferentes interpretações citadas acima.

---

<sup>14</sup> No conceito de sustentabilidade fraca aceita-se a hipótese de que existe perfeita substituição entre capital natural e material, o que garante uma capacidade produtiva às gerações futuras equivalente ao que é disponível à geração presente. No conceito de sustentabilidade forte, as duas formas de capital não são substituíveis e, portanto, o crescimento sustentável só se dará se o nível do estoque natural fosse mantido constante (CEDDIA, 2000, *apud* JESUS, 2003).

Tabela 1: Interpretações do conceito de Sustentabilidade Agrícola e autores relacionados

<b>Escolas conceituais</b>	<b>Interpretações da Sustentabilidade Agrícola</b>	<b>Autores relacionados</b>
Prescrição de metas	Sustentabilidade como uma ideologia	Mac Rae et al, Neher, Francis & Youngberg, Bidwell
	Sustentabilidade como um conjunto de estratégias	Francis, Lockeretz, Carter, Ruttan
Descrição de sistema	Sustentabilidade como a habilidade para alcançar uma série de objetivos	American society of Agronomy, Keeney, Brklacich et al., Harwood.
	Sustentabilidade como habilidade para <i>continuar</i>	Monteih, Conway, Gray, Hamblin.

Fonte: Resumido a partir de HANSEN (1996)

Todos os autores consultados apontam, apesar da riqueza de referência, a dificuldade de encontrar exemplos concretos para a operacionalização do conceito de sustentabilidade, e a falta de critérios objetivos para guiar os esforços de melhoria dos sistemas agrícolas (HANSEN, 1996; SIMÕES DE CARMO, 1998; DAROLT, 2001; VARGAS MOURA, 2002; LINHARES, 2002). Dentro dos elementos que dificultam sua operacionalização, estão entre outros, a difícil valoração de recursos naturais ou de impactos (externalidades), porque não tem preço convencionado no mercado; a difícil identificação de todas as variáveis a considerar (complexidade); e o método de avaliação (com indicadores por exemplo). Nesse aspecto, parece pertinente a tentativa de contribuir, via a análise de metodologias de avaliação da sustentabilidade, a esse esforço de operacionalização, voltado diretamente aos próprios produtores e aos técnicos de Extensão Rural.

Quanto a uma definição consensual da Agricultura Sustentável, um item posterior (2.4) tratará de quantas terminologias diferentes já foram utilizadas e a que correspondem. Na verdade, frente à dificuldade de definir genericamente e consensualmente a agricultura sustentável, destacam-se duas tendências: a) considerar a agricultura sustentável como um conceito e tentar defini-la de maneira aproximativa (já que sustentabilidade é um conceito que no absoluto se refere ao infinito, e seria um ideal); ou b) entender a agricultura sustentável como um conjunto de práticas, e defini-la em termos de práticas sustentáveis, ou recomendáveis.

Por exemplo, tentando dar uma definição conceitual, Lino Vargas Moura (2002) adotou como definição:

sustentabilidade que engloba a possibilidade de reprodução social das famílias dos agricultores, níveis de produtividade viáveis economicamente e a manutenção de baixo impacto ambiental, isto é, que permita o crescimento econômico com justiça social e com menor degradação dos recursos ambientais, através de um equilíbrio entre as variáveis econômicas, sociais e ambientais (VARGAS MOURA, 2002:34).

Optando para a segunda tendência, a OCDE, dada a enorme variedade de contextos sociais, econômicos e ambientais que caracterizam os países e mesmo as regiões dentro de um país, ressaltou as dificuldades de se impor uma definição rígida para agricultura sustentável. No entanto, propõe “formas sustentáveis” de agricultura caracterizadas pela adoção de certas práticas e tecnologias válidas para todas as regiões<sup>15</sup>. Segundo a OCDE, uma agricultura sustentável constaria de quatro elementos:

- um sistema de produção viável no plano econômico no seu estado atual;
- a preservação e a valoração dos recursos naturais de base da propriedade agrícola;
- a preservação ou a valoração de outros ecossistemas afetados pelas atividades agrícolas;
- a criação de um Quadro natural agradável e de qualidades estéticas.

Preconiza que isso seja alcançado via adoção de práticas que:

usam técnicas integradas de manejo, as quais mantêm a integridade ecológica dentro e fora da propriedade; são necessariamente flexíveis e adaptadas para locais específicos; preservam a biodiversidade, aos atrativos da paisagem natural e outros bens públicos não avaliados pelos mercados existentes; são lucrativos para os produtores no longo prazo; e são economicamente eficientes sob o ponto de vista social (OCDE, 1994, *apud* BATALHA, 1997).

Em síntese, é difícil adotar uma definição consensual que seja explícita e de entendimento nivelado. Isso será novamente discutido à frente, no parágrafo 2.4.

---

<sup>15</sup> Algumas dessas práticas e tecnologias preconizadas serão citadas no item 2.4 deste trabalho, quando abordar especificamente o tema “agricultura sustentável.”

### **2.3 .... às várias dimensões da sustentabilidade na agricultura**

Como vários autores já sublinharam, a noção de sustentabilidade ainda é foco de divergências: por enquanto não se pode alcançar uma definição única já que esta é uma idéia que está intrinsecamente ligada às representações sociais e aos interesses de determinados grupos ou indivíduos (MARZALL e ALMEIDA, 2000). Portanto, nas diferentes abordagens da sustentabilidade ou do desenvolvimento sustentável existe um consenso quanto à multidimensionalidade do conceito. Geralmente, os autores apoiam-se no tripé fundamental e agora consagrado das dimensões econômica, social e ambiental ou ecológica (PASSET, 1996; VARGAS MOURA, 2002; HARDI e ZDAN, 2000).

Prescott-Allen (1999) desenvolveu uma ferramenta baseada "somente" nas duas dimensões humana e ecológica: seu Barômetro de Sustentabilidade propõe medir o progresso em direção à sustentabilidade a partir dos índices de bem-estar social e de bem-estar da ecossfera, de peso igual e mensurados separadamente. Ou seja, optou por agregar as variáveis e propor uma representação gráfica bidimensional simples. Outras referências enriquecem o tripé clássico de dimensões, propondo uma visão mais abrangente da sustentabilidade. A Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas aborda uma quarta dimensão, a dimensão institucional. Na Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburgo, na África do Sul, a última versão do sistema de indicadores da ferramenta Dashboard of Sustainability – desenvolvida pelo Consultative Group on Sustainable Development Indicators (CGSDI) – já integrava esse acréscimo (HARDI e ZDAN, 2000). Gouzee et al. (1995) também considerava quatro dimensões: apontava como aspectos relevantes do desenvolvimento sustentável os aspectos ambientais, sociais, institucionais e econômicos.

Sachs (1993), na sua introdução do conceito de ecodesenvolvimento, já apontava cinco dimensões da sustentabilidade a serem consideradas simultaneamente: as dimensões social, econômica, ecológica, espacial e cultural. Darolt (2001), na sua tese de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, escolheu desdobrar algumas dimensões do tripé básico propondo um entendimento da sustentabilidade em cinco dimensões (sociocultural, técnico-agronômica, econômica, ecológica e político-institucional).

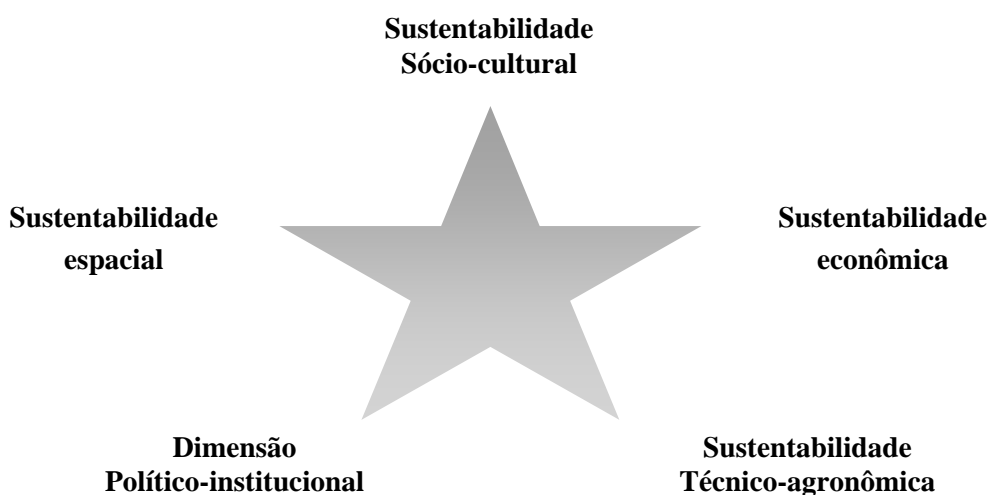
Vargas Moura (2002), após uma revisão bibliográfica minuciosa, insiste na imprescindibilidade da multidimensionalidade do conceito, conforme descrito a seguir:

No debate da sustentabilidade, independente da filiação a qualquer corrente de pensamento, todos os autores enfatizam a necessidade dos modelos de desenvolvimento serem multidimensionais, abrangendo as dimensões sociais, ambientais e econômicas e seus vínculos com outras dimensões mais específicas como: política, institucional, cultural, democrática, ética, tecnologia solidariedade e outras (VARGAS MOURA, 2002: 34).

A metodologia que ele desenvolveu, como será visto no item 3.1.2.4, considera finalmente as três dimensões fundamentais, correlacionando as outras com essas.

Há de se entender que a segmentação da sustentabilidade em dimensões que poderiam parecer (erradamente) independentes serve para a operacionalização do conceito: já que a maioria dos autores tentam propiciar ferramentas de medição e melhoria da sustentabilidade, propõem o tratamento da complexidade do sistema a ser analisado por dimensões, assim que cada dimensão possa ser traduzida por um conjunto de variáveis e indicadores distintos.

Neste estudo, essa segmentação está mantida somente para fins didáticos, com o objetivo de ser o mais exaustiva possível. Por essa razão, baseado no trabalho proposto por Moacir Darolt (2001), o qual foi detalhista e considera cinco dimensões enumeradas a seguir (Figura 4), tentar-se-á apresentar os elementos que podem abranger



cada dimensão da forma mais dedicada possível.

Figura 4: As cinco dimensões da sustentabilidade

Fonte: DAROLT (2001)

### **2.3.1 Dimensão econômica**

É a primeira dimensão na qual se pensa quando se fala na sustentabilidade de uma atividade produtiva econômica (pelo próprio vocabulário). Da mesma maneira que uma fábrica pode ser representada por uma caixa preta com entradas (X), produção em saída ( $Y = f(X)$ ) e por um objetivo de lucro que é a condição *sine qua non* de permanência no mercado, o sistema produtivo agrícola tem o mesmo objetivo, ou melhor dito, a mesma condição de sobrevivência.

Na operacionalização da sustentabilidade econômica, procura-se contemplar a viabilidade e estabilidade econômica, a capacidade de suporte frente a riscos, a autonomia de recursos e a rentabilidade dos fatores. Essas ações permitem ao sistema manter a produção, através do tempo, enfrentando as pressões socioeconômicas ou ambientais, mas gerando uma rentabilidade estável e suficiente que permita a reprodução social e a satisfação das necessidades humanas dos agricultores e dos seus filhos em termos de qualidade de vida (educação, saúde, transporte e lazer) (VARGAS MOURA, 2002; DAROLT, 2001).

Essa rentabilidade depende de vários fatores, internos e externos ao sistema. Os externos são os mais dificilmente gerenciáveis e determinantes, sobretudo para pequenos produtores que dependem de um mercado de escala muito maior. Como fatores externos podem ser listados a alocação de subsídios por parte do governo (existe, por exemplo, na Política Agrícola Comum da Europa, ou nos Estados Unidos, mas não no caso do Brasil), a flutuação do curso das matérias-primas no mercado internacional, o preço dos insumos – tais como combustíveis para uso de equipamentos agrícolas etc. Quanto aos riscos, podem ser ligados à taxa de endividamento do sistema; à concorrência; a fatores totalmente alheios – como os climáticos, que impactam diretamente na produção.

Tal como proposto por Sachs (1993), a sustentabilidade econômica deve ser alcançada através do gerenciamento e da alocação mais eficientes dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. Além de fatores e condições macroeconômicas externas ao sistema e determinantes para esse, dependerá também da administração do agricultor, tomador de decisões.

### **2.3.2 Dimensão ecológica**

Essa dimensão surge do postulado de que o futuro depende da capacidade que tenham as pessoas para manejar os recursos naturais e seu meio ambiente, a longo

prazo. Tal como conceituada genericamente por Sachs (1993), é função do aumento da capacidade de utilização dos recursos e a limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos esgotáveis. Ou seja, propondo alternativas energéticas; reduzindo o volume de resíduos e poluição através da conservação de energia, de recursos naturais e da política 3R (reduzir, reciclar e reutilizar); promovendo a autolimitação no consumo de materiais; intensificando a pesquisa para a obtenção de tecnologias de baixo teor de resíduos e eficientes no uso de recursos para o desenvolvimento urbano, rural e industrial e definir normas para uma adequada proteção ambiental.

A operacionalização da sustentabilidade ambiental refere-se à autonomia energética do sistema (produção de energia internamente pela implantação de uma destilaria ou de um biodigestor, por exemplo), à utilização de formas renováveis de energia, uso de práticas de conservação (práticas de manejo, reciclagem de resíduos) e preservação dos recursos naturais (preservação da fauna e da flora) que permitam ao sistema manter a capacidade produtiva através do tempo para absorver ou se recuperar diante das agressões antrópicas (DAROLT, 2001; VARGAS MOURA, 2002). Nota-se que isso tem muito a ver com as tecnologias usadas e que essa dimensão tem uma ligação muito forte com a dimensão técnica apresentada a seguir.

### **2.3.3 Dimensão sócio-cultural**

Na sua proposta para o ecodesenvolvimento, Sachs (1993) refere-se a duas dimensões distintas, social e cultural: a) a sustentabilidade social, que subentende uma maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres, e b) a sustentabilidade cultural, que passa pela procura de raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, processos que busquem mudanças dentro da continuidade cultural e que facilitem a geração de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

Para a operacionalização da sustentabilidade social, outras referências contemplam a distribuição mais equitativa da renda, acesso à propriedade, emprego, oportunidades, bens e serviços e a possibilidade de participação social com vistas à redução da desigualdade entre os agricultores e a satisfação das suas necessidades essenciais (VARGAS MOURA, 2002). Para tratar desta dimensão, Darolt (2001) aborda questões relacionadas às oportunidades e à qualidade de vida das gerações atuais



e futuras: considera as características pessoais dos produtores e de seus filhos, as características socioeconômicas das famílias, a trajetória familiar na agricultura e a qualificação na atividade, as condições de vida (habitação, saneamento etc.) dos agricultores via um índice de qualidade de vida rural.

#### **2.3.4 Dimensão técnica**

A Revolução Verde na agricultura, com a introdução de tecnologias mecânicas e químicas, apesar de ter permitido ampliar a produção, teve efeitos colaterais indesejáveis, tanto no plano ambiental quanto social: perda de terras cultiváveis, redução na quantidade e qualidade da água, desmatamento, desertificação e perda de recursos genéticos, crescente desigualdade na distribuição da terra e da renda, migração para áreas urbanas, desemprego agrícola e desnutrição. Mas, em geral, os vários autores não recusam totalmente o progresso tecnológico: a tecnologia é considerada importante no sentido de que pode contribuir para evitar escassez de recursos não renováveis, reduzir a poluição e transformar as atividades agrícolas e industriais em sistemas que contemplem a conservação (tecnologia mais limpa) (BATALHA, 1997). Aliás, no contexto de agricultura convencional, a mecanização e a adoção de tecnologias pesadas se tornaram, infeliz e erradamente, uma condição à sustentabilidade econômica. E paradoxalmente, o caminho para práticas sustentáveis parece passar pela adoção de outras tecnologias, novas, mais limpas.

Por essas razões, a tecnologia agrícola tem um importante papel a desempenhar na transformação de sistemas de produção em direção à maior sustentabilidade. Mas infelizmente, a adoção ou não de tecnologias mais limpas depende de variáveis que, muitas vezes, estão fora do controle dos próprios produtores rurais e podem depender diretamente da sua sustentabilidade econômica (as motivações econômicas e institucionais são as que geralmente mandam; também influi muito o potencial de investimento do agricultor, já que investir em tecnologias é muito caro).

Moacir Darolt (2001) vincula a dimensão técnico-agronômica com a manutenção a longo prazo do potencial agrícola produtivo da unidade de produção e, especialmente, o potencial é relacionado à preservação das espécies vegetais e animais locais. Para alcançar este objetivo, pensa-se em técnicas "ambientalmente amigáveis", como a diminuição de aportes externos à unidade de produção agrícola (fertilizantes, agrotóxicos, combustíveis) juntamente com o manejo racional de pragas, técnicas de conservação de solo e água (preparo de solo, rotação de culturas, técnicas de irrigação,

tipo de adubação) e o fomento de tecnologias de baixo custo, visando a uma maior independência do agricultor (MORENO e ALTIERI, 1994, *apud* DAROLT, 2001).

Esse aspecto abrange também o nível de mecanização do sistema de produção (número de dias de trator por ano), que pode participar no aumento dos aportes externos (combustível e/ou locação de material) e no manejo não-sustentável do solo.

Segundo Batalha (1997), podem ser classificadas como sustentáveis as tecnologias que simultaneamente proporcionam conservação ambiental e sistemas socioeconômicos mais justos. Exemplos estão listados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Tecnologias agrícolas sustentáveis

- **Compostagem:** é a quebra do material orgânico por microorganismos e a fauna do solo com objetivo de produzir um produto final com características de húmus chamado composto. É técnica de reciclagem da matéria orgânica deixada na pós-colheita, esterco, urina etc., e para melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de fertilizante orgânico.
- **Adubação verde:** árvores, arbustos, culturas de cobertura, leguminosas<sup>16</sup>, gramíneas e o próprio mato provêm adubação verde, fonte barata de matéria orgânica e fertilidade do solo.
- **Fertilização mineral:** fertilizantes minerais normalmente aumentam a disponibilidade de biomassa para fertilizantes orgânicos melhorar a vida do solo quando aplicado moderadamente.
- **Cobertura morta:** pode ser definida como uma camada de restos vegetais sobre o solo, cuja composição pode incluir grama seca, resíduos de culturas (palha, folhas etc.), matéria orgânica nova de árvores, mato etc. Trata-se de uma técnica importante para melhorar o microclima do solo, bem como enriquecer sua vida, estrutura e fertilidade. Permite conservar a umidade do solo, reduzir o crescimento do mato, prevenir danos causados pela radiação solar e chuvas fortes (controle de erosão), e diminuir a necessidade de aração.
- **Rotação de culturas:** reduzem o risco de infestação de pragas e de certas doenças, contribuem para manter sua estrutura física, ajudam a reduzir a erosão e, em consequência, melhoram a fertilidade dos solos. Os recursos disponíveis (água, nutrientes, luz, entre outros) são utilizados de modo mais eficiente, resultando elevações da produtividade das lavouras.
- **Controle biológico:** as pestes são combatidas por seus predadores naturais, tais como pássaros, aranhas, ácaros, fungos, bactérias, vírus ou plantas (plantas de cobertura para controlar o mato).
- **Cultivo mínimo e plantio direto:** práticas de manejo do solo que procuram reduzir o revolvimento desnecessário do solo com objetivo de manter a umidade, reduzir a exposição aos raios solares e distúrbios a sua fauna. O caso extremo é o plantio direto, no qual a cobertura morta é mantida sobre o solo e as sementes são plantadas em sulcos rasos.

<sup>16</sup> São plantas que enriquecem o solo em nitrogênio (N), pela simbiose que realizam com uma bactéria chamada rizobium.

- **Pesticidas derivados de plantas:** numerosas plantas possuem defensivos ou provocam efeito letal sobre os vertebrados, insetos, ácaros, nematóides, fungos ou bactérias. Componentes ativos podem ser extraídos de várias partes de plantas e aplicados sobre a cultura. Essa é uma prática antiga cujo conhecimento está infelizmente sendo perdido, em particular onde os pesticidas químicos têm sido introduzidos.
- **Combinação de rotações de culturas com produção animal:** sistemas diversificados e consorciados que reduzem a necessidade de rações, agrotóxicos e fertilizantes. Contribuem para conservação da natureza, pois criam um *habitat* estável e diversificado para a vida animal nas propriedades e adjacências. Procuram otimizar o uso de recursos da propriedade e áreas próximas, favorecendo a conservação do hábitat, em vez de destruí-lo. O uso de resíduos de uma atividade como insumo para outra, dentro da propriedade, permite que esses sistemas sejam produtivos e lucrativos.
- **Armadilhas e plantas atrativas:** vários tipos de armadilhas podem ser construídos para capturar insetos, roedores e outras criaturas que ameaçam as culturas e animais de criação. A mais conhecida é a armadilha luminosa, criada para capturar insetos voadores noturnos. Algumas pestes podem ser atraídas por certas plantas. Quando estas são disseminadas na plantação ou nas suas proximidades, os insetos concentram-se nelas, sendo mais bem controlados.

Fonte: REIJNTJES et al. (1994)

Nota-se que essas técnicas têm muito a ver com a dimensão ecológica, e podiam também se encaixar nela. Por isso, insiste-se no fato que uma dimensão não pode ser considerada independentemente das outras.

### 2.3.5 Dimensão legal ou político-institucional

Encontram-se poucas referências na literatura a propósito desta dimensão. Refere-se ao sistema institucional público e privado, às organizações não governamentais, assim como grupos de interesse (agricultores e consumidores), entre outros, e às negociações e decisões políticas relacionadas com o desenvolvimento e com as leis relativas às práticas agrícolas. Neste âmbito, Darolt (2001) considerou, por exemplo, como parâmetros relevantes desta dimensão: a assistência técnica ao setor orgânico (que era foco do estudo dele), as políticas públicas para o setor orgânico, as formas de difusão, a participação do consumidor etc.

Colocando-se num escopo mais abrangente, esta dimensão inclui diretamente as leis relativas à atividade agrícola, quer sejam regionais, nacionais ou internacionais; os incentivos políticos, as atitudes dos consumidores que podem promover ou, ao contrário, frear o desenvolvimento de uma agricultura sustentável pelo seu ato de compra.

Para o caso do Brasil, a Constituição de 1988 possui vários artigos relativos ao respeito ao meio ambiente<sup>17</sup>. Por outro lado, pode-se fazer referência às principais leis ambientais relativas à agricultura que são: a Lei relativa aos agrotóxicos<sup>18</sup> e a Lei de Biossegurança<sup>19</sup>. Existem também leis relativas ao uso dos recursos hídricos e à política agrícola<sup>20</sup> em geral, mas são leis muito genéricas.

Na verdade, o problema no Brasil não é a falta de legislação; o que mais afeta o meio ambiente é a fraca implementação da legislação existente.

### **2.3.6 Dimensões complementares**

As dimensões espacial e temporal são consideradas intrínsecas à sustentabilidade. Pela sustentabilidade espacial, Sachs (1993) entendia a necessidade de reduzir as concentrações humanas visando à obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial dos assentamentos humanos e das atividades econômicas. A perspectiva espacial tem a ver com a definição das fronteiras do sistema estudado e com o enfoque sistêmico, já que o desenvolvimento local e sustentável depende e vai influir diretamente no desenvolvimento da região na qual se insere. É fundamental a contextualização do conceito para avaliação da sustentabilidade.

Camino e Müller (1993), citados por Vargas Moura (2002), colocam o tempo como uma variável central na determinação da sustentabilidade para comparar com o passado, analisando tendências que permitam elaborar projeções do futuro. O tempo é uma variável central da sustentabilidade porque faz parte da sua definição e, sem ela, não teria sentido. Aliás, é na interpretação da escala temporal que pode residir uma das fontes de divergência do entendimento do conceito: quando se fala em “gerações futuras” ou em manutenção a longo prazo<sup>21</sup>, fala-se de uma, duas ou mais gerações? Pode ser considerado que a definição da sustentabilidade não deixa dúvida e esse futuro deve ser visto como um tempo infinito. Ou seja, preconiza a regeneração dos recursos indefinidamente.

---

<sup>17</sup> O artigo 225 se refere à exigência de estudo prévio de impacto ambiental e à preservação do patrimônio genético e da flora; o art. 216 se refere à preservação do patrimônio ecológico.

<sup>18</sup> Lei nº 7.802/89 e Decreto nº 98.816/90 (p.621 e 629) e Decreto nº 4 074, 04/01/02 (JUNGSTEDT, 1999).

<sup>19</sup> Lei nº 8.974/95 (JUNGSTEDT, 1999: 685)

<sup>20</sup> Lei 9.433 de 08/01/1997 e lei 8171 de 17/01/1991, Ministério do Meio Ambiente, acessível no site <http://www.prodiversitas.bioetica.org/doc32.htm>

<sup>21</sup> A sustentabilidade “refere-se à habilidade de um agroecossistema em manter a produção, através do tempo, em face de distúrbios ecológicos e pressões sócio-econômicas de longo prazo” (ALTIERI, 1989, *apud* VARGAS MOURA, 2002).

## 2.4 A multiplicidade de terminologias em uso

### 2.4.1 Agricultura Convencional *versus* Agricultura Alternativa

Vários movimentos reformistas nasceram nos EUA, no Japão, na Austrália e na Europa Ocidental para responder aos problemas oriundos da dita “agricultura convencional”, a qual era percebida como não-sustentável (DAHLBERG, 1991, *apud* HANSEN, 1996), tendo impactos nefastos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Na verdade, o conceito de agricultura convencional foi desenvolvido para justificar as abordagens alternativas da agricultura.

A agricultura convencional caracteriza-se por um uso intensivo de capital, monocultivos em grande escala, altamente mecanizada, e uso extensivo de produtos sintéticos (fertilizantes, herbicidas, pesticidas), com criação intensiva de animais, seguindo o paradigma de “forçar até exaustão” (BIDWELL, 1986, *apud* HANSEN, 1996).

Do outro lado, a “agricultura alternativa” pode ser descrita via um leque de termos que permitem abranger várias abordagens ideológicas da agricultura, mas que causam confusão quanto ao significado próprio de cada um: fala-se em **agricultura orgânica; agricultura biológica; agricultura alternativa; agricultura biodinâmica; agricultura regenerativa, permacultura e agroecologia**<sup>22</sup>. Todos têm a ver com valores como descentralização, independência, comunidade, harmonia com a natureza, diversidade, equidade, auto-suficiência, preservação das tradições agrárias, mas tentar-se-á esclarecer as matizes que essa terminologia específica pode esconder, e quando possível, relatar as origens dessas filosofias alternativas.

### 2.4.2 As correntes da agricultura não-convencional

Na Figura 5, apresentada a seguir, estão sintetizadas as correntes e terminologias mencionadas acima, e as relações que podem existir entre elas. É difícil representar a cronologia na qual apareceram e as potenciais relações de inclusão de umas tendências em outras (escopos de abrangência diferentes), já que todas nasceram de uma mesma tendência, que queria se opor ao modelo convencional.

---

<sup>22</sup> Além desses, encontram-se também na literatura os termos seguintes, de menor destaque: agricultura de baixo impacto ambiental; agricultura econômica e autônoma; agricultura respeitosa do meio ambiente, agricultura ecológica etc.

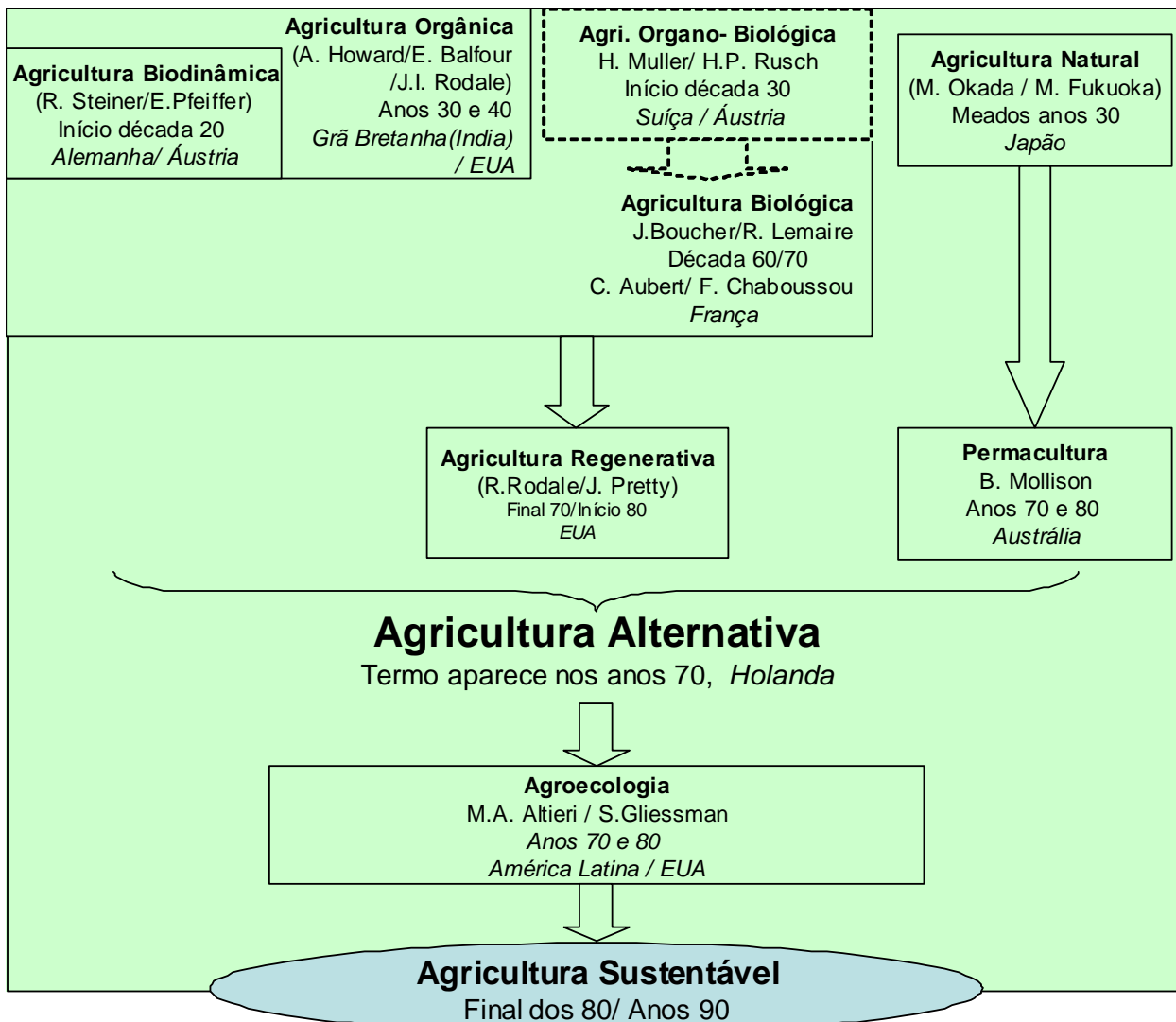


Figura 5: Principais correntes de pensamentos ligadas à agricultura alternativa

Fonte: Adaptação da Figura 3.1 de Moacir Darolt (DAROLT, 2001: 65)

#### 2.4.2.1 Agricultura biodinâmica (ABD)

Este conceito é oriundo do trabalho do Dr. Rudolf Steiner, filósofo e cientista austríaco (1861-1925), e foi difundido com a colaboração de E.E. Pfeiffer (KOEPP *et al.*, 1983 *apud* DAROLT, 2001). Baseia-se na antroposofia, nova abordagem da ciência que integra observações precisas dos fenômenos naturais, pensamento claro e conhecimento do espírito. Ele enfatizou muito as forças vitais da natureza, identificando práticas que permitiriam aos agricultores trabalhar em harmonia com esses parâmetros naturais.

Por exemplo, alguns dos princípios biodinâmicos são:

- o entendimento dos ritmos cósmicos, a fim de respeitar o “calendário biodinâmico”, que indica as melhores fases astrológicas para a semeadura e demais atividades agrícolas;
- a elaboração de “preparados biodinâmicos”, a partir de substâncias minerais, animais e vegetais para reativar as “forças vitais” da natureza; e
- a visão da fazenda como Unidade Básica da Agricultura: aparece o ideal da “fazenda auto-suficiente” (*self-contained farm*), onde deve-se ter o número certo de animais para propiciar a quantidade certa de esterco para assegurar a fertilidade, e esses animais devem, logicamente, alimentar-se da produção da fazenda.

Na prática, o que mais diferencia a ABD das outras correntes de agricultura não industriais é a utilização dos preparados biodinâmicos (compostos líquidos de alta diluição, elaborados a partir de substâncias minerais, vegetais e animais) aplicados no solo, planta e composto, baseados numa perspectiva energética e em conformidade com a disposição dos astros.

Possui um sistema de certificação, fiscalização e credenciamento de agricultores próprio (certificação Demeter, marca reconhecida mundialmente). Todavia, as unidades de produção biodinâmicas são agrupadas sob a denominação genérica de agricultura orgânica. Ou seja, uma unidade de produção biodinâmica também é orgânica, porém o contrário não é verdadeiro.

#### 2.4.2.2 Agricultura orgânica

A **agricultura orgânica** iniciou-se com o cientista inglês Sir Albert Howard, na Índia, em 1905, e foi difundida como alternativa para a agricultura convencional. Howard publicou, em 1940, uma obra-chave, *O Testamento agrícola*, que contesta o modelo da teoria baseada no uso quase exclusivo de fertilizantes minerais químicos (NPK) como base para nutrição das plantas. Ao contrário, a corrente orgânica propõe reduzir ao mínimo os impactos ambientais sem comprometer a eficiência da meta produtiva: seu processo de produção tem como orientação normativa produzir alimentos num sistema produtivo que seja ambientalmente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo (EHLERS, 1996).

Seus conhecimentos foram difundidos por Lady Balfour, na Inglaterra, que fundou a Soil Association e por Jerome Irving Rodale, nos Estados Unidos nos anos 50.

Pode ser considerada a definição estabelecida pela Instrução Normativa N. 007 de 17 de maio de 1999, na qual

Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adota tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados (OGM) / transgênicos, ou radiações ionizantes, em qualquer fase dos processos de produção, armazenamento e de consumo e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação. (BRASIL, 1999, *apud*: DAROLT, 2001).

Isso se traduz por práticas como a rotação de culturas, a incorporação de compostos orgânicos aos solos e manejo da flora e fauna locais, e pela proibição de usar agrotóxicos e fertilizantes altamente solúveis em água (tóxicos ao meio ambiente e prejudiciais à saúde humana), da mesma forma como apresentado em 1984 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).

Mais precisamente, segundo as diretrizes do IBD, certas restrições quanto às práticas agrícolas estão impostas. Para a adubação:

- somente é permitido o uso de minerais naturais (rochas moídas, terra etc.), como fosfato de araxá, calcário, pó de basalto etc.;



- eventuais correções com micronutrientes devem ser avaliadas caso a caso de sua real necessidade e igualmente acompanhadas pelo IBD;
- ideal é que os minerais utilizados sejam integrados nos ciclos biológicos (processo de compostagem e/ou digestão, para estabilização dos resíduos);
- os compostos sintéticos de nitrogênio são excluídos (assim como salitre do Chile, uréia etc.) de todo ou qualquer uso;
- bactérias e fungos modificados pela engenharia genética ou produtos transgênicos também são proibidos para uso como adubo.

Para o manejo de pragas e doenças:

- não é permitido o uso de agrotóxicos, sintéticos ou fisiológicos assim como herbicidas.

Além disso, Moacir Darolt (2001) aponta na sua tese que as diretrizes para os padrões de qualidade biodinâmico e orgânico (IBD,1997) promovem a *oportunidade de desenvolvimento humano* na unidade de produção, de tal modo que os envolvidos na unidade de produção tenham acesso à água potável, alimento, educação, transporte e serviços sanitários; recebam um salário digno e não sofram de qualquer discriminação.

#### **2.4.2.3 Agricultura organo-biológica e biológica**

O modelo “organo–biológico” de produção agrícola foi lançado nos anos 30 pelo político suíço Hans Müller. Ele se preocupava com a autonomia dos produtores e com os sistemas de comercialização direta aos consumidores. A propriedade agrícola deveria integrar-se às demais propriedades e com o conjunto de atividades socioeconômicas regionais. Essas ideias foram concretizadas e difundidas na década de 1960, pelo médico austríaco Hans Peter Rusch, que era interessado pelas relações de dieta alimentar e saúde humana (SILGUY, 1991, *apud* DA SILVA MARQUES VILAS BOAS, 1994).

Diferentemente da escola biodinâmica, Rusch renunciava ao princípio da autonomia completa da unidade de produção agrícola. Ou seja, ele achava importante a associação da agricultura com a pecuária, mas não a considerava essencial; o material poderia vir de outras fontes externas. Segundo ele, o mais importante era a integração das unidades de produção com o conjunto das atividades socioeconômicas regionais (DAROLT, 2001).

Na França, essa corrente, conhecida como agricultura biológica, foi difundida por Raoul Lemaire e Jean Boucher (década de 60), que propuseram a utilização de uma alga marinha como fertilizante agrícola (rica em calcário), e por Claude Aubert, que publicou, em 1974, *L'Agriculture biologique*, mais uma crítica veemente contra o padrão convencional. Promoveu assim a necessidade de manutenção da saúde dos solos, baseado no tripé: manejo dos solos, fertilização e rotação de culturas (AUBERT, 1977 *apud* DA SILVA MARQUES VILAS BOAS, 1994).

Deve-se destacar também a influência de Francis Chaboussou, que estabeleceu a “teoria da trofobiose” e publicou em 1980, *Les plantes malades des pesticides*. Mostra que uma planta em bom estado nutricional torna-se mais resistente ao ataque de pragas e doenças. Ao contrário, o uso de agrotóxicos causa um desequilíbrio nutricional e metabólico à planta, deixando-a mais vulnerável e causando alterações na qualidade biológica do alimento. Em 1980, ele afirmou, também, que “a grande maioria das moléstias são iatrogênicas (doenças que se originam do tratamento de outras doenças) e afirmou, em 1987, que além da aplicação em excesso dos agrotóxicos, as adubações de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio, também podem causar desequilíbrios metabólicos nas plantas.

Quanto às propostas técnicas, pode-se dizer que a agricultura biológica e orgânica são idênticas. A diferenciação é mais no sentido da origem da palavra do que em termos de normas de produção e comercialização. Segundo as normas, uma propriedade “biodinâmica” ou “biológica”, é também considerada como “orgânica”.

#### **2.4.2.4 Agricultura natural**

No Japão, em meados da década de 30, o filósofo Mokiti Okada criou uma religião (Igreja Messiânica) que promove a purificação do espírito: essa deve ser acompanhada pela purificação do corpo, daí a necessidade de evitar o consumo de produtos tratados com substâncias tóxicas. Nasceu a chamada **agricultura natural**, cujo princípio fundamental é, como indica seu nome, o de que as atividades agrícolas devem respeitar as leis da natureza. Propunha que o agricultor não devia arar a terra, aplicar inseticidas e fertilizantes e nem mesmo utilizar-se de compostos, defendidos por Steiner e Howard. Deveria sim, aproveitar ao máximo os processos que já ocorrem espontaneamente na natureza, sem esforços desnecessários e desperdício de energias. Outro defensor da Agricultura Natural, Masanobu Fukuoka, publicou em 1978 *The One-Straw Revolution: An Introduction to Natural Farming*. Defendia o princípio do

"do-nothing farming" mas desenvolveu um método conhecido pela alternância de gramíneas e leguminosas, e manutenção de palha (Mulching) como cobertura sobre o solo (BONILLA, 1992 *apud* DA SILVA MARQUES VILAS BOAS, 1994).

Algumas particularidades diferenciam a agricultura natural dos outros modelos, notadamente da Agricultura Orgânica:

- no início, a “agricultura natural não recomendava as rotações de cultura, já que essas não ocorrem espontaneamente na natureza.
- mesmo defendendo a reciclagem de matéria orgânica nos processos produtivos, a “agricultura natural” é bastante reticente em relação ao uso de matéria orgânica de origem animal. De acordo com seus princípios, os excrementos de animais podem conter impurezas e, em muitos casos, seu uso é desaconselhável.
- duas importantes características da “agricultura natural” são: o desenvolvimento de técnicas de compostagem de vegetais e as técnicas de utilização de microorganismos que auxiliam os processos de decomposição e melhoram a qualidade dos compostos (são os *Effective Microrganisms*, conhecidos como EM).

Esse modelo está dentro das normas da agricultura orgânica.

#### **2.4.2.5 Agricultura regenerativa**

Esse termo foi criado pelo norte-americano Robert Rodale, que se inspirou nos conceitos de agricultura orgânica desenvolvidos por Albert Howard e Jerome Irving Rodale quatro décadas antes. A idéia vem da necessidade de regeneração dos recursos para assegurar uma forma sustentável de agricultura, e visa não apenas à regeneração e manutenção das culturas, mas de todo sistema de produção alimentar, incluindo as comunidades rurais e os consumidores, levando em conta os aspectos econômicos, questões ecológicas, éticas e de equilíbrio social (USDA, 2005).

Este modelo difundido por Pretty, reforça o fato de que o agricultor busca sua independência pela potencialização dos recursos encontrados e criados na própria unidade de produção agrícola, ao invés de buscar recursos externos.

#### **2.4.2.6 Agricultura ecológica**

O termo agricultura ecológica surgiu, ao final dos anos 70, também como uma proposta “unificadora” das demais correntes de agricultura não-industrial, mas também, como uma reação à imprecisão do termo alternativo. Propõe-se precisar o caminho que

se deseja percorrer, introduzindo a idéia de que a mudança do modo de produção deveria aliar as necessidades ecológicas com as sócio-econômicas (LINHARES DE ASSIS, 2004).

A agricultura ecológica parte de uma visão sistêmica, na qual a propriedade agrícola é considerada como uma "Unidade Funcional" de um sistema maior, a natureza. A preocupação fundamental do agricultor ecológico é a melhoria e manutenção da fertilidade natural do solo, sabendo que esta está muito relacionada com sua microvida, possibilitando a obtenção de plantas saudáveis, e, portanto, em condições de suportarem e reagirem a pragas e agentes patogênicos (LUTZENBERGER, 1983, *apud* LINHARES DE ASSIS, 2004).

#### **2.4.2.7 Permacultura**

Seguindo a linha da Agricultura Natural, as idéias evoluíram na Austrália – nas mãos do Dr. Bill Mollison – e deram origem a um novo método conhecido como permacultura. A palavra foi inventada em 1978 pelo ecologista australiano, com um dos seus estudantes, David Holmgren, e resulta da contração das palavras "agricultura" e "permanente".

Segundo seus fundadores, significa um sistema evolutivo integrado de espécies vegetais e animais perenes ou autoperpetuantes úteis ao homem (MORRISON e HOLMGREN, 1983 *apud* DAROLT, 2001). Enfatiza as relações criadas entre os elementos e como estão sendo colocados na paisagem – não se trata dos elementos por si só. Tem importância também a planta multiuso, as práticas culturais como a integração dos animais nos elementos de reciclagem. Mas a permacultura vai além da produção de comida: casas auto-suficientes em energia, tratamento das águas, reciclagem e gestão da terra em geral; tais componentes muito importantes. Deve-se insistir na natureza holística da permacultura.

Recentemente, o conceito incluiu as estruturas econômicas e sociais que contribuem para a evolução e o desenvolvimento de comunidades mais permanentes, tais como projetos de co-moradores e ecovilas. Por isso, pode ser aplicado tanto às zonas rurais quanto às urbanas. Os termos "agricultura integrada" e "engenharia ecológica" às vezes são usados para descrever a permacultura.

#### **2.4.2.8 Agricultura alternativa**

Na década de 70, o conjunto das correntes não-convencionais de agricultura passou a ser denominado pelo termo genérico de **agricultura alternativa**, termo que

teria sido criado pelo Ministério da Agricultura e Pesca da Holanda no seu “Relatório Holandês” (PASCHOAL, 1995 *apud* DAROLT, 2001). Dessa forma, não constitui uma corrente ou uma filosofia bem definida de agricultura; apenas é útil para reunir as correntes que se diferenciam da agricultura convencional. Com o termo de agricultura sustentável, que será considerado mais como uma meta, “agricultura alternativa” ou “agricultura não-convencional” serão as denominações usadas no resto do documento para falar do modelo produtivo que visa à sustentabilidade e que se opõe ao modelo industrial convencional. Da mesma maneira, para simplificar, será utilizado o termo “convencional” para falar do modelo produtivo – que poderia também ser chamado de clássico ou moderno.

É necessário dizer que esse movimento alternativo foi desprezado pelos “modernistas” por ser considerado como retrógrado e representar uma volta ao passado (críticas, infundadas, que podem ser comentadas ainda hoje). Não conseguiu frear o padrão convencional que, a partir dos anos 70 teve rápido avanço, particularmente nos países ditos do terceiro mundo, com agravamento dos danos ambientais: devastação florestal, diminuição da biodiversidade, erosão e perda da fertilidade dos solos, contaminação da água, dos animais silvestres e do homem do campo por agrotóxicos passaram a ser decorrências quase que inerentes à produção agrícola.

Mas para retornar a um discurso mais otimista, é interessante abrir um parêntese neste momento e apontar o movimento de “contracultura” que surgiu nos anos 60 e 1970, que questionava aspectos comportamentais da sociedade moderna, principalmente os padrões de consumo, adotando-se estilos de vida mais simples ou mais naturais. Por exemplo, deu-se a origem à “contraculinária” (anos 80), ou seja, a negação do padrão de consumo convencional e a procura de uma dieta mais natural, baseada em alimentos saudáveis, livres de resíduos químicos industriais (agrotóxicos, corantes, conservantes) e cujo processo não causasse danos ambientais. Tais idéias favoreceram os métodos produtivos chamados de “alternativos”.

#### **2.4.2.9 Agroecologia**

O termo “agroecologia” foi difundido nas décadas de 70 e 80, mas deve seu desenvolvimento inicial a Klages, já no final dos anos 20, que apontou o cruzamento entre as duas ciências das quais a agroecologia deriva: a ecologia e a agronomia. O autor sugeriu que para compreender as complexas relações entre a agricultura e os

ecossistemas “deve-se levar em conta os fatores fisiológicos e agrônômicos que influenciam a distribuição e adaptação de culturas de determinadas espécies”.

Após os anos 50, o interesse no ecossistema foi despertado, e criou-se um ramo da ecologia denominado Ecologia Agrícola, que estimulou a aplicação da ecologia na agricultura com a adaptação das culturas às condições específicas de cada agroecossistema, e o interesse de pesquisadores como Tischler, a partir dos anos 60. Daí em diante, houve grandes avanços da literatura agroecológica.

Finalmente, é na década de 80 que surgiu e foi divulgada nas Américas a Agroecologia propriamente dita, graças aos cientistas norte-americano e chileno Stephen Gliessman e Miguel Altieri (que estudou sistemas de produção tradicionais e indígenas nos países da América Latina).

É uma ciência que busca o entendimento do funcionamento dos agroecossistemas complexos e das interações presentes neles, com a finalidade de alcançar auto-regulação e sustentabilidade via conservação e ampliação da biodiversidade. Como disse o próprio Altieri: “É uma ciência que propõe um novo paradigma científico para o desenvolvimento da agricultura, resgata o que é verdadeiramente ciência. [...] Implica uma verdadeira mudança de paradigma científico, mas também da prática, da tecnologia concreta de trabalho, da relação com a terra e com seu produto.”.

Agroecologia deve ser entendido como um conceito amplo – que incorpora um discurso socioeconômico, dando ênfase às interações complexas entre pessoas, culturas, solos e animais. Além de ser um processo produtivo ecológico, a agricultura é um processo social, resultado da co-evolução dos sistemas naturais e sociais. Assim, na visão agroecológica, a tecnologia se torna um instrumento para um desenvolvimento rural que atenda às demandas sociais e econômicas (ALTIERI, 1995 *apud* LINHARES, 2002).

Além do enfoque socioeconômico, Gliessman (2000) sublinha a importância da aprendizagem com a própria natureza: procura-se criar agroecossistemas sustentáveis que apresentem características mais semelhantes quanto possível aos ecossistemas naturais (GLIESSMAN, 2000, *apud* LINHARES, 2002).

Em termos de práticas agrícolas, promove a reciclagem de energia e nutrientes e o menor uso possível de insumos externos. Traduz-se com o desenho de sistemas produtivos diversificados com policultivos associados a criações de animais. Para o sucesso de um sistema agroecológico, a primeira preocupação deve ser a recuperação e manutenção do equilíbrio biológico do solo, o qual depende diretamente de práticas tais

como irrigação, adubação, rotação de culturas e preparo do terreno. Os “agroecologistas” influenciaram também avanços significativos no controle biológico de pragas baseado em princípios biológicos, já que criticaram o manejo integrado de pragas (MIP) por não excluir totalmente o uso de agroquímicos.

Deve-se insistir no fato de que, diferentemente da agricultura orgânica, a agroecologia não é uma corrente de produção, mas sim, uma ciência. Por outro lado, Altieri registra que, pelo menos nos Estados Unidos, a agricultura orgânica praticada baseia-se na substituição de insumos sintéticos por outros, orgânicos, e que os produtores ficam dependentes das empresas fornecedoras desses insumos. Tal como proposto, o sistema agroecológico seria um modelo sem dependência nenhuma.

#### **2.4.2.10 Agricultura sustentável**

Por fim, já no final dos anos 80 e durante a década de 90, o conceito amplamente difundido foi o de agricultura sustentável. Este conceito, conforme discutido em item anterior (2.2), é muito amplo e sujeito a várias interpretações. Pode ser adotada umas das definições mais abrangentes para a **agricultura sustentável**:

o sistema de produção agrícola que atende à crescente demanda durante um futuro indefinido a custos econômicos, ambientais e sociais consistentes com o aumento da renda per capita. (CROSSON, s.d., *apud* PLUCKNETT, 1995 e WINKELMANN, 1995, *apud* CALDEIRA-PIRES et al., 2002)

Esta definição traduz dois aspectos que são muito importantes: a dimensão temporal, com a idéia de um futuro indefinido, podendo-se, assim, imaginar uma renovação contínua; e a reprodução social com condições aceitáveis.

Assim, a agricultura sustentável será entendida como um termo genérico para definir um objetivo, o ideal que se tenta alcançar. Mas já foi visto que para operacionalizar esse conceito, deve ser traduzido num conjunto de estratégias e de práticas agrícolas adequadas.

Pode-se aproveitar essa conceituação da agricultura sustentável para fazer uma observação, bastante promissora. Se o não-uso de fertilizantes químicos e de pesticidas limitaria a produtividade das produções agrícolas, tais como hoje praticadas (agricultura industrial), a *priori*, parece difícil que os métodos alternativos possam, num futuro próximo, atender à demanda mundial em alimentos, em larga escala. No entanto, o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA afirmou, em 1989, que os sistemas alternativos podem reduzir os custos de produção e ser tão rentáveis quanto os sistemas

convencionais. Seria então possível imaginar que, em algumas décadas, a agricultura alternativa rompa com o padrão desenvolvido pela Revolução Verde e ofereça um sistema de produção agrícola capaz de garantir as necessidades alimentares e sociais das gerações futuras e, ao mesmo tempo, a conservação dos recursos naturais.

Em resumo, destaca-se que o ponto comum entre as diferentes correntes que formam a base da agricultura alternativa é a busca de um sistema de produção sustentável no tempo e no espaço, mediante o manejo e a proteção dos recursos naturais, sem a utilização de produtos químicos agressivos à saúde humana e ao meio ambiente, mantendo o incremento da fertilidade e a vida dos solos, a diversidade biológica, respeitando a integridade cultural dos agricultores e dando-lhes a possibilidade de se reproduzir socialmente.

Para fechar essa revisão conceitual numa nota consensual, serão apresentados os principais aspectos genéricos que opõem a agricultura sustentável e a agricultura convencional na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Principais diferenças entre Agricultura Alternativa e Convencional

Agricultura Alternativa	Agricultura convencional
<b>Aspectos tecnológicos</b>	
1 - Adapta-se às diferentes condições regionais, aproveitando ao máximo os recursos locais.	1 - Desconsideram-se as condições locais, impondo pacotes tecnológicos.
2 - Atua considerando o agroecossistema como um todo, procurando antever as possíveis consequências da adoção das técnicas. O manejo do solo visa sua movimentação mínima, conservando a fauna e a flora.	2 - Atua diretamente sobre os indivíduos produtivos, visando somente o aumento da produção e da produtividade.
3 - As práticas adotadas visam estimular a atividade biológica do solo.	3 - O manejo do solo, com intensa movimentação, desconsidera sua atividade orgânica e biológica.
<b>Aspectos ecológicos</b>	
1 - Grande diversificação. Policultura e/ou culturas em rotação.	1 - Pouca diversificação. Predominância de monoculturas.
2 - Integra, sustenta e intensifica as interações biológicas.	2 - Reduz e simplifica as interações biológicas.
3 - Associação da produção animal à vegetal.	3 - Sistemas pouco estáveis, com grandes possibilidades de desequilíbrios.
4 - Agroecossistemas formados por indivíduos de potencial produtivo alto ou médio e com relativa resistência às variações das condições ambientais.	4 - Formado por indivíduos com alto potencial produtivo, que necessitam de condições especiais para produzir e são altamente suscetíveis às variações ambientais.
<b>Aspectos socio-econômicos</b>	
1 - Retorno econômico a médio e longo prazo, com elevado objetivo social.	1 - Rápido retorno econômico, com objetivo social de classe.
2 - Relação capital/homem baixa.	2 - Maior relação capital/homem.
3 - Alta eficiência energética. Grande parte da energia introduzida e produzida é reciclada.	3 - Baixa eficiência energética. A maior parte da energia gasta no processo produtivo é introduzida, e é, em grande parte, dissipada.
4 - Alimentos com alto valor biológico e sem resíduos químicos.	4 - Alimentos de menor valor biológico e com resíduos químicos.

Fonte: SIMÕES DE CARMO (1998)

A seguir, no Quadro 3, é apresentada uma síntese dos diferentes termos descritos anteriormente.



Quadro 3: Principais movimentos ligados à agricultura sustentável: conceitos chave e particularidades

Corrente	Período de aparição	Fundadores	Conceitos chave	Técnicas associadas	Particularidade
Agricultura Biodinâmica	1920's	Rudolph STEINER; E. PFEIFFER	Autosuficiência - Antroposofia (observações precisas de fenômenos naturais) - Sincronização com as forças vitais da natureza - Interação entre animais e vegetais	Respeito ao calendário astrológico biodinâmico; utilização de preparados biodinâmicos; além de outras medidas de proteção e conservação do meio ambiente.	Utilização de alguns preparados biodinâmicos; Sistema de certificação próprio (Demeter)
Agricultura Orgânica	1930's / 1940's	Albert HOWARD, E. BALFOUR, J.I. RODALE	Melhoria da fertilidade do solo por um processo biológico natural pelo uso da matéria orgânica - Contra à utilização de adubos químicos solúveis - Oportunidade de desenvolvimento humano (educação, transporte, serviços sanitários)	Rotação de culturas; incorporação de compostos orgânicos aos solos e manejo da flora e fauna locais; e proibição de usar agrotóxicos e fertilizantes altamente solúveis em água (tóxicos ao meio ambiente e prejudiciais à saúde humana).	Normas e fiscalização para produção e comercialização
Agricultura Organo-Biológica e Agricultura Biológica(AB)	1930's, 1960's/1970's	Hans MULLER; Hans Peter RUSCH Raoul LEMAIRE; Jean BOUCHER e Francis CHABOUSSOU	Proteção ambiental, qualidade biológica dos solos e do alimento; desenvolvimento de fontes renováveis de energia ; princípio do Trofobiose - Aspectos socioeconômicos e políticos: autonomia do produtor e venda direta aos consumidores - Integração com o contexto socio-econômico regional: renúncia ao princípio da autonomia completa da UPA - Não considerava essencial a associação da agricultura com a pecuária.	Uso de matéria orgânica (pode ser de fonte externa, diferente do modelo biodinâmico) - Mesmas técnicas que a Agricultura Orgânica	Autonomia completa da propriedade não-essencial
Agricultura Natural	1930's	Mokiti OKADA, Masanobu FUKUOKA	O modelo apresenta uma vinculação religiosa (Igreja Messiânica) - Respeito das leis da Natureza - Contra as práticas que não ocorrem naturalmente na natureza (rotação de culturas por ex.)	Evitar o revolvimento do solo, e a utilização de composto orgânico com dejetos de animais (que podem conter impurezas) - Uso de produtos especiais para preparação de compostos orgânicos (os microrganismos eficientes, EM) - Compostagem de vegetais	Contra o uso de compostos animais; contra a rotação de culturas
Agricultura regenerativa	1970's/1980's	Robert RODALE; PRETTY	Regeneração e manutenção de todo o sistema - Aspectos econômicos, ecológicos, éticos e de equilíbrio social.	Evitar o uso de recursos externos, afim de proporcionar independência ao produtor.	Abrange as comunidades e os consumidores;
Permacultura	1970's/1980's	Bill MOLLISON e David HONGREN	Método holístico - Aplicável a qualquer ecossistema - Inclui a planificação de áreas urbanas (tratamento de águas; reciclagem, habitats a energia suficiente)	Silvi-agricultura; gestão da água e do solo; cercas e corta-vento; plantação nos contornos; sistemas integrados como aquicultura, cultivos intercalares, e policulturas; criação de animais.	Permenência e autosuficiência em geral, além da produção alimentar.
Agricultura alternativa	1970's	Governo Holandês (?)	Denominação genérica de todo modelo não-convencional de agricultura	Técnicas comunamente citadas acima: rotação de culturas; adubação verde; sem uso de agrotóxicos, etc.	Acompanhou o movimento de 'contra-cultura' e 'contra-culinária', oposto ao padrão
Agroecologia	1980's	S. GLIESSMAN, M. AKLTIEIRI	Ciência - Entendimento dos agroecossistemas complexos, com interações - Menor dependência externa - Ênfase socio-econômica além da ecológica e agrônômica.	Policultivos anuais e perenes, com criações; reciclagem da energia e nutrientes; equilíbrio biológico do solo.	É uma ciência - Metodologia própria

Fonte: Elaboração própria

## 2.5 Considerações parciais de fim de capítulo

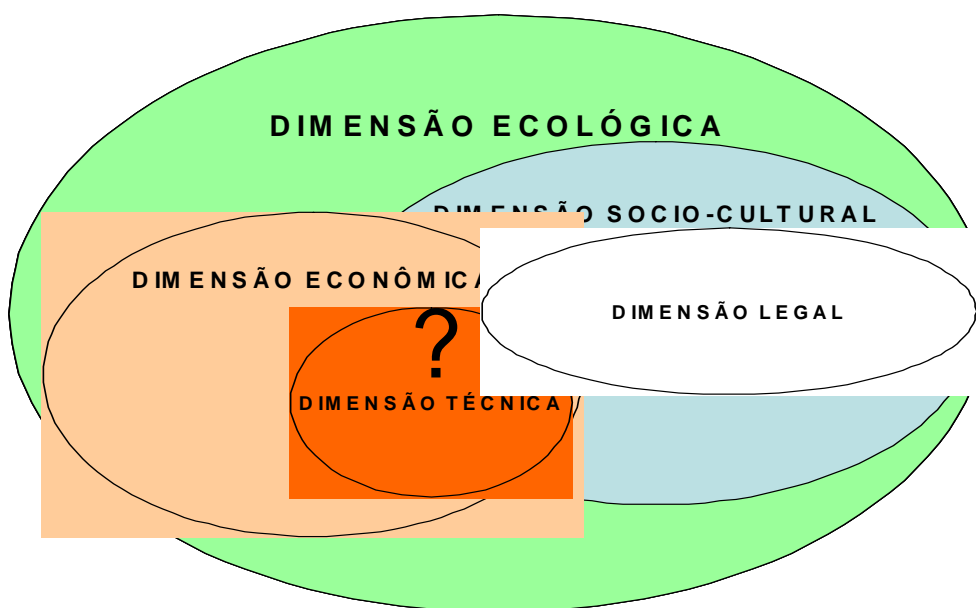
Neste segundo capítulo foram apresentadas as principais definições relacionadas à agricultura sustentável, bem como a necessidade de uma abordagem sistêmica para a avaliação de tal sustentabilidade.

Pode ser observado que a bibliografia consultada faz referência a diferentes dimensões para “dissecar” o conceito de sustentabilidade. Marzall e Almeida (2000), citando diversos autores, afirmam que, ao se falar em sustentabilidade, “devem ser consideradas, no mínimo, as dimensões: econômica, ambiental e social”. Baseando-se no trabalho de Moacir Darolt (2001), foi apresentada uma sustentabilidade dividida em cinco dimensões, cada qual explicitada da forma mais minuciosa possível.

De fato, a importância dada a determinadas dimensões depende dos objetivos e do contexto onde são realizados os estudos, e importa pouco o número de dimensões consideradas. Entende-se facilmente que a maioria dos autores se referem somente a três dimensões principais, mas consideram as outras dimensões embutidas nestas três. Por exemplo, os critérios culturais e institucionais serão considerados, só que os incluindo na dimensão social; os fatores espaciais poderão ser embutidos na dimensão ambiental (ou ecológica). Neste primeiro momento, foi proposto um modelo pentadimensional, para tentar ser o mais exaustivo possível, mas isso não terá influência para o resto do trabalho. As metodologias de avaliação propostas no item seguinte não respeitam essa segmentação.

A autora queria se inspirar no modelo de “inclusão das esferas” de René Passet para propor um esquema síntese para representar a sustentabilidade tal como a percebe. Na Figura 6 podem se encaixar os diferentes parâmetros relativos à sustentabilidade e às ferramentas de avaliação que serão apresentadas no capítulo seguinte. Os parâmetros relativos aos aspectos técnicos e institucionais, que às vezes não aparecem de forma explícita nas metodologias encontradas, estão implicitamente incluídos nos fatores ecológicos, econômicos e sociais. Naturalmente, pode se pensar que os parâmetros institucionais dependem diretamente da dimensão sócio-cultural (já que de uma organização ou região a outra as normas e leis podem mudar). Da mesma maneira, os aspectos técnicos dependeriam de variáveis econômicas (o quanto é possível investir em tecnologia nova e quais são os objetivos de rentabilidade de sobrevivência?), mas também de aspectos sociais, já que cada grupo de atores em função da sua história e de

seus costumes técnicos escolherá opções técnicas diferentes (implementação de biodigestores na China e não na Europa por exemplo).



**?** : Dificuldade de definir essa zona de Influência/contradição/ complementaridade entre as várias dimensões.

Figura 6: As dimensões da sustentabilidade

Fonte: Elaboração própria

Ao contrário do tripé clássico de dimensões que segmenta mais do que integra, este modelo includente mostra como cada dimensão é dependente da outra e persegue um objetivo comum, ou seja, a manutenção do ecossistema (dimensão ecológica) e seu melhor aproveitamento, já que todas as outras dimensões dependem dele. Conseqüentemente, permite responder ao problema dos “pontos de contradição entre as diferentes dimensões”, abordado por vários autores: geralmente, as dimensões da sustentabilidade, que são apresentadas como concorrentes, aqui são percebidas como elementos complementares e de mesma finalidade (a sustentabilidade e sustentabilidade de cada parte e, principalmente, da espécie humana), tal como postulado na hipótese, de busca da sustentabilidade. Por exemplo, é difícil que os objetivos econômicos dos agricultores estejam no momento da definição de objetivos e da tomada de decisão; o agricultor, se quiser realmente otimizá-los, não poderá deixar de considerar nenhuma dimensão.

Deve ser observada a dificuldade de delimitar em que medida a dimensão técnica depende da econômica, ou como a legislação vai influir nos resultados econômicos, só para citar um exemplo. Essa dimensão técnica é a zona de interseção e

de “sombra” representada na Figura 6 – não seria relevante tentar identificar melhor essa zona de influência; o importante é somente saber que são interligadas e influem uma na outra, sem possibilidade de dissecá-las formalmente.

Após a conceituação da sustentabilidade agrícola e das suas dimensões, a preocupação logicamente decorrente é a da medição dessa sustentabilidade, que será o foco do capítulo seguinte.

### 3 AS METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA AGRICULTURA

Os mais variados especialistas da área de meio ambiente afirmam que uma ferramenta de avaliação pode ajudar a transformar a preocupação com a sustentabilidade em uma ação pública consistente (VAN BELLEN, 2004). Um dos objetivos específicos deste estudo é identificar metodologias de avaliação da sustentabilidade, tal como definida no ponto anterior, e analisá-las comparativamente. Este trabalho não tem a ambição de apresentar uma lista exaustiva das ferramentas de avaliação, mas sim de dar alguns exemplos relevantes, quanto à abordagem (clássica ou original), quanto à metodologia de elaboração dos indicadores, ou ainda quanto ao escopo de aplicação da ferramenta (mais ou menos abrangente, mas com finalidade de aplicabilidade no sistema de produção agrícola). Propõe-se tratar somente de metodologias já elaboradas e consideradas como válidas.

A revisão bibliográfica permitiu identificar que o desenvolvimento de tais ferramentas seguiu duas grandes tendências: 1) o uso de indicadores como *check-list* para avaliar os vários aspectos da sustentabilidade e 2) uma análise sistêmica, com origem no sistema de produção como um conjunto integrado num ambiente mais abrangente com o qual interage, e avaliando as entradas e saídas deste sistema com seu entorno sob um ponto de vista energético.

#### 3.1 Primeira tendência: “tableaux de bord” via indicadores

Em anos recentes, a partir da década de 90, passou a haver um grande interesse nos indicadores de sustentabilidade. Como foi enunciado no capítulo 40 da Agenda 21 (1997)<sup>23</sup>, “os países no plano nacional e as organizações governamentais e não-governamentais, no plano internacional, devem desenvolver o conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável a fim de identificar estes indicadores”. Com esse fim, muitos projetos foram desenvolvidos para propor e operacionalizar conjuntos de indicadores, aplicáveis a várias escalas, desde a unidade de produção agrícola (UPA) até os níveis nacional ou internacional. Os autores Kátia Marzall e Jalcione Almeida (2000) identificaram 72 programas desenvolvendo esse tipo de indicadores, das mais diversas fontes: destacam-se, por exemplo, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE); a Organização das Nações Unidas (ONU); a

---

<sup>23</sup> A Agenda 21 foi o documento final da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio-92), evento-marco que teve lugar no Rio de Janeiro, em junho de 1992.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO); o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP); Programa das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento (UNEP); *World Bank* (WB); *World Resources Institute* (WRI) etc. No Brasil, tem-se: a Embrapa Meio Ambiente, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); universidades tais como a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Nesta seção, propõe-se apresentar alguns conjuntos de indicadores oriundos de publicações e projetos recentes que procuram responder aos questionamentos referentes à avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas. Podem ser de níveis de análise diferentes, ter objetivos diferentes, mas cada um foi considerado como relevante – ou por ser representativo das necessidades atuais de dispor de dados agregados e padronizados ao nível internacional ou nacional (indicadores da OCDE e do Canadá), tal como formulado em conferências internacionais, ou pela necessidade de poder medir a sustentabilidade ao nível da parcela, com a finalidade de comparar vários agroecossistemas entre si ou de avaliar um só, no decorrer dos anos.

A fim de facilitar o processo de comunicação e tornar as informações "palatáveis", alguns indicadores podem ser visualizados sob a forma de mostradores de *performance*, como proposto pela ferramenta Dashboard of Sustainability (VAN BELLEN, 2004): cada um dos mostradores possui uma seta que aponta para um valor que reflete a performance atual do sistema, e uma escala de cores (verde, amarelo e vermelho) indica pontos críticos da performance calculada. Um gráfico procura refletir as mudanças de desempenho do sistema avaliado e existe um medidor que mostra a quantidade remanescente de alguns recursos críticos. Um indicador isolado não fornece um retrato da situação como um todo; apenas através da combinação dos indicadores é possível se obter uma visão geral do estado do sistema avaliado.

Antes de apresentar mais detalhadamente os seis conjuntos de indicadores escolhidos para exemplificar essa primeira corrente, tentar-se-á definir o termo "indicador de sustentabilidade" e apresentar as características das quais deve constar, antecipando um pouco do item final desta primeira parte teórica (3.3 Avaliação e comparação das diferentes metodologias).

### **3.1.1 Definição de indicadores de sustentabilidade**

A definição de "indicador" é fundamental para a formulação de um conceito para indicador de sustentabilidade – que é o tema central deste item. Existem várias

definições para o termo “indicador”, deixando claro que tem funções de medição e comunicação. Para Guijt (1999), indicador “trata-se de uma característica quantitativa ou qualitativa de um processo ou atividade sobre o qual se querem medir as alterações ocorridas” e “se constitui num recurso para comunicar processos, fatos ou tendências complexas a um público mais amplo”. Outros autores incorporam a noção de objetividade, e da dificuldade de operacionalização, definindo “indicadores” como

parâmetros objetivos e mensuráveis utilizados para operacionalizar conceitos. Eles são uma forma de captar fenômenos sociais que não temos condições de dimensionar diretamente. Os tipos de indicadores vão sempre depender da compreensão adotada para o conceito e da forma de operacionalizá-lo (ARMANI, 2001, *apud* VARGAS MOURA, 2002).

Conforme os autores do Instituto do Ambiente de Portugal na proposta para o Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável elaborada em 2000, o uso de indicadores é válido para

resumir a informação de carácter técnico e científico na forma original ou “bruta”, permitindo transmiti-la numa forma sintética, preservando o essencial dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que melhor servem aos objetivos e não todas as que podem ser medidas ou analisadas. A informação é assim mais facilmente utilizável por tomadores de decisão, gestores, políticos, grupos de interesse ou público em geral (GOMES et al., 2000).

Aparece assim a função principal dos indicadores, que seria a tradução das informações visando à tomada de decisões pelas pessoas habilitadas.

Outras vezes, os indicadores são classificados em vários tipos: a) operacionais, usados para controle de atividades e recursos; b) de desempenho, para controle de resultados; c) de efetividade, para avaliar o alcance do objetivo do projeto e d) de impacto, para avaliar a contribuição do projeto para mudanças duradouras (ARMANI, 2001, *apud* VARGAS MOURA, 2002).

Em resumo, é possível depreender da revisão das definições de indicadores que alguns pontos são consensuais e serão tomados por base para a operacionalização do conceito de indicador de sustentabilidade nesta investigação: a) a função de medir; b) a função de comunicar informações complexas de forma simplificada e objetiva; c) a contextualização em relação ao local, ao investigador e ao público a quem interessam as informações; e d) a visão sistêmica (VARGAS MOURA, 2002).

Os indicadores devem ser quantitativos, ou seja, mesmo quando as variáveis não são quantificáveis, os indicadores relacionados deveriam ser traduzidos em números (até sem unidade) para permitir a medição e uma melhor comunicação ao público. Por outro lado, a tentativa de segmentar os indicadores por finalidade (impacto, estado, efetividade, desempenho, por exemplo) é um pouco arriscada, já que às vezes as fronteiras entre os efeitos ou impactos, e os estados, por exemplo, são difíceis de estabelecer e a medição de uma coisa só ou de outra pode ser impossível. Quando possível, é bom que um conjunto de indicadores seja definido no mesmo nível (de estado por exemplo) e traduzido na mesma unidade, por necessidade de clareza e de fácil entendimento.

Como será visto nas descrições a seguir, um indicador pode conter um ou vários parâmetros que podem ser considerados isoladamente ou combinados entre si: o indicador pode ser o próprio parâmetro (número de dias sem cobertura do solo, por exemplo), ou resultar do cálculo de vários parâmetros (como, por exemplo, a Gestão das entradas agrícolas que integra parâmetros relativos ao modo de aplicação dos fertilizantes, ao período de aplicação de nitrogênio, ao manejo dos esterco etc). Mas, no final, o conjunto de indicadores sempre deveria expressar as inter-relações entre esses parâmetros, já que podem afetar a sustentabilidade do sistema.

Quanto ao conceito de “indicador de sustentabilidade”, nasceu da insuficiência dos indicadores econômicos: “Os indicadores econômicos já existem há algumas décadas, mas demonstram ser insuficientes quando da determinação do bem-estar social ou do nível de desenvolvimento dos povos” (SOTO, 1997 *apud* BACKES, 2002, *apud* VARGAS MOURA, 2002).

Por muito tempo, o Produto Interno Bruto agrícola, em nível nacional, a produtividade por hectare e a renda por propriedade e por trabalhador em nível da propriedade foram os únicos indicadores que eram considerados para avaliar a “sustentabilidade”, porque se consideravam somente os aspectos de sobrevivência, “viabilidade” e competitividade da agricultura.

Com o conceito de “desenvolvimento sustentável”, novas variáveis foram consideradas – como já foi levantado anteriormente neste documento –, e agora os indicadores abrangem as várias dimensões da sustentabilidade: os indicadores econômicos estão complementados por outros relativos à dimensão social (indicadores sociais ou sócio-territoriais) e relativos à dimensão ambiental (indicadores ambientais ou ecológicos ou agroecológicos), o que representa o tripé clássico e mínimo de todas as



análises (até podem abranger indicadores relativos à tecnologia segundo algumas referências).

Desta forma, define-se indicador de sustentabilidade como

um conjunto de parâmetros que permita medir as modificações antrópicas num determinado sistema e comunicar, de forma simplificada, o estado deste sistema em relação aos critérios e as metas estabelecidas para avaliar a sua sustentabilidade (VARGAS MOURA, 2002).

Porém, a dificuldade é estabelecer esses critérios e essas metas: às vezes a preocupação é da aplicabilidade e nem tanto da definição pertinente da ferramenta. O analista se pergunta: “será que vou dispor da informação necessária para extrair os indicadores?”, e os define em função dos dados disponíveis, embora talvez seja mais pertinente identificar menos indicadores, mas mais explícitos e relevantes, do que muitos que não têm grande significado.

### **3.1.2 Exemplos de indicadores como ferramenta de medição da sustentabilidade agrícola**

Os conjuntos de indicadores e ferramentas associadas selecionadas serão apresentados por ordem decrescente do tamanho do escopo, ou seja, da abrangência mais ampla, até chegar ao nível da UPA, com a finalidade de situar o leitor na evolução dos indicadores de sustentabilidade e nas metodologias utilizadas para a elaboração deles. Resgataram-se alguns trabalhos recentes, apresentados a seguir.

Os exemplos apresentados não são homogêneos, já que alguns só tratam de projetos nacionais ou internacionais relativos ao desenvolvimento de indicadores puramente ambientais, e outros têm uma visão mais abrangente, considerando todas as dimensões com o objetivo de ser uma ferramenta já aplicável e autônoma. São conjuntos de indicadores relevantes, por representarem um marco de referência em nível internacional, ou pela abordagem adotada e pela aplicabilidade à unidade produtiva. Serão apresentados indo do conjunto mais genérico (nível internacional) ao mais específico, relativo à parcela cultivada.

A análise está focada nos objetivos perseguidos, na natureza e na descrição dos indicadores, nos critérios de seleção deles e na segmentação por dimensão, para permitir a comparação entre as várias metodologias. Não será apresentado o detalhe dos dados a serem levantados para “calcular” esses indicadores, à exceção da metodologia IDEA

(ver apêndice A), que foi pressentida *a priori* como uma das mais adequadas e que será aplicada na segunda parte deste documento.

Procura-se também com esta revisão dar condições ao leitor, em função do seu grau de interesse, de dispor de uma base de informação e, diga-se, de um guia de pesquisa, para aprofundar as suas visões referentes à sustentabilidade dos sistemas de produção utilizados na agricultura e as possibilidades de avaliação de seus graus de sustentabilidade.

### **3.1.2.1 Indicadores da OCDE (Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico)**

Torna-se imprescindível apresentar esse conjunto de indicadores porque, como destacam Kátia Marzall e Jalcione Almeida (2000)

a metodologia mais empregada é aquela criada pela Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE). Tem uma estrutura bem definida, clara quanto ao que se quer, determinando bem as perguntas

Trata-se da metodologia DSR (Driving Forces-State-Response, traduzido como PER, Pressão-Estado-Respostas). Parece que ela "está na moda" e que está sendo utilizada como base para outros trabalhos de elaboração de conjuntos de indicadores. É por isso que, apesar de ter um enfoque nacional e até internacional, é relevante apresentar brevemente a metodologia de elaboração e os indicadores da OCDE (Relatório de 2001).

#### Origem e objetivos dos indicadores

Em 1989, a Conferência Econômica do G7 pediu a OCDE que “estabeleça indicadores, de forma a nortear os processos internacionais neste sentido” (HAMMOND et al., 1995 *apud* MARZALL, 1999). O estudo foi feito pelo Grupo com primeiros resultados formalizados publicados em 1997 e 1999 (respectivamente o volume 1, “Conceitos e Quadro de análise” e o volume 2, “Questões-chave e conceituação”). Em 2001, foi publicado o terceiro volume do relatório sobre os indicadores ambientais, apresentando os Métodos e Resultados do estudo. Essas publicações têm como objetivo principal fornecer resultados sobre o estado do meio ambiente na agricultura nos países da OCDE (eram 30 países em 01/01/2001, incluindo os países europeus, Austrália, Nova Zelândia, Canadá, Coreia do Sul, EUA, Japão e México). Destina-se aos tomadores de decisão dos países da OCDE, mas também a um

público mais amplo, até nos outros países do mundo. O escopo dos indicadores é a agricultura como setor de atividade primário e suas interações com o meio ambiente. Não abrange a cadeia agro-alimentar (como a fabricação de inseticidas ou a produção de alimentos por transformação, por exemplo). Nota-se um aspecto bem peculiar da agricultura dos países da OCDE, que os diferencia dos demais: caracteriza-se por um nível de subsídio muito alto, que representa em torno de 36% da receita total das propriedades agrícolas. Assim, confere-se que as políticas agrícolas podem compensar os sinais emitidos pelos preços dos insumos e, assim, afetar negativamente o meio ambiente (OCDE, 2001).

Os objetivos dos indicadores são:

- fornecer informações sobre o estado atual e a evolução das condições do meio ambiente na agricultura e utilizar os indicadores para o acompanhamento, a avaliação e a previsão das políticas;
- analisar as sinergias e as arbitragens entre as dimensões econômica, social e ambiental da agricultura sustentável;
- fornecer um critério de **referência comum** a todos os países.

Mas insiste-se que “o objetivo comum a todos estes indicadores é comunicar informações de forma sintética sobre aspectos importantes para os tomadores de decisão da OCDE” (OCDE, 2001).

A definição dos indicadores é uma medida representativa a partir de dados brutos a propósito de um fenômeno ou outro, importante para os tomadores de decisão da OCDE. Alguns podem ser o fruto da síntese de dados brutos e resultar em indicadores calculados e modelos formalizados, prova de conhecimentos confirmados; outros podem ser mais no início do processo, mais perto dos dados brutos (como a modificação da superfície das terras agrícolas, por exemplo).

#### Elaboração e descrição dos indicadores

Foram desenvolvidos tentando satisfazer critérios de caráter geral mínimo, que são os seguintes:

- pertinência relativa à ação dos poderes públicos;
- justeza de análise;
- mensurabilidade;
- facilidade de interpretação.

A elaboração, o cálculo e a análise dos indicadores seguiram as cinco etapas seguintes:

1. identificação das questões relevantes para os poderes públicos, que os indicadores deveriam abranger;
2. elaboração de um Quadro comum para estruturar a definição dos indicadores;
3. estabelecimento de definições e métodos de medida de indicadores;
4. coleta de dados (com um questionário-padrão) e cálculo dos indicadores;
5. interpretação das tendências dos indicadores.

Na etapa 2 de elaboração do Quadro comum, a estrutura utilizada foi a de DSR<sup>24</sup> (Driving forces-State-Response), ou PER (Pressão-Estado-Resposta). Este Quadro DSR identifica três grandes tipos de indicadores:

- indicadores das causas impactantes (Driving forces): relatam os fatores que induzem modificações do estado do meio ambiente ligadas à agricultura, como por exemplo as práticas de gestão dos sistemas agrícolas e o uso de elementos fertilizantes, de pesticidas, de terra e de recursos em água;
- indicadores de estado: apontam os efeitos/impactos da agricultura no meio ambiente, como por exemplo as repercussões nos solos, na água, no ar, na biodiversidade, nos habitats, e nas paisagens;
- indicadores de resposta: servem para medir as ações implementadas para responder às modificações de estado do meio ambiente, como por exemplo as variações das despesas agroambientais.

Na página a seguir são apresentados sinteticamente os **48 indicadores** – fruto do trabalho da OCDE e da metodologia DSR.

---

<sup>24</sup> O quadro conceitual da metodologia DSR será esquematizado no item seguinte, na apresentação dos indicadores ambientais do Canadá.

Quadro 4: Conjunto de indicadores da OCDE

Grupo de indicadores	Indicadores	Definições
<b>I. A agricultura no contexto econômico, social e ambiental</b>		
1. Informações e indicadores contextuais	PIB agrícola Produção agrícola Emprego agrícola Repartição dos agricultores por idade/sexo Instrução dos agricultores Número de propriedades Ajuda à agricultura Utilização das terras <i>Estoque de terras agrícolas</i> <i>Evolução das terras agrícolas</i> <i>Utilização das terras agrícolas</i>	Proporção da agricultura no PIB total Valor da produção agrícola final Proporção da agricultura na população ativa civil ocupada total Proporção dos novos agricultores na agricultura por idade e por sexo Nível de educação dos agricultores Evolução do número de propriedades Estimativa da ajuda aos produtores em percentagem Proporção das terras agrícolas na superfície nacional total Variação da superfície das terras agrícolas Superfícies agrícolas por categoria de uso das terras
2. Recursos financeiros das propriedades agrícolas	Renda agrícola Despesas agroambientais <i>Despesas agroambientais públicas e privadas</i>  <i>Despesas de pesquisa agroambiental</i>	Renda líquida = Valor da produção total - todos os custos relativos às atividades agrícolas Despesas públicas ou privadas, como investimentos ou despesas comuns, consagradas a produtos, serviços e medidas de conservação ambiental Parte das despesas dos setores público e privado consagradas à pesquisa agroambiental nas despesas totais de pesquisa agrícola
<b>II. Gestão das propriedades agrícolas e meio ambiente</b>		
1. Gestão das propriedades agrícolas	Gestão global das propriedades agrícolas  <i>Planos de gestão ambiental global</i>  <i>Agricultura biológica</i>	Proporção da superfície cultivada total sujeita a planos de gestão ambiental global Proporção da superfície cultivada total com sistema de agricultura biológica certificado, ou em fase de conversão
	Gestão dos elementos fertilizantes  <i>Planos de gestão dos elementos fertilizantes</i>  <i>Análises do solo</i>	Porcentagem da superfície cultivada com plano de gestão dos elementos fertilizantes Utilização e frequência das análises do solo (em percentagem das propriedades que praticam análises ou da superfície cultivada analisada)
	Luta contra os "devastadores"  <i>Uso de meios não-químicos de luta contra os "devastadores"</i>  <i>Uso de luta integrada contra os "devastadores"</i>	Superfícies cultivadas não-tratadas com pesticidas químicos Superfície das terras cultivadas, com luta integrada contra os devastadores
	Gestão dos solos e das terras  <i>Cobertura vegetal</i>	Número de dias com presença de cobertura vegetal no solo, por ano
	 <i>Práticas de gestão das terras</i>	Porcentagem da superfície cultivada total sujeita a práticas de gestão ambiental das terras
	Gestão da irrigação e da água  <i>Técnicas de irrigação</i>	Porcentagem das águas de irrigação distribuída em função das várias tecnologias de irrigação

Grupo de indicadores	Indicadores	Definições
<b>III. Utilização dos entradas agrícolas e dos recursos naturais</b>		
1. Utilização dos elementos fertilizantes	Balanço do azoto Rendimento do nitrogênio	Diferença física entre as entradas e saídas de azoto de um sistema de produção, por hectare de terra agrícola Rateio entre as "saídas" totais de nitrogênio) e o total nitrogênio disponível (entradas) no sistema agrícola
2. Pesticidas: utilização e riscos	Utilização dos pesticidas Riscos associados aos pesticidas	Tendências temporais de venda e/ou uso de pesticidas Tendências temporais dos riscos ligados aos pesticidas (relativos às toxicidade, exposição e ao uso de pesticidas)
3. Utilização dos recursos em água	Intensidade da utilização da água Eficácia da utilização da água <i>Eficácia técnica da utilização da água</i> <i>Eficácia econômica da utilização da água</i> Estresse hídrico	Proporção da água utilizada para a agricultura na utilização total da água em nível nacional Para alguns cultivos irrigados, é o volume de produção agrícola (ton) por unidade de volume de água de irrigação consumida Para todos os cultivos irrigados, é o valor monetário da produção agrícola por unidade de volume de água de irrigação consumida Proporção de cursos de água desviados ou regularizados para a irrigação, sem definir vazão mínima
<b>IV. Repercussão da agricultura no meio ambiente</b>		
1. Qualidade dos solos	Risco de erosão hídrica dos solos Risco de erosão eólica dos solos	Superfície agrícola exposta à erosão hídrica, ou seja, existe um risco acima de certo nível de referência Superfície agrícola exposta à erosão eólica, ou seja, onde existe um risco acima de certo nível de
2. Qualidade da água	Indicador do risco para a qualidade da água Indicador de estado da qualidade da água	Concentração potencial de nitratos (ou de fósforo) nas águas vindas de uma superfície agrícola, nas águas de infiltração nas águas de <i>ruissellement</i> Teor da água em nitratos (e fósforo) nas zonas vulneráveis: proporção das águas subterrâneas e de superfície cujo teor em fósforo ou nitratos é superior a certo patamar (mg NO <sub>3</sub> ou P total por litro)
3. Conservação das terras	Capacidade de retenção de água Fluxo de sedimentos transportados fora de zonas agrícolas (capacidade de manutenção dos solos)	Capacidade de água potencialmente estocada a curto prazo no solo agrícola e nas terras agrícolas 1. Risco estimado da quantidade de sedimentos transportados das terras agrícolas até as não-agrícolas e pontos d'água 2. Quantidade efetiva dos sedimentos resultando da erosão dos solos transportada das zonas agrícolas às zonas não-agrícolas e pontos de água
4. Gases de Efeito Estufa (GEE)	Emissões brutas de GEE de origem agrícola	Total das emissões agrícolas de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ) e hemióxido de nitrogênio (N <sub>2</sub> O), expresso em equivalentes CO <sub>2</sub>

Grupo de indicadores	Indicadores	Definições
<b>IV. Repercussão da agricultura no meio ambiente (cont.)</b>		
5. Biodiversidade	Diversidade genética	1. Para as principais categorias de plantas cultivadas e de animais criados, o número total de variedades e de raças registradas e certificadas para a comercialização 2. Proporção das principais variedades cultivadas no total produção mercantil para vários 3. Proporção das principais raças de animais nas diferentes categorias criadas 4. Número de variedades cultivadas/raças de animais de gado nacionais ameaçados de extinção
	Diversidade das espécies <i>Espécies selvagens</i> <i>Espécies alógenas</i>	Evolução da repartição das populações e do número de espécies selvagens com relação à agricultura Evolução da repartição das populações e do número de espécies alógenas que podem prejudicar a produção agrícola e os agroecossistemas
	Diversidade dos ecossistemas	Ver <i>habitats</i> naturais
6. Habitats naturais	<i>Habitats</i> agrícolas submetidos a um uso intensivo	1. Parte de cada cultivo na superfície agrícola total 2. Parte da agricultura biológica na superfície agrícola
	<i>Habitats</i> agrícolas semi-naturais	Proporção da superfície agrícola total ocupada por <i>habitats</i> agrícolas semi-naturais
	<i>Habitats</i> naturais não-cultivados	1. Superfície líquida ocupada por ecossistemas aquáticos afetados por usos agrícolas 2. Superfície líquida ocupada por florestas naturais afetadas por usos agrícolas
	Matriz dos <i>habitats</i>	Matriz para estabelecer a relação entre as formas de utilização de diferentes tipos de <i>habitats</i> agrícolas por espécies selvagens
7. Paisagens	Estrutura das paisagens <i>Características ambientais e modo de uso das terras</i>	1. Essencialmente os ecossistemas e os tipos de <i>habitats</i> 2. Modalidades de ocupação do espaço, como mudanças de uso e na repartição das terras agrícolas
	<i>Elementos construídos pelo homem (características culturais)</i>	Elementos das terras agrícolas, resultado de uma atividade humana
	Gestão da paisagem	Proporção das terras agrícolas cobertas por programas públicos ou privados de manutenção ou valorização da paisagem
	<i>Custos e vantagens da paisagem</i>	1. Custo da manutenção e da valorização das paisagens pela agricultura 2. Preço que o público atribui às paisagens

Fonte: OCDE (2001)

### Vantagens e limites

Alguns autores como Marzall e Almeida (2000) consideram que a abordagem utilizada, “dentro de três aspectos (Pressão-Estado-Resposta), permite determinar os pontos onde se deve ter maior preocupação”. Mas sublinham também que “não se enquadra dentro do enfoque sistêmico”, porque é de lógica linear. “A interação da qual fala, na realidade, considera a lógica linear, avaliando o problema (efeito) em função de sua causa, e a partir desta, a busca da solução. São, portanto, os elementos (causa e efeito) que são considerados, não sua interação”.

Por outro lado, como está apontado no próprio relatório da OCDE (2001), para alguns indicadores, as informações e os dados são insuficientes para estabelecer uma tendência. É o caso do grau de poluição ou da taxa de uso excessivo das águas subterrâneas ligado às atividades agrícolas, ou ainda o risco do uso de pesticidas sobre a saúde humana e o meio ambiente. Em outros casos, as relações entre os diferentes indicadores são subentendidas mas são difíceis de medir, como as relações entre a evolução das práticas de gestão das propriedades agrícolas e os resultados em matéria de meio ambiente. A compreensão e a medida das repercussões da agricultura sobre certos domínios, como por exemplo a biodiversidade, os *habitats* e as paisagens, ainda estão num estágio de pesquisa preliminar, por causa do custo elevado dos programas de acompanhamento.

Outra limitação é que as disparidades entre os vários países da OCDE fazem com que os indicadores não tenham a mesma importância nem possam ser interpretados da mesma maneira de um país a outro. Por isso, pode-se considerar que o objetivo inicial de “fornecer um critério de referência comum a todos os países” (OCDE, 2001) não será realmente alcançado, já que apesar de ter indicadores de mesma natureza, a interpretação não pode ser a mesma.

Para este estudo, que pretende medir a sustentabilidade de uma UPA do tamanho de uma parcela, essa ferramenta é inadequada, já que está dirigida a análises de âmbito nacional e internacional e serve para orientações políticas a longo prazo.



### **3.1.2.2 Uma iniciativa nacional: indicadores agroambientais do Canadá**

#### Origem e objetivos do conjunto de indicadores

Conseqüentemente aos compromissos que o Canadá assumiu para com o desenvolvimento sustentável e às convenções internacionais que o governo assinou, os governos federal e provinciais lançaram programas de proteção ao meio ambiente. Nesse contexto, o Ministério da Agricultura do Canadá iniciou, em 1993, um projeto de elaboração de indicadores agroambientais, que foi desenvolvido em grande parte pelo Bureau de l'Environnement de AAC (Agriculture et Agroalimentaire Canada) e a Direção Geral da Pesquisa, destinados a apoiar a tomada de decisão dos dirigentes do setor. Participaram nesse programa numerosos cientistas e analistas do ministério, e de outras entidades, no país inteiro. O relatório desses indicadores está destinado aos agricultores, aos líderes do setor agrícola, aos tomadores de decisão das administrações públicas, aos ambientalistas e aos cidadãos interessados, conforme especificado no começo deste trabalho.

Com esses indicadores, o ministério espera conseguir: medir as condições-chave do meio ambiente; os riscos e as mudanças que resultam da produção agrícola e dos métodos agrônômicos empregados pelos produtores. Ou seja, pretendem:

- informar os decisores da indústria agrícola e de outros setores de atividade sobre a performance ambiental na agricultura;
- mostrar os progressos realizados pelo setor agrícola com relação aos princípios e às práticas “ambientalmente-amigáveis”;
- apoiar a elaboração de estratégias e medidas visando a reduzir o risco ambiental relativo a algumas regiões ou a alguns recursos;
- facilitar a análise ambiental das políticas e dos programas agrícolas e permitir o monitoramento da eficácia dessas políticas e desses programas;
- contribuir com a elaboração de indicadores agroambientais em escala internacional. (McRAE et al., 2000).

#### Elaboração e descrição dos indicadores

No Canadá, tal como exposto no relatório de 2000, os dois principais critérios usados para avaliar a sustentabilidade ecológica da agricultura são: 1) a eficácia da gestão e da conservação dos recursos naturais mantendo a produção agrícola, e 2) a compatibilidade dos sistemas agrícolas com os sistemas e processos naturais.

Como no caso da OCDE, a escolha dos indicadores inseriu-se num Quadro conceitual do tipo DSR (ou PER, Pressões - Estados – Respostas, tal como apresentado na Figura 7): a agricultura pode gerar efeitos benéficos ou nefastos no meio ambiente,

os quais dependem dos fatores da produção agrícola. As reações da sociedade às mudanças reais e percebidas destes efeitos e destes fatores abrangem o comportamento dos produtores agrícolas, as reações dos consumidores, a evolução tecnológica e a intervenção governamental.

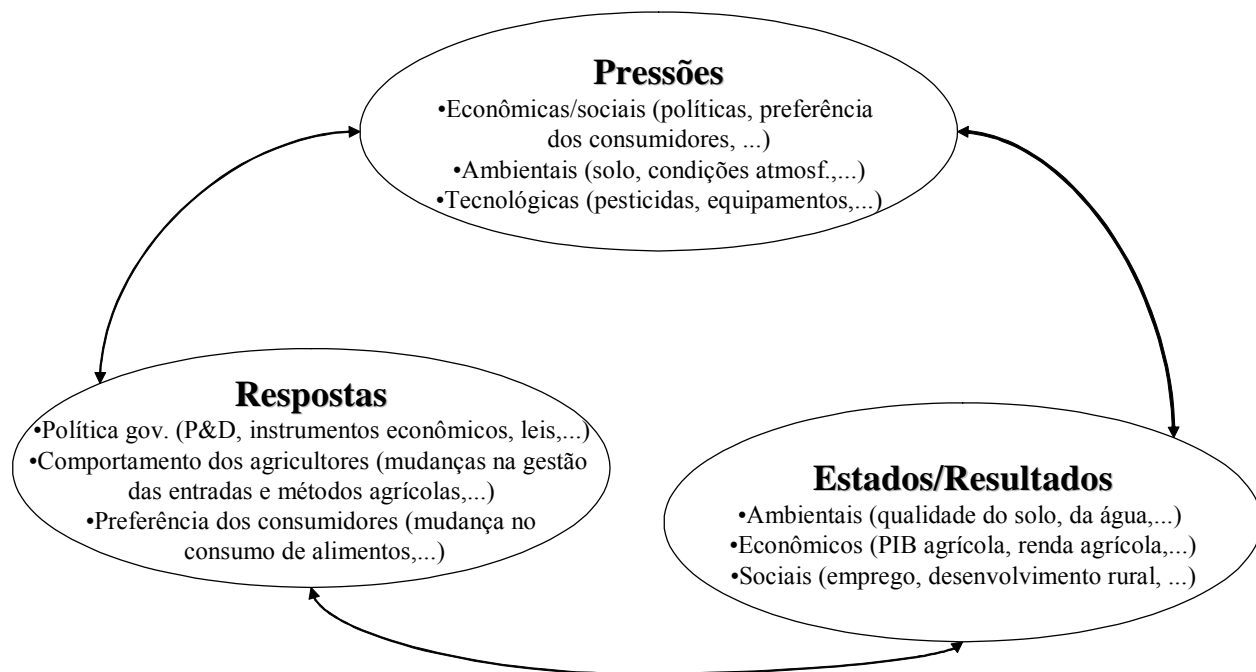


Figura 7: O Quadro Pressões – Estados – Respostas

Fonte: Traduzido de McRAE et al. (2000:9)

Foram estabelecidos **6 grandes eixos de indicadores** agroambientais referentes aos grandes desafios:

1. a gestão agroambiental;
2. a qualidade do solo;
3. a qualidade da água;
4. as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE);
5. a biodiversidade do agroecossistema, e
6. a intensidade da produção.

Podem ser interpretados como os critérios identificados pelo governo para ajudar à tomada de decisões, já que esses indicadores podem ser entendidos como requisitos para uma futura ferramenta de tomada de decisões. Esses eixos constam de um a seis indicadores cada um, e o conjunto é de 14 indicadores.

Alguns indicadores constituem sumários de dados nacionais do Censo da Agricultura (*Recensement de l'agriculture*), de dados de pesquisa ou de dados das

províncias. Outros foram calculados a partir de modelos ou fórmulas matemáticas existentes ou especialmente elaboradas, e via a integração de dados de censo, de informação sobre as pedo-paisagens do Canadá e, em alguns casos, de conjuntos de dados adaptados.

Uma descrição geral do conjunto dos **14 indicadores** está apresentada no Quadro 5. Não será apresentado o detalhe de cada um, nem do cálculo: como já dito, o escopo desses indicadores não corresponde à finalidade deste estudo (de aplicabilidade a um sistema agrícola do tamanho de uma parcela). São apresentados nesta seção a título de exemplo e de abordagem de definição de indicadores, como foram apresentados os indicadores da OCDE.

Quadro 5: Conjunto de indicadores do Canadá

Grupos de indicadores	Indicadores agroambientais	Descrição	Elementos do quadro PER	Método*
Gestão agroambiental	Grau de cobertura dos solos pelos cultivos e resíduos de cultivos	Número de dias por ano sem cobertura	Pressões, respostas	2
	Gestão dos entrantes agrícolas: elementos nutritivos e pesticidas	Adoção de práticas de gestão ótimas para o manejo dos fertilizantes, esterco e pesticidas	Pressões, respostas	3
Qualidade do solo	Risco de erosão hídrica	Potencial de perda do solo devido ao escoamento em função das paisagens, às condições climáticas presentes e em função da gestão existente	Estados	1
	Risco de erosão eólica	Potencial de perda do solo segundo as paisagens, as condições de vento presentes e em função da gestão existente	Estados	1
	Carbono orgânico do solo	Estimativa da evolução do teor em carbono orgânico dos solos com as práticas de gestão existentes	Estados	1
	Risco de erosão devido ao trabalho do solo	Potencial de redistribuição dos solos em função das paisagens presentes, das práticas do trabalho do solo e das práticas culturais existentes	Estados	2
	Risco de compactagem do solo	Estimativa do potencial de evolução da compactidade dos solos ricos em argila em função da compactidade inerente dos solos e dos sistemas de cultivo em uso	Estados	2
	Risco de salinização do solo	Estimativa do potencial de evolução da salinidade do solo em função do uso das terras e das condições hídricas, climáticas e pedológicas	Estados	2
Qualidade da água	Risco de contaminação da água pelo azoto	Potencial de ultrapassar o limite definido nas recomendações para a qualidade da água no Canadá, relativa ao teor em azoto	Estados	2
	Risco de contaminação da água pelo fósforo	Potencial de transporte do fósforo das terras agrícolas até as águas de superfície	Estados	1
Emissão de GEE de origem agrícola	Balanço dos Gases a Efeito Estufa de origem agrícola	Estimativa das emissões de NO <sub>x</sub> , de CH <sub>4</sub> e de CO <sub>2</sub> a partir dos sistemas de produção agrícola (balanços sumários expressos em CO <sub>2</sub> eq)	Estados	2
Biodiversidade do agroecos-sistema	Disponibilidade do <i>habitat</i> faúnico nas terras agrícolas	Proporção das unidades de uso do <i>habitat</i> cuja superfície total aumentou, se manteve ou diminuiu	Estados	2
Intensidade da produção	Uso da energia	Quantidade de energia contida nos <i>inputs</i> e <i>outputs</i> agrícolas	Pressões	3
	Azoto residual (N)	Diferença entre a quantidade de azoto agregada aos solos agrícolas e a quantidade retirada no momento da safra	Pressões	2

\*: Os métodos de cálculo usados são os seguintes:

1. a partir de dados das pedopaisagens do Canadá e do Censo de Agricultura, com modelos existentes ou modificados (modelo Century, e método do Grupo de Especialistas Intergovernamentais sobre a evolução do clima;
2. a partir de dados das pedopaisagens do Canadá e do Censo de Agricultura, com modelos matemáticos elaborados especialmente para este fim;
3. a partir da síntese de informações vindo do Censo da Agricultura e de estudos especiais, com apresentações dos resultados à escala de uma província ou de uma ecozona.

Fonte: McRAE et al. (2000)

### Vantagens e limites

Esse trabalho somente relata os indicadores relativos aos aspectos ambientais (ou agroecológicos, como se usa em outras referências): apesar de ser baseado num Quadro PER que supostamente analisa os fatores econômicos, sociais e políticos que impactam o estado da agricultura, esse método não os considera e apresenta resultados relativos "somente" ao meio ambiente. Além disso, como no exemplo anterior, sofrem da falta de dados ou de conhecimentos. Esses limites podem restringir a utilização desses indicadores à determinação de tendências no tempo, ou a comparações entre regiões. Faltam também de homogeneidade: alguns podem ser extraídos de censos diretos (dados brutos), e outros provêm de vários modelos ou fórmulas matemáticas, e são mais difíceis de mensurar. Além do fato de que não são expressos numa única medida padrão mas sim cada um na sua unidade de referência.

O ponto positivo é que são poucos indicadores (são quatorze no total), o que é um tamanho viável e fácil de aplicar, à diferença de outros conjuntos constando de até 62 indicadores (ver conjunto proposta pelo APOIA-NovoRural apresentado no item 3.1.2.5) Na verdade, cada um desses quatorze indicadores corresponde a vários indicadores: por exemplo, o indicador 2, gestão das entradas agrícolas pode dar informações tais como a porcentagem de agricultores aplicando o fertilizante com nitrogênio antes de plantar, como a proporção de agricultores que utilizam rotação de cultivos como meio de luta contra-parasitas). Parece que podem se desdobrar em função dos dados obtidos do campo.

### 3.1.2.3 Indicadores elaborados por Moacir Darolt para a agricultura orgânica

#### Origem e objetivos do método

Na sua tese de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 2001 pela Universidade Federal do Paraná, Moacir Darolt propôs analisar a sustentabilidade de um conjunto de 57 propriedades orgânicas da Região Metropolitana de Curitiba. A ferramenta usada para realizar esse estudo consta de indicadores e variáveis criados “visando representar melhor a realidade multidimensional<sup>25</sup> do agricultor e da unidade de produção agrícola (UPA)”, os quais foram agregados entre cinco dimensões da sustentabilidade (Sócio-cultural, Técnico-agronômica, Econômica, Ecológica e Político-institucional). A partir disto, ele realiza uma análise estatística, multivariada, a fim de levantar os principais fatores que podem incentivar, ou frear, os agricultores a produzir organicamente.

#### Elaboração e descrição dos indicadores:

O método elaborado por Moacir Darolts consta de um total de **55 indicadores**, ou variáveis, como ele chama, abrangendo as **cinco dimensões** seguintes:

1. a **dimensão sócio-cultural**: foram consideradas duas formas de avaliar a dimensão sócio-cultural. De um lado, consta de seis variáveis ligadas às características pessoais e atitudes do agricultor (que foram as que ele usou no seu levantamento de dados). Do outro, consta de sete variáveis ligadas às condições de vida dos agricultores, com a finalidade de elaborar um índice de qualidade de vida rural (IQVR)<sup>26</sup>.

2. a **dimensão técnico-agronômica**: as 19 variáveis identificadas estão vinculadas com a capacidade produtiva e correspondem ao uso da base dos recursos naturais. Envolvem técnicas e tecnologia de produção agropecuária e florestal. O parâmetro de avaliação para esta dimensão são as normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais, editadas recentemente (BRASIL, 1999). Ou seja, quanto mais próximo dos procedimentos recomendados pelas normas, melhor vai ser o resultado para a dimensão técnico-agronômica.

---

<sup>25</sup> Uma *dimensão* é formada por um conjunto de variáveis e indicadores necessários ao entendimento de uma parte do sistema.

<sup>26</sup> Consta basicamente das condições de habitação (aspecto da casa e equipamentos disponíveis); saneamento (rede de água, rede de esgoto e destino do lixo); locomoção (veículos); acesso a serviços (educação, saúde e transporte); período de lazer (férias) e integração social (atividades sociais das quais participa).

3. a **dimensão econômica**: tem o propósito de comparar os resultados econômicos das unidades de produção agrícola (UPAs). Foram observadas, basicamente, a contribuição da produção orgânica vegetal e animal na geração de renda, verificando a rentabilidade do sistema como um todo e o uso da mão-de-obra. Afinal, essa dimensão consta de 21 variáveis de medição.

4. a **dimensão ecológica**: a escolha das variáveis e indicadores dessa dimensão foi realizada considerando a manutenção do estoque de recursos naturais e do meio ambiente a longo prazo. Desta forma, foi observado se estão sendo respeitadas as áreas de preservação; quais as principais práticas conservacionistas utilizadas na UPA; a existência ou não de reciclagem de materiais; o nível de diversificação do sistema em termos de plantas e animais; a integração entre agricultura, pecuária e floresta; além de observar o nível de degradação da unidade de produção agrícola, que são fatores que em um prazo menor determinam a capacidade produtiva do sistema. São consideradas seis variáveis ecológicas no total.

5. a **dimensão político-institucional**: são três variáveis avaliando as percepções dos agricultores orgânicos sobre políticas públicas, assistência técnica, formas de obtenção de informações e divulgação do sistema entre agricultores e consumidores.

Para cada indicador, foi definido um valor de referência, o que é um dos pontos mais críticos no uso de indicadores. Neste caso, a referência, ou meta, é baseada nas normas orgânicas, e a UPA que conseguir um resultado mais perto dos valores de referência é considerada mais sustentável. Cabe destacar que os indicadores têm unidades próprias, não podem ser integrados em um índice único adimensional.

Entretanto, parece que esses indicadores foram identificados seguindo uma lógica "Bottom-Up": a partir dos dados disponíveis no campo, foram identificados os possíveis indicadores e variáveis para estes fenômenos ligados às diferentes dimensões e selecionados os mais significativos para responder aos objetivos da pesquisa. O levantamento foi conduzido por meio de entrevistas com questionário, entrevistas abertas e observação direta. Após tratamento e síntese, os dados extraídos do questionário foram transformados em variáveis e indicadores, facilitando a análise multivariada utilizada para a análise estatística realizada.

Na página a seguir, o Quadro 6 apresenta sinteticamente os **55 indicadores** – fruto do estudo realizado na Região Metropolitana de Curitiba.

Quadro 6: Conjunto de indicadores utilizados por Moaci Darolt

Dimensão	Variáveis	Medição
Sócio-cultural	Nível de escolaridade: representa o tempo de escolaridade do agricultor	De 1 (4ª série incompleta) a 8 (3º grau completo)
	Representa o local de residência do agricultor	1 se mora na UPA, 0 se não.
	Ligação com o meio rural	1 se é de origem rural (os pais já eram agricultores), 0 se não
	Ligação com a atividade rural	1 se sempre foi agricultor; 0 se não
	Expectativa dos pais em relação ao futuro dos filhos	1 se os pais desejam que o(s) filho(s) permaneça(m) trabalhando no meio rural; 0 se não
	Expectativa dos filhos em relação ao seu futuro	1 se os filhos desejam continuar trabalhando no meio rural; 0 se não
Técnico-agronômica	Propriedade da terra: percentagem de área própria em relação à área total trabalhada	%
	Arrendamento: percentagem de área arrendada em relação à área total trabalhada	%
	Número de anos trabalhando com agricultura	Anos
	Número de anos trabalhando na UPA*	Anos
	Número de anos trabalhando com agricultura orgânica	Anos
	Número de anos de certificação	Anos
	Certificação: representa a certificação da UPA	1 se o agricultor é certificado; 0 se não
	Superfície Agrícola Utilizada	hectares
	Número de espécies de plantas cultivadas para venda	Unidades de espécies
	Percentagem da superfície agrícola utilizada com olericultura orgânica	%
	Percentagem da superfície agrícola utilizada com lavoura convencional	%
	Percentagem da superfície agrícola utilizada com pastagem	%
	Percentagem da superfície agrícola utilizada com pousio (área em descanso)	%
	Percentagem da superfície agrícola utilizada com reflorestamento	%
	Percentagem da superfície não agrícola em relação à área total da unidade	%
	Mecanização com tração animal	1 se usa prioritariamente tração animal para preparo do solo; 0 se não
	Mecanização com tração mecânica	1 se usa prioritariamente tração mecânica para preparo do solo; 0 se não
Uso de enxada rotativa	1 se usa prioritariamente enxada rotativa para preparo do solo; 0 se não	
Nível de manejo: representa o número de práticas e tecnologias de manejo utilizadas para condução da produção orgânica (ex: rotação de culturas, consórcio e adubação verde)	Entre 0 e 6 (quando praticadas as recomendações em agricultura orgânica e na condução da lavoura)	



Dimensão	Variáveis	Medição
Econômica	Valor bruto da produção agrícola	R\$ / mês
	Consumos intermediários(despesas com adubos orgânicos, corretivos; sementes e mudas; preparados, alimentação e trato dos animais; aluguel de máquinas, equipamentos etc)	R\$ / mês
	Valor agregado	R\$ / mês
	Renda agrícola líquida	R\$ / mês
	Renda total da UPA, considerando também as rendas não-agrícolas	R\$ / mês
	Rentabilidade por ativo familiar (r)	R\$ / mês
	Participação da renda agrícola em relação à renda total da unidade de produção agrícola	%
	Participação da renda não agrícola em relação à renda total da UPA	%
	Despesas com a família	%
	Despesas com consumos intermediários (insumos, transporte, embalagens etc)	%
	Despesas com mão-de-obra contratada (a mão-de-obra familiar não foi remunerada)	%
	Despesas com arrendamentos e impostos pagos a terceiros e ao governo	%
	Capitalização pelas benfeitorias: relação entre o valor das máquinas, equipamentos e benfeitorias adquiridas e o patrimônio total do agricultor	%
	Capitalização pela terra: relação entre o valor da terra e o patrimônio total do agricultor	%
	Trabalho familiar: relação entre mão-de-obra familiar e mão-de-obra total utilizada na UPA	%
	Contratação de terceiros: relação entre mão-de-obra contratada e mão-de-obra total utilizada na UPA	%
	Relação entre SAU e mão-de-obra familiar	hectares
	Relação entre SAU e mão-de-obra total	hectares
	Autoconsumo familiar: percentagem da produção agrícola destinada ao autoconsumo da família	%
	Vendas para o mercado: percentagem da produção destinada à venda para o mercado	%
Comercialização da produção: representa o número de canais de comercialização disponíveis para venda da produção	Entre 1 e 6 (referente aos canais de comercialização citados na pesquisa*)	

- VA = VBP - CI - Dp**, sendo: VBP (Valor bruto da produção) o valor dos produtos finais obtidos (descontando as produções intermediárias reutilizadas na exploração como, por exemplo, o esterco), medido em R\$/mês; CI o Valor dos consumos intermediários ; e Dp a Depreciação econômica do capital
- 1** fixo (máquinas e equipamentos), com  $Dp = (B - S) / N$ , onde: Dp = Depreciação, calculada anualmente e transformada para valores mensais, em função de análise geral; B = Valor base dos bens (instalações e outras benfeitorias, veículos e outros meios de transporte, máquinas e instrumentos agrários); S = O valor da sucata, foi arbitrado em 15 % do valor base das máquinas, equipamentos e veículos, instalações e outras benfeitorias; N = Vida útil em meses,
- 2** **RL = VA - Arr - Imp - Out - Mob**, onde: Arr é o Arrendamento pago pelo uso da terra (R\$/mês); Imp são as Taxas e impostos (pagos ao Estado, em R\$/mês); Out são os Outros gastos (sindicatos, associações etc.); e Mob são os Salários pagos pela mão-de-obra contratada.
- 3** **RT = RL + RÑA**, onde: RL é a Renda agrícola líquida (R\$/mês) e RÑA é a Renda não agrícola, proveniente de outros serviços prestados pelos membros
- 4** **r = RL / EHFAM**, onde EHFAM é o Equivalente homem familiar (n. de trabalhadores familiares), adotando os valores de 1,0 EH para um homem ou
- \*: AOPA; feira verde; venda direta/sacolas/restaurantes; supermercados; atravessador e FEPAR/CEASA.

<b>Dimensão</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Medição</b>
<b>Ecológica</b>	Área de preservação: representa a percentagem da unidade de produção com área de reserva legal	%
	Práticas conservacionistas: representa o número total de práticas conservacionistas que o agricultor utiliza na condução da UPA (cultivo mínimo, cordão vegetado, terraceamento, plantio direto, adubação verde, proteção da fonte de água, quebra vento, rotação)	Entre 0 (não utilização de práticas conservacionistas) e 9 (práticas identificadas e praticadas)
	Reciclagem de materiais: representa o número de práticas que indicam reciclagem de resíduos orgânicos (compostagem, uso de cinzas, chorume, esterco e lixo urbano)	Pode variar entre 0 (não reciclagem) e 5 (práticas identificadas)
	Diversidade: mostra o nível de diversidade do sistema, representado pelo número de espécies de plantas cultivadas, nativas e animais.	Entre 0 (inexistente) e 3 (ótimo)
	Integração das atividades: mostra o nível de integração entre atividade agrícola, pecuária e floresta	Entre 0 (inexistente) e 3 (ótimo)
	Degradação: mostra o nível de degradação dos recursos naturais da propriedade, em termos de processos erosivos, áreas com solo descoberto, desmatamento e pastagens degradadas	Entre 0 (inexistente) e 3 (alto)
<b>Político-institucional</b>	Informação sobre políticas públicas	1 se o agricultor conhece políticas de apoio à agricultura orgânica; 0 se não
	Apoio financeiro: representa algum tipo de dinheiro tomado emprestado em bancos, programas de governo ou privados, para realização de atividades na UPA	1 se o agricultor usa crédito; 0 se não
	Assistência técnica: representa o número de instituições de consultoria que o agricultor tem contato e/ou já tenha recebido, no último ano, algum tipo de informação ou tecnologia	Entre 0 (ausência de assistência técnica) e 5 (referente às instituições citadas pelos agricultores – AOPA, AAO, EMATER, IAPAR e IBD)

**UPA:** Unidade de Produção Agrícola.

**SAU:** A Superfície Agrícola Utilizada (SAU) ou fator-terra é representada pelo somatório das áreas destinadas à lavoura (olericultura orgânica e convencional), pastagens, áreas de pousio/descanso, reflorestamentos e matas naturais, tudo em hectare.

**SNA:** Considerou-se Superfície Não Agrícola as áreas com infra-estrutura (casa, barracões, estábulos etc.) e áreas sem aproveitamento agrícola, como locais com pedras e afloramento de rochas, pequenas lagoas e banhados.

Fonte: Síntese realizada pela autora, a partir de DAROLT (2001)

### Vantagens e limites

Abrangendo cinco dimensões e constando de 55 indicadores, o método criado por Moacir Darolt é bastante detalhado e abrange vertentes interessantes da sustentabilidade (nenhuma outra metodologia considerava a dimensão político-institucional, a qual é muito relevante). Testado em 57 UPAs da Região Metropolitana de Curitiba, revelou-se viável, se for aplicado por pessoal devidamente capacitado e treinado, e habilitado para realizar estudo estatístico, com o apoio de um *software* adequado. Outro ponto interessante é a adoção do enfoque sistêmico: as relações entre as variáveis e indicadores foram analisadas destacando possíveis inter-relações entre as diferentes dimensões da sustentabilidade, além de observar as principais tendências dos diferentes grupos. Para isto, utilizaram-se métodos estatísticos de análise multivariada, como a análise fatorial.

Porém, o trabalho apresentado por Darolt tem objetivos (caracterização da agricultura de uma região) e uma lógica diferentes dos que foram adotados para este estudo. Ele identificou variáveis tipificadoras com a finalidade de identificar grupos de produtores e dar tratamento diferenciado a cada um. Mas no presente caso, busca-se uma metodologia que seja adaptável a qualquer tipo de unidade de produção.

Cabe sublinhar também a falta de homogeneidade entre uma dimensão e outra, notadamente as dimensões econômica e técnico-agronômica que constam respectivamente de 21 e 20 indicadores, enquanto a dimensão ecológica só consta de seis indicadores, por exemplo. Isso impossibilita a equirepresentatividade. Aliás, por constar de 55 indicadores parece de difícil aplicação rápida (não tem indicação do tempo de aplicação dos questionários e entrevistas, mas considerando o detalhamento dos dados a serem coletados, fica subentendido que o tempo de levantamento deve ser longo). Por fim, os indicadores são expressos em unidades diferentes, alguns em anos, outros em porcentagem e outros numa escala adimensional. Isso impede a agregação dos resultados e sua expressão sintética por um índice global.

### 3.1.2.4 Método proposto por Lino G. Vargas Moura, numa pesquisa relativa à agricultura familiar

#### Origem e objetivos do método

Lino G. Vargas Moura, no curso de mestrado em Desenvolvimento Rural da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre), desenvolveu uma dissertação, em 2002, na qual seu objetivo principal era propor uma metodologia que permita avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção de fumo adotados por agricultores familiares. Esta ferramenta, baseada em indicadores de sustentabilidade, foi elaborada para o uso do serviço de Extensão Rural, que tem como missão promover o desenvolvimento sustentável, com o objetivo de poder auxiliar os agricultores a tomar decisões (no sentido de aumentar a sustentabilidade do seu sistema a médio e longo prazo) e de formular políticas públicas. Buscou-se uma metodologia com cálculos e operações simples, permitindo a obtenção de informações com recursos locais, resultando na valoração de um índice agregado (o Índice Relativo de Sustentabilidade – IRS) que permita comparar sistemas de produção entre si.

Foi realizada a aplicação dos indicadores em 34 propriedades agrícolas de Agudo, Estado do Rio Grande do Sul. Para verificar a validade do seu método, os resultados obtidos foram comparados aos resultados de outros métodos (capazes também de gerar um IRS).

#### Elaboração e descrição dos indicadores

O autor baseou-se na abordagem sistêmica para a configuração dos sistemas de produção estudados. A seleção dos indicadores foi “um passo fundamental nesta metodologia” e uma das escolhas mais difíceis: procurou selecionar um conjunto de indicadores que atenda aos critérios identificados como relevantes na revisão bibliográfica e cuja interpretação seja viável para os recursos locais.

Além disso, “procurou-se selecionar indicadores que permitem construir um índice dotado de clareza e operacionalidade, capaz de simplificar informações sobre fenômenos complexos de modo a permitir um entendimento por todos os atores envolvidos no processo” (VARGAS MOURA, 2002).

Os indicadores selecionados para avaliação foram divididos em **três dimensões**: econômica, social e ambiental. Em cada dimensão foram selecionados **cinco indicadores** procurando abranger os cinco critérios básicos da sustentabilidade

tomados como pressuposto nesta investigação: produtividade, equidade, estabilidade, autonomia e resiliência (inspirados no método MESMIS, de MASERA et al., 1999). A escolha das dimensões e critérios foi arbitrada com base na bibliografia consultada, procurando-se incluir os aspectos mais relevantes para a realidade estudada<sup>27</sup>.

A partir do cálculo dos indicadores, gera-se um **Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS)** para cada UPA. Para obter esse índice geral, primeiro é necessário transformar cada parâmetro em um indicador relativo, ou seja, adimensional: por isso, calcula-se a média aritmética de cada parâmetro (caráter comparativo da metodologia, serve quando são consideradas várias UPAs), e expressa-se um índice do indicador de cada UPA com relação à média obtida, o que permite ter índices com uma única escala de valores e da ordem de grandeza da unidade. Então, podem ser calculados os IRS por dimensão (somando os cinco valores de uma mesma dimensão) e por UPA (somando os valores dos 15 indicadores). Esse IRS só tem sentido se for comparado aos IRS de outras unidades de produção.

Estes índices permitem fazer várias análises, por dimensão e por critério (produtividade, equidade, resiliência etc.) e também calcular os Coeficientes de Correlação entre o IRS e os parâmetros de uma dimensão, a fim de avaliar qual parâmetro tem impacto maior sobre a sustentabilidade. Foram elaborados gráficos permitindo visualizar os resultados por dimensão e por critério. Assim, pode-se deduzir qual sistema produtivo tem melhor desempenho com relação a uma dimensão, por exemplo.

No Quadro 7 são apresentados sinteticamente os **15 indicadores**.

---

<sup>27</sup> O autor apresenta uma ficha técnica com uma descrição explícita e precisa de cada indicador, mas não explica como ele os elaborou. Parecem ser inspirados no método MESMIS (MASERA et al., 1999) Justifica que a seleção dos indicadores tentou atender os seguintes requisitos: “existência de dados de todas as unidades; possibilidade de agregação; importância dada pelos agricultores; existência de diferenças que auxiliassem na diferenciação das unidades, sob a perspectiva de sustentabilidade; relevância para o local de estudo; clareza (que não deixe dúvidas sobre unidades de medida); interpretação que não dependa de instrumental sofisticado para a sua medição; contornos que tenham limites claros e estreita relação dos mesmos com os pressupostos de sustentabilidade que norteiam este estudo” (VARGAS MOURA, 2002:65).

Quadro 7: Conjunto de indicadores utilizados por Lino Vargas Moura, no estudo realizado em Agudo/RS

Dimensão	Critério	Indicador	Código	Parâmetros	Descritores
<b>Econômica</b>	Produtividade	Produtividade da terra	VA / SAU	Valor agregado e superfície agrária útil.	Valor agregado (VA) do último ano dividido pela superfície agrária útil, em RS/ha.
	Eqüidade	Nível de reprodução social simples	NRS	Renda total da UPA e mão-de-obra que depende da renda.	É medido por um índice que indica como a UPA remunera a sua mão-de-obra em relação ao parâmetro arbitrado para a reprodução social simples. O índice mede a quantidade de salários mínimos recebidos anualmente por UTHf. O índice 1 é igual a 1,5 salário mínimo mensal por UTHf.
	Estabilidade	Diversidade de mercados	IDP	Produção dos cultivos, criações e indústria caseira comercializada.	Define a dependência da UPA em relação a cada produto. Quanto maior o índice mais distribuída está a renda em número de fontes de receitas e, conseqüentemente, menores riscos em caso de frustração de uma determinada atividade e mais sustentável é a UPA. $IDP = 1/SFx^2$ , onde Fx é a fração da renda total referente a cada produto. (Hoffmann, 1984).
	Autonomia	Autonomia estrutural	AEST	Propriedade da terra e familiarização da mão-de-obra.	% da área de terra e da mão-de-obra utilizada que é própria da família. Os valores são somados e divididos por 2 fornecendo um índice.
	Resiliência	Segurança	SEGUR	a) número de intoxicações de pessoas da família; b) recursos em caderneta de poupança para eventualidades; c) realização de seguro de vida em benefício da família; d) realização de seguro contra granizo no cultivo de fumo; e) participação em planos de Previdência Privada; f/g/h) visão de risco de estiagem/chuva/granizo na propriedade em função das ocorrências passadas.	Foram arbitrados valores para os descritores do acordo com situações encontradas nas UPAs pesquisadas - Indicador obtido somando os 8 parâmetros, com valores entre 4 e 20 (o mais sustentável).
<b>Social</b>	Produtividade	Produtividade do trabalho	VA/UTHf	Valor agregado e quantidade de Unidades de Trabalho Familiar.	Cálculo do VA em reais por ano conforme descrito na descrição dos indicadores sócio-econômicos e cálculo da mão-de-obra que é familiar, medida em UTH. O valor do VA da UPA é dividido pelo número de UTHf gerando um indicador direto.
	Eqüidade	Acesso a bens e serviços	BEM	Número de bens que a família possui de uma lista de 10 bens selecionados; Banheiro; qualidade da moradia; eletrificação; telefone; assistência técnica pública; acesso a transporte coletivo; acesso à educação; abastecimento de água da UPA.	Foram arbitrados valores para os descritores de acordo com situações encontradas nas UPAs pesquisadas, com valores para a soma dos descritores entre 5 e 32 (mais sustentável).
	Estabilidade	Visão do futuro do agricultor	VISÃO	Capitalização nos últimos 10 anos; terra própria suficiente para a reprodução familiar dos filhos; perspectiva de permanência na agricultura daqui a 10 anos.	Visão do agricultor em relação à possibilidade da família se reproduzir socialmente na área disponível, capitalização e futuro dos filhos.
	Autonomia	Participação institucional	PART	Participação em cooperativa; Participação em sindicato; Participação em mutirões; Participação em grupos.	Foram arbitrados valores para os descritores do acordo com situações encontradas nas UPAs pesquisadas, com valores para a soma dos 4 descritores entre 4 e 11 (mais sustentável).
	Resiliência	Formação cultural	FORM	Anos de estudo dos pais; Anos de estudo dos filhos; Participação em cursos	Índice obtido somando os anos de estudos dos pais, dos filhos e o número de participação em cursos de curta duração. Valores entre 0 (menos sustentável) e 30 (mais sustentável).

<b>Ambiental</b>	Produtividade	Produtividade energética do sistema	O/I	Energia adquirida de fora do sistema e energia exportada do sistema.	Índice obtido pela divisão do total de energia exportada pela energia importada no ano. Quanto maior o índice de produtividade energética, mais sustentável é a UPA ou o sistema.
	Eqüidade	Disponibilidade da terra	SAU / UTHf	Superfície agrária útil (SAU) e unidades de mão-de-obra familiar (UTHf).	Índice dado pela fórmula SAU/UTHf. Quanto maior o índice, maior a sustentabilidade.
	Estabilidade	Práticas conservacionistas	PRAT	Uso de equipamento de proteção individual (EPI) na aplicação de agrotóxicos; Uso do fogo no preparo de áreas para plantio; destino dado a embalagens vazias de agrotóxicos; nível de erosão dos solos da UPA; proteção dos solos da UPA; uso do esterco produzido pelos animais da UPA; Controle biológico de pragas e inços; uso do solo de acordo com a capacidade; cobertura florestal da UPA.	Foram arbitrados valores para os descritores do acordo com situações encontradas nas UPAs pesquisadas - Indicador obtido somando os 9 parâmetros, com valores entre 9 e 32 (o mais sustentável).
	Autonomia	Autonomia energética do sistema	EINT	Energia adquirida de fora do sistema e energia interna do sistema utilizada na produção.	% da energia interna ao sistema em relação ao total da energia utilizada nos processos de produção e reprodução social. Quanto maior a percentagem de energia interna, maior a sustentabilidade relativa da UPA ou sistema de produção.
	Resiliência	Renovabilidade energética do sistema	ENR	Valor energético de origem renovável e valor energético de origem não renovável.	% da energia utilizada de fonte renovável. Quanto maior a percentagem de energia utilizada de fonte renovável, maior a sustentabilidade relativa da UPA ou sistema de produção.

Fonte: Síntese realizada pela autora, a partir de VARGAS MOURA, 2002

### Vantagens e limites

O método consta de poucos indicadores, 15 no total, o que viabiliza a aplicação e permite até aplicar numa amostra bastante representativa (Lino Vargas aplicou em 34 sistemas). São cinco indicadores oriundos dos cinco eixos inicialmente definidos, para cada dimensão, o que resulta na “eqüirepresentatividade ou eqüipeso” das três dimensões e na homogeneidade entre essas.

É um método relativamente simples de calcular, obtendo-se os Índices Gerais (os IRS) por médias aritméticas, sendo simples de serem automatizados numa planilha MS-Excel. É interessante também poder analisar a correlação entre um fator e o índice de sustentabilidade.

Entretanto, esse método sofre algumas limitações para o objetivo do presente estudo. O método proposto por Lino Varrgas avalia a sustentabilidade relativa, usando a média aritmética simples da sustentabilidade do sistema local, ou seja, serve unicamente para uma análise comparativa, e de preferência para uma amostra representativa, para que a média aritmética tenha um sentido. Essa média virá a ser considerada como uma meta atingível no contexto do estudo, e as unidades que atingem esse valor são considerados como “sustentáveis”, o que parece ser uma definição insuficiente da sustentabilidade.

Entretanto, apesar da agregação dos dados ter a vantagem de dar um índice sintético e de permitir uma comunicação e uma comparação simples, isso disfarça um pouco o perfil da UPA – já que os valores obtidos nas diferentes dimensões podem se compensar. Por exemplo, no estudo realizado por Vargas Moura, um dos sistemas produtivos obtém o terceiro melhor índice agregado – apesar de ter o pior desempenho na dimensão ambiental. É a prova do risco de distorção da agregação de dados; afinal, não há grande interesse em se obter um índice único que não dê um retrato fiel da “saúde” da UPA.

Enfim, o autor enfatiza o uso da abordagem sistêmica; entretanto, ele mesmo sublinha que “a priorização de indicadores, a partir de pressupostos e critérios pré-definidos, não elimina a possibilidade de falhas na omissão de fatores que interferem no desempenho global dos sistemas.” Assim, a abordagem dele foi parcialmente sistêmica.



### 3.1.2.5 O método APOIA - Novo Rural, desenvolvido pelo Embrapa Meio Ambiente

#### Origem e objetivos do método

O termo Novo Rural se refere à emergência de atividades alternativas não-agrícolas em substituição aos tradicionais usos agrícolas da terra (CAMPANHOLA e SILVA, 2000) resultando no decréscimo do número de pessoas ocupadas em atividades agrícolas tradicionais e em alterações sócio-econômicas e ambientais. Neste contexto, uma das prioridades da Embrapa é de promover a agricultura sustentável e as avaliações ambientais. Um dos seus objetivos estratégicos é introduzir conceitos de agricultura sustentável em todas as etapas de Pesquisa e Desenvolvimento. Nesta ótica, desenvolveu um sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA-NovoRural), com suporte eletrônico (plataforma MS-Excel), cujo objetivo é permitir avaliar a performance ambiental de uma atividade econômica em um estabelecimento rural, e de guiar a escolha de atividades, tecnologias e formas de manejo agrícola.

#### Princípios e descrição do sistema APOIA-NovoRural

O sistema foi elaborado adotando os seguintes princípios:

- ser aplicável a qualquer atividade do meio rural brasileiro, indicando pontos críticos para correção de manejo;
- contemplar, de forma abrangente, os aspectos ecológicos, econômicos e sociais, em um número adequado e suficiente de indicadores específicos;
- atender ao rigor da comunidade científica e ao mesmo tempo permitir o uso prático pelos agricultores e empresários rurais;
- ser informatizado e prover uma medida final integrada do impacto ambiental da atividade. (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003).

Consta de **62 indicadores** de performance ambiental, compostos a partir de uma revisão de métodos de Avaliação de Impacto Ambiental existentes, e ajustados após a validação preliminar realizada no campo em estabelecimentos selecionados.

Abrangem as **cinco** seguintes **dimensões**:

- **ecologia da paisagem**: refere-se à interface do estabelecimento rural com o ambiente natural, e os possíveis efeitos da atividade em avaliação, sobre o estado de conservação dos *habitats*;

- **qualidade ambiental:** atmosfera, água e solo: relaciona-se, nos compartimentos Atmosfera, Água e Solo, à geração de resíduos e poluentes nas unidades produtivas do estabelecimento;
- **valores sócio-culturais:** refere-se à qualidade de vida e inserção das pessoas nos processos produtivos;
- **valores econômicos:** refere-se ao desempenho da empresa rural, incluindo o fluxo de capitais, e
- **gestão e administração:** encontra-se na interface do estabelecimento com os mercados externos, também representando fluxos financeiros.

Com estas dimensões e este amplo conjunto de indicadores de desempenho ambiental associados, o sistema APOIA-NovoRural busca cobrir os aspectos de impacto ambiental da atividade rural, permitindo diagnosticar os pontos em não-conformidade para correção do manejo, assim como as principais vantagens comparativas no âmbito do estabelecimento, no sentido da contribuição para o desenvolvimento local sustentável. O conjunto de dimensões e indicadores com suas respectivas unidades de medidas encontra-se no Quadro 8, da página a seguir.

Quadro 8: Conjunto de dimensões e indicadores de impacto ambiental, com suas respectivas unidades de medida, do sistema APOIA-NovoRural

Dimensões e indicadores	Unidades de medida obtidas no campo e laboratório
<b>Dimensão Ecologia da Paisagem</b>	
Fisionomia e conservação dos <i>habitats</i> naturais	Porcentagem da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das áreas de produção	Porcentagem da área da propriedade
Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas (agrícolas/não-agrícolas e de confinamento animal)	Porcentagem da renda da propriedade, excluídas atividades não confinadas
Cumprimento com requerimento da reserva legal	Porcentagem da área averbada como reserva legal na propriedade
Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente	Porcentagem da área da propriedade
Corredores de fauna	Área (ha) e número de fragmentos
Diversidade da paisagem(1)	Índice de Shannon-Wiener (dado)
Diversidade produtiva(1)	Índice de Shannon-Wiener (dado)
Regeneração de áreas degradadas(1)	Porcentagem da área da propriedade
Incidência de focos de doenças endêmicas	Número de criadouros
Risco de extinção de espécies ameaçadas	Número de (sub)populações ameaçadas
Risco de incêndio	Porcentagem da área atingida pelo risco
Risco geotécnico	Número de áreas influenciadas
<b>Dimensão Qualidade dos Compartimentos Ambientais</b>	
<b>Atmosfera</b>	
Partículas em suspensão/fumaça	Porcentagem do tempo de ocorrência
Odores	Porcentagem do tempo de ocorrência
Ruídos	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de carbono	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de enxofre	Porcentagem do tempo de ocorrência
Óxidos de nitrogênio	Porcentagem do tempo de ocorrência
Hidrocarbonetos	Porcentagem do tempo de ocorrência
<b>Água superficial</b>	
Oxigênio dissolvido(1)	Porcentagem de saturação de O <sub>2</sub>
Coliformes fecais(1)	Número de colônias/100 mL
DBO5(1)	Miligrama/L de O <sub>2</sub>
pH(1)	pH
Nitrato(1)	Miligrama de NO <sub>3</sub> /L
Fosfato(1)	Miligrama P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /L
Sólidos totais(1)	Miligrama sólidos totais/L
Clorofila a(1)	Micrograma clorofila/L
Condutividade(1)	Micro ohm/cm
Poliuição visual da água	Porcentagem do tempo de ocorrência
Impacto potencial de pesticidas	Porcentagem da área tratada
<b>Água subterrânea</b>	
Coliformes fecais(1)	Número de colônias/100 mL
Nitrato(1)	Miligrama de NO <sub>3</sub> /L
Condutividade(1)	Micro ohm/cm
<b>Manutenção da capacidade produtiva do solo</b>	
Matéria orgânica	Porcentagem de matéria orgânica
pH(1)	pH
P resina(1)	Miligrama P/dm <sup>3</sup>
K trocável(1)	Milimol de carga/dm <sup>3</sup>
Mg (e Ca) trocável(1)	Milimol de carga/dm <sup>3</sup>
Acidez potencial (H + Al) (1)	Milimol de carga/ dm <sup>3</sup>
Soma de bases(1)	Milimol de carga/ dm <sup>3</sup>
Capacidade de troca catiônica(1)	Milimol de carga/ dm <sup>3</sup>
Volume de bases(1)	Porcentagem de saturação
Potencial de erosão	Porcentagem da área
<b>Dimensão Valores Sócio-culturais</b>	
Acesso à educação(1)	Número de pessoas
Acesso a serviços básicos	Acesso a serviços básicos (1 ou 0)
Padrão de consumo	Acesso a bens de consumo (1 ou 0)
Acesso a esporte e lazer	Horas dedicadas
Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e espeleológico	Número de monumentos/eventos do patrimônio
Qualidade do emprego	Porcentagem dos trabalhadores
Segurança e saúde ocupacional	Número de pessoas expostas
Oportunidade de emprego local qualificado	Porcentagem do pessoal ocupado
<b>Dimensão Valores Econômicos</b>	
Renda líquida do estabelecimento	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Diversidade de fontes de renda	Proporção da renda domiciliar
Distribuição de renda	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Nível de endividamento corrente	Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
Valor da propriedade	Proporção da alteração de valor
Qualidade da moradia	Proporção dos residentes
<b>Dimensão Gestão e Administração</b>	
Dedicação e perfil do responsável	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Condição de comercialização	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Reciclagem de resíduos	Ocorrência de atributos (1 ou 0)
Relacionamento institucional	Ocorrência de atributos (1 ou 0)

(1): Indicador expresso em duas medidas: índice de impacto e variação porcentual, proporcional, ou relativa; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

Fonte: RODRIGUES e CAMPANHOLA (2003)

Matrizes de avaliação construídas em plataforma MS-Excel permitem a valoração destes indicadores, via ponderação automática dos indicadores e seus atributos, e finalmente obtém-se a expressão gráfica do índice de impacto resultante para cada indicador (exemplo para o indicador Oportunidade de emprego local qualificado, Figura 8 abaixo). Este índice de impacto ambiental resultante é transformado em “performance ambiental” para o indicador, a qual se expressa em valor de utilidade, que varia de 0 a 1.

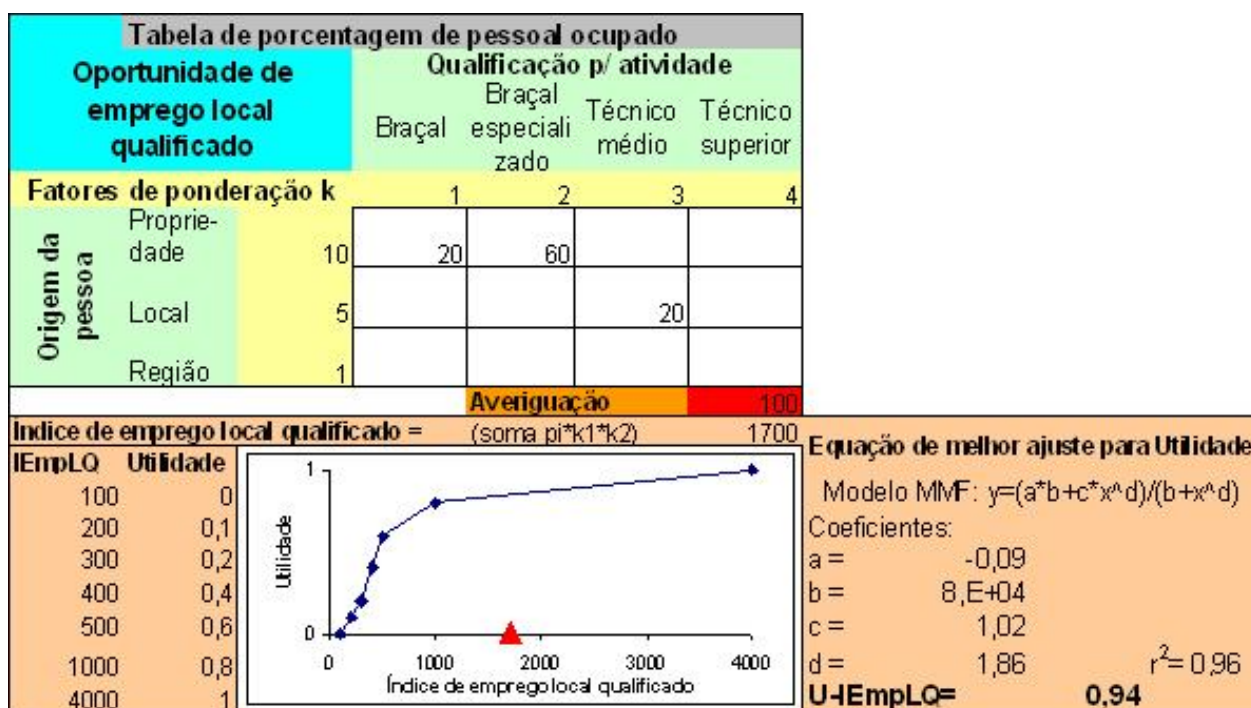


Figura 8: Exemplo de matriz de ponderação para o indicador *Oportunidade de emprego local qualificado* do sistema APOIA-NovoRural

Fonte: Sistema APOIA-NovoRural, site na Internet do projeto, RODRIGUES e CAMPANHOLA (2003)

Os resultados são apresentados em uma planilha de avaliação dos impactos ambientais da atividade agropecuária e dão uma representação gráfica para cada indicador e para cada dimensão. Nota-se que 24 destes 62 indicadores, além de serem expressos em termos de utilidade, também são expressos em valor percentual, proporcional ou relativo, representando assim a tendência de alteração causada pela atividade. No total, esses 86 indicadores são objeto da avaliação.

### Procedimento de aplicação do sistema APOIA-NovoRural

Consiste em:

1. identificação dos limites espaço-temporais da atividade, aplicação do questionário/vistoria no campo, coleta de dados e amostras por análise laboratorial: a experiência mostrou que o tempo necessário para alicação do questionário é de duas horas;
2. inserção dos dados nas matrizes de avaliação, obtenção dos índices de impacto referentes aos indicadores e conversão para valores de utilidade;
3. agregação dos índices de impacto para análise multiatributo, em todas as dimensões componentes (os resultados são agregados pelo valor médio de utilidade, em cada dimensão e expressos em um gráfico-síntese de impacto ambiental da atividade nas cinco dimensões). Obtém-se um índice geral da contribuição da atividade para a sustentabilidade do estabelecimento rural;
4. análise dos resultados gráficos e identificação dos indicadores que mais restringem a sustentabilidade: a partir dos gráficos e dos valores de utilidade de cada indicador, pode-se então averiguar a performance da atividade para cada indicador, comparando com o “Benchmark” previamente estabelecido;
5. indicação de medidas corretivas, recomendação de adequação tecnológica e de manejo para abatimento dos impactos ambientais negativos (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003).

### Vantagens e limites

A validação do método foi feita pela sua aplicação em estabelecimentos de horticultura orgânica, horticultura convencional especializada, produção orgânica integrada de hortalças e leite, hidroponias e agroturismo, ou seja, em ambientes produtivos bastante diversos; tal fato pode levar à conclusão de que o método seja compatível com quase todo sistema agrícola. Esse primeiro ponto é de grande relevância.

Entretanto, podem também ser enumerados os aspectos que os próprios autores e implementadores do método apontaram como interessantes e promissores: o método é de aplicação relativamente simples, desde que conduzido por avaliadores devidamente

treinados e o tempo de levantamento dos dados, por questionário, é reduzido (em torno de duas horas); permite a ativa participação dos produtores e/ou responsáveis, e serve para a comunicação e armazenamento das informações sobre impactos ambientais; parece que as necessidades de materiais podem ser atendidas facilmente já que a plataforma computacional é amplamente disponível, passível de distribuição e uso a baixo custo, e permite a emissão direta de relatórios em forma impressa; e enfim, a representação gráfica dos resultados é interessante, sendo um diagnóstico explícito para o produtor/administrador.

Além disso, apontam que:

a grande vantagem do método APOIA-NovaRural em relação aos métodos disponíveis é agregar componentes de diferentes naturezas, permitindo a composição de índices parciais de impacto ambiental para cada dimensão (ecológica, sócio-cultural, econômica e de gestão), e, ao mesmo tempo, de um índice de avaliação de impacto ambiental (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003).

Já se pode amenizar essas conclusões pelo fato de que existem outros métodos que permitem agregar componentes de naturezas diferentes e apresentá-los sob uma forma agregada e sintética (como acontece com alguns métodos vistos anteriormente e com o método IDEA a seguir). Quanto à plataforma Excel, é certo que é uma ferramenta simples e fácil de implementação, mas é pouco provável que todo produtor, se quiser realizar sua própria avaliação, disponha de meios computacionais em casa, e seria mais interessante propor uma ferramenta que não necessitasse tal equipamento. Senão, será aplicada somente pelos pesquisadores e técnicos da extensão rural, e necessitará uma boa coordenação e colaboração com os próprios produtores, o que não é o caso hoje.

No entanto, são muitos indicadores (64, e até 86 indicadores, se quiser realizar a análise tomando em conta as alterações causadas pela atividade) e de nível muito detalhado, de tal modo que pode ser difícil conseguir os dados, ou então deveria-se prever uma aproximação. Aliás, a expressão dos indicadores em valor de utilidade passa por fórmulas que não são do entendimento evidente e cujo valor máximo (1) não permite ser traduzido de maneira direta em práticas para alcançá-lo.

### **3.1.2.6 O Método IDEA**

#### Origem e objetivos do método

O método Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles (IDEA) nasceu de uma demanda da Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche du Ministère de l'Agriculture (DGER) da França em 1998, e começou a ser divulgado a partir de 2000, após dois anos de testes no campo. Inicialmente, foi desenvolvido para ser uma “ferramenta de avaliação da sustentabilidade que seja pertinente, sensível e confiável, destinada ao ensino agrícola” (VILAIN, 2003).

Finalmente, mostrou-se pertinente técnica e pedagogicamente, tanto para o ensino agrícola quanto para os agricultores que procuram mais autonomia e sustentabilidade, de tal modo que o público-alvo atual se estende desde professores a certa classe de agricultores, passando pelos técnicos e agentes de desenvolvimento.

#### Princípios e descrição do método

Num primeiro momento, para dar um sentido à noção de agricultura sustentável, foi transcrito o conceito de "sustentabilidade" num modelo baseado em objetivos claramente identificados, necessários para entender e interpretar os indicadores construídos no método IDEA (esta etapa é indispensável para anunciar claramente as hipóteses conceituais do modelo). Esses objetivos são relativos:

- por um lado, à preservação de um recurso natural (água, ar, solo, biodiversidade, paisagem e jazidas mineiras);
- por outro, a valores sociais característicos de um certo nível de socialização e que são implícitos na agricultura sustentável (a ética, a qualidade, a cidadania etc.) (VILAIN, 2003).

Esses objetivos são agrupados dentro de três escalas de sustentabilidade, cada uma subdividida em três ou quatro componentes que sintetizam as grandes características fundamentais do diagnóstico de sustentabilidade (são dez componentes no total). Cada um deles abrange vários indicadores (de um a sete indicadores para cada componente), com um total de 41 indicadores para efetuar o diagnóstico. É a combinação dos indicadores que caracteriza o sistema, o valor de um indicador não pode ser interpretado isoladamente.

Como especifica o autor Lionel Vilain na introdução à metodologia, a agricultura sustentável decorre da “sintonia” das três grandes funções da agricultura, quais sejam:

- a função de produtora de bens e serviços (função econômica);
- a função de gestora do meio ambiente (função ecológica), e
- a função de ator do mundo rural (função social).

A verdadeira performance técnica consiste em combinar eficácia econômica, custos ecológicos mínimos e contribuição positiva às dinâmicas de desenvolvimento territorial. Assim, as **três escalas de sustentabilidade** são:

- **a escala de sustentabilidade<sup>28</sup> econômica**: avalia as orientações técnicas e financeiras do sistema de produção e permite entender os resultados econômicos além do curto prazo;
- **a escala de sustentabilidade agroecológica**: avalia a aptidão do sistema técnico para valorar eficazmente o meio, com custo econômico mínimo e viabilidade técnico-econômica;
- **a escala de sustentabilidade sócio-territorial**: caracteriza a inserção do sistema produtivo no território e na sociedade.

Os objetivos da escala de sustentabilidade agroecológica referem-se aos princípios agrônômicos da “agricultura integrada”<sup>29</sup> (ou agroecologia). Devem permitir boa eficácia econômica com um custo ecológico baixo. Os objetivos da escala de sustentabilidade sócio-territorial referem-se mais à ética e ao desenvolvimento humano, características essenciais dos sistemas agrícolas sustentáveis. Quanto aos objetivos da escala de sustentabilidade econômica, precisam de noções essenciais ligadas à função empreendedora do sistema de produção agrícola. Naturalmente, muitos objetivos cobrem várias dimensões, já que um mesmo indicador pode participar da melhoria de vários componentes da sustentabilidade (VILAIN, 2003). A Tabela 3 a seguir lista esses objetivos.

---

<sup>28</sup> Considerando os termos sustentabilidade e durabilidade como sinônimos, foi adotada aqui a palavra sustentabilidade como tradução do francês “durabilité”.

<sup>29</sup> O termo corresponde à tradução literal do francês “agriculture intégrée”. Não deve ser entendido como agricultura integrada com a indústria (tal como é seu significado no Brasil), mas sim integrado no sentido agroecológico de combinação de atividades agrícolas complementares e de reaproveitamento e insumos.



Tabela 3: Os 16 objetivos do método IDEA

Coerência	Qualidade dos produtos
Desenvolvimento local	Gestão econômica dos recursos naturais não-renováveis
Adaptabilidade	Proteção da atmosfera
Emprego	Proteção dos solos
Qualidade de vida	Proteção e gestão da água
Ética	Proteção e gestão da biodiversidade
Cidadania	Proteção das paisagens
Desenvolvimento humano	Bem-estar animal

Fonte: VILAIN (2003)

O objetivo “coerência” merece uma atenção particular: não é específico aos sistemas agrícolas sustentáveis, e os estudos recentes relativos à sustentabilidade agrícola demonstram que este objetivo nem está explicitamente enfatizado, apesar de ser um princípio fundamental de uma análise de sustentabilidade de um sistema. Isso explica sua alta ocorrência no método IDEA (Figura 9). De fato, se os sistemas intensivos têm uma coerência técnica muito alta, geralmente visando ao rendimento máximo a curto prazo, são poluentes e gastam recursos. Por isso, deduz-se uma "outra coerência", mais abrangente e transversal, relativa ao agricultor como agrônomo e chefe de empresa, mas também como ator e cidadão. E deve-se diferenciar a coerência técnica da coerência cidadã: a *coerência técnica* trata de um conjunto de práticas agrícolas que se reforçam conjuntamente e produzem efeitos superiores à soma dos efeitos individuais. Por exemplo, rotação de culturas e itinerários técnicos coerentes permitem combinar rentabilidade, qualidade da produção e proteção do meio. Quanto à coerência cidadã, refere-se a comportamentos sócio-econômicos que reforçam o desenvolvimento agrícola e rural durável. Neste sentido, é mais específica dos sistemas de produção agrícolas sustentáveis (VILAIN et al., 2004).

Para passar do Quadro conceitual dos objetivos à medição da sua realização, o passo seguinte foi a proposta de indicadores para traduzir estes objetivos em critérios mensuráveis. Para entender esta fase, é útil apresentar a matriz que cruza os objetivos com estes indicadores (Figura 9).

		10 componentes e 41 indicadores																
		Nº indicadores	Coerência	Qualidade de vida	Biodiversidade	Proteção dos solos	Proteção e gestão da água	Atmosfera	Qualidade dos produtos	Ética	Desenvolvimento local	Proteção das paisagens	Cidadania	Gestão dos recursos naturais não-renováveis	Desenvolvimento humano	Adaptabilidade	Emprego	Bem-estar animal
Diversidade	A1																	
	A2																	
	A3																	
	A4																	
	A5																	
Organização do espaço	A6																	
	A7																	
	A8																	
	A9																	
	A10																	
Práticas agrícolas	A11																	
	A12																	
	A13																	
	A14																	
	A15																	
Qualidade dos produtos e dos territórios	A16																	
	A17																	
	A18																	
	A19																	
	B1																	
Emprego e serviços	B2																	
	B3																	
	B4																	
	B5																	
	B6																	
Ética e desenvolvimento humano	B7																	
	B8																	
	B9																	
	B10																	
	B11																	
Viabilidade econômica	B12																	
	B13																	
	B14																	
	B15																	
	B16																	
Independência	C1																	
	C2																	
	C3																	
Eficiência	C4																	
	C5																	
<b>nº total de ocorrência</b>			27	18	12	11	8	4	5	7	11	12	8	9	6	5	4	4

Figura 9: Exemplo de matriz indicadores/objetivos do método IDEA (VILAIN et al., 2004)

Fonte: VIAUX (2004), via comunicado pessoal, *apud* VILAIN et al. (2004)

### Indicadores do método IDEA

Nos Quadros 9 a 11 estão listados os indicadores de cada escala de sustentabilidade, com o valor máximo que podem alcançar. Esses valores refletem a ponderação dada a cada indicador e, conseqüentemente, a cada componente, dentro de uma escala de sustentabilidade. Assim, percebe-se que as escalas de sustentabilidade agroecológica e sócio-territorial estão divididas equitativamente entre os componentes (33% para cada um dos três componentes), um pouco diferente da escala econômica cujos componentes têm um peso de 20 a 30%. É importante entender que os autores resolveram adicionar os valores de diferentes indicadores dentro de um mesmo componente e escala, aceitando que possam compensar um ao outro e que resulte num valor aritmético do diagnóstico (foi a hipótese inicial), mas se recusaram a agregar as notas globais das três escalas, já que escalas diferentes não podem se compensar. Aliás, até entre componentes de uma mesma escala, a apresentação dos resultados sob a forma de um gráfico-radar de dez eixos (Figura 10) permite mostrar o resultado da avaliação sem que os componentes se compensem:

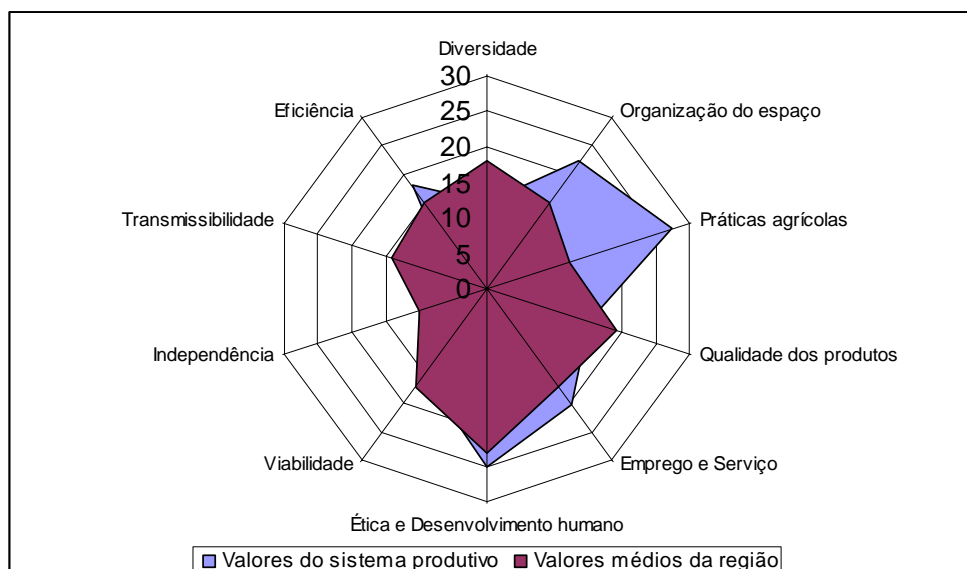


Figura 10: Exemplo de gráfico-radar com resultados aleatórios da aplicação do método IDEA

Fonte: Elaboração própria

Este tipo de gráfico permite avaliar o desempenho do sistema estudado em comparação com o valor médio do desempenho dos sistemas comparáveis na região (performance aquém da média, ou seja, aquém de um nível atingível, para os

componentes “diversidade”, “qualidade dos produtos” e para os componentes econômicos, neste exemplo).

O detalhe do cálculo de cada indicador será apresentado na segunda parte do trabalho (ao aplicar o método ao estudo de caso). Por enquanto podem ser listados os indicadores de cada escala e o valor máximo que pode alcançar na avaliação.

Quadro 9: Indicadores da escala de sustentabilidade agroecológica

Componentes	Indicadores		Valores máximos
Diversidade	A1	Diversidade das culturas anuais ou temporárias	13
	A2	Diversidade das culturas perenes	13
	A3	Diversidade vegetal associada	5
	A4	Diversidade animal	13
	A5	Valoração e conservação	6
Organização do espaço	A6	Rotação das culturas	10
	A7	Tamanho das parcelas	6
	A8	Gestão das matérias orgânicas	6
	A9	Zonas de regulamentação ecológica	12
	A10	Ações a favor do património natural	4
	A11	Carregamento animal	5
Práticas agrícolas	A12	Gestão das superfícies forrageiras	3
	A13	Fertilização	10
	A14	Tratamento de efluentes	10
	A15	Pesticidas e produtos veterinários	10
	A16	Bem-estar animal	3
	A17	Proteção dos solos	5
	A18	Gestão da água	4
	A19	Dependência energética	8
Total da escala agroecológica			100

Fonte: Adaptado de VILAIN (2003)

Quadro 10: Indicadores da escala de sustentabilidade sócio-territorial

A escala de durabilidade sócio-territorial			
Componentes	Indicadores		Valores máximos
Qualidade dos produtos e do território	B1	Qualidade dos alimentos produtos	12
	B2	Valoração do património construído e da paisagem	7
	B3	Tratamento dos resíduos não-orgânicos	6
	B4	Acessibilidade do espaço	4
	B5	Implicação social	9
Emprego e serviços	B6	Valoração em fileiras curtas	5
	B7	Serviços, pluriatividade	5
	B8	Contribuição à geração de emprego	11
	B9	Trabalho coletivo	9
Ética e desenvolvimento humano	B10	Perenidade provável	3
	B11	Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial e à gestão sustentável dos recursos planetários	10
	B12	Formação	7
	B13	Intensidade do trabalho	7
	B14	Qualidade de vida	6
	B15	Isolamento	3
B16	Acolhida, higiene e segurança	6	
Total da escala sócio-territorial			100

Fonte: Adaptado de VILAIN (2003)

Quadro 11: Indicadores da escala de sustentabilidade econômica.

A escala de durabilidade econômica				
Componentes	Indicadores		Valores máximos	
Viabilidade econômica	C1	Viabilidade econômica	20	Total com máximo de 30 unidades
	C2	Taxa de especialização econômica	10	
Independência	C3	Autonomia financeira	15	25 unidades
	C4	Sensibilidade às ajudas diretas	10	
Transmissibilidade	C5	Transmissibilidade econômica	20	20 unidades
Eficiência	C6	Eficiência do processo produtivo	25	25 unidades
Total da escala econômica			100	

Fonte: Adaptado de VILAIN (2003)

As modalidades de determinação de cada indicador e sua abrangência em termos de objetivos de sustentabilidade são apresentadas no apêndice A.

### Vantagens e limites

Uma grande vantagem é que, apesar de abranger um leque de informações muito rico e detalhado, o método consta de um número de indicadores viável e de aplicação bastante simples. O levantamento dos dados pode ser feito num tempo razoável, entre o produtor e o especialista de Extensão Rural, por exemplo, e a simplicidade dos cálculos permite considerar que o agricultor poderá aplicar esse método por conta própria. Nota-se também que atende a objetivos duplos: pode ser utilizado tanto para comparar várias propriedades (exemplo do gráfico-radar que permite situar a fazenda entre as outras propriedades da região) ou para avaliar a sustentabilidade de um mesmo sistema produtivo no decorrer do tempo.

Além dos resultados serem expressos sem dimensão com o valor objetivo de 100 para cada escala de sustentabilidade, o que por si só é um ponto muito consistente numa avaliação, foi respeitado o cuidado de equirrepresentatividade dos componentes e das escalas (somente os componentes da dimensão econômica oscilam entre 20 e 30%, enquanto tem equípese perfeito de 33% para os componentes agroecológicos e sócio-territoriais).

Por fim, essa metodologia, inicialmente criada com um fim pedagógico, foi testada em vários tipos de culturas e adaptada conforme necessidades e revelou ser aplicável a sistemas produtivos diversificados, abrangendo, entre outros, a horticultura, a viticultura, a produção de cereais, de hortaliças, quer sejam de produção intensiva ou orgânica. Foi utilizada para caracterizar e avaliar a sustentabilidade da produção agropecuária francesa, por grandes sistemas produtivos e por regiões, no ano 2004, sem adaptação da maioria dos indicadores (somente 15 dos 41 indicadores do método não

conseguiram ser calculados a partir dos dados disponíveis em escala nacional) (VILAIN et al., 2004).

Porém, todos os indicadores não são aplicáveis a qualquer sistema de produção: por exemplo, os indicadores A4 ou A11 (respectivamente “diversidade animal” e “carga animal”) não fazem sentido para os sistemas essencialmente vegetais. Apesar de demonstrarem que uma combinação entre produção pecuária e vegetal é desejável e seria uma opção interessante (fertilidade orgânica dos solos), os valores desses indicadores vão penalizar o resultado final da avaliação (sobretudo para cultivos específicos como a viticultura, que é incompatível com criação animal). Outro tipo de indicador pode não ser aplicável a regiões geográficas e institucionais de características diferentes: o indicador econômico C4, por exemplo, relativo à sensibilidade aos subsídios, tem sentido no caso da França, mas perde sentido para o Brasil, onde não existem ajudas diretas do governo aos produtores.

Entretanto, pode-se sublinhar que somente três dimensões da sustentabilidade estão consideradas pelo método; aspectos políticos-institucionais e técnico-agronômicos não foram considerados, o que o tornaria menos abrangente que o método proposto por Moacir Darolt. Porém, já foi observado que considerações técnicas podem caber na dimensão agroecológica e que considerações legais ou políticas podem ser embutidas na dimensão econômica (subsídios por parte do governo considerado pelo indicador C4, ou respeito de normas ambientais ou de zona de proteção ambiental, indicador A9).

Enfim, como para qualquer metodologia que necessite de interpretação, devem ser observados alguns cuidados: não consiste na aplicação mecânica de um simples questionário; devem ser observadas as características da região e dos sistemas ao redor e podem ser feitas simplificações sensatas, em função da representatividade dos cultivos (VILAIN, 2003).

## 3.2 Segunda tendência: métodos energéticos

### 3.2.1 Origem e princípios das análises energéticas

O objetivo deste item é apresentar ferramentas práticas potencialmente aplicáveis ao nível da propriedade, sendo interessante introduzi-las por um rápido histórico da corrente energética e os autores que foram precursores nesta área.

#### Histórico

A chamada Análise Ecológica-Energética (AEE) surgiu ainda no século XIX, pelas mãos dos ecologistas, nos estudos desenvolvidos sobre o aproveitamento dos ecossistemas ditos naturais. Mas a preocupação pela energia na agricultura explodiu realmente com a crise energética de 1973: constatou-se que as energias fósseis podiam se tornar um fator limitante da produção agrícola. Os autores costumam apresentar esse desenvolvimento como segmentado em três fases. Numa primeira fase, o enfoque foi: a descrição de ecossistemas onde os estudos se basearam, sobretudo, no estabelecimento das cadeias tróficas e na determinação dos fluxos de energia a elas ligadas; e a avaliação da produtividade de determinados tipos de exploração do meio (culturas isoladas). A segunda fase, que começou com a década de 70, devido à crise mundial de energia fóssil, viu a formulação das bases da análise energética dos sistemas agrícolas. Enfim, no mesmo período, pode-se destacar uma terceira fase, cuja abordagem era antropológica, procurando ligar os parâmetros econômicos, sociais e culturais que intervêm na gestão dos ecossistemas: surge então a análise ecológica-energética considerando os ecossistemas homem-natureza dentro de um contexto sócio-econômico (MACEDÔNIO, 1990).

Naquele momento, a AEE se apresentou como forma de investigação científica nos Estados Unidos e na França. Utilizando a variável energia como meio de avaliação, ela representava uma alternativa aos métodos tradicionais de uma unidade agropecuária de produção, baseados unicamente nos cálculos econômicos e financeiros. Os pesquisadores da Universidade de Cornell e da Faculdade de Nova York demonstraram, no livro coordenado por David Pimentel (1973), *Food production and the energy crisis*, que a eficiência energética estava diminuindo nas últimas décadas, devido à intensificação da agricultura moderna<sup>30</sup>. Da mesma forma, o balanço ecoenergético da

---

<sup>30</sup> A eficiência energética é definida pela relação entre as saídas e entradas de energia calculadas para um dado sistema: o estudo de Pimentel sobre o cultivo do milho nos EUA mostrou que essa eficiência passou de 3,71 em 1945 a 2,82 em 1970 (PIMENTEL, 1973).

produção agrícola efetuado por Deleage na década de 70 demonstrou que o sistema agrícola francês tinha que importar cada vez mais energia para assegurar sua manutenção<sup>31</sup>. Esses trabalhos tiveram então o efeito de uma bomba. Não eram os primeiros trabalhos desenvolvidos com essa metodologia: o ecologista americano T. Odum já havia trabalhado com fluxos em unidades energéticas, num estudo relativo ao Rio Silver Spring no Colorado, usando o método de balanços energéticos (MERCIER, 1978).

A segunda bomba que estourou pouco tempo depois foi lançada por John S. Steinhardt, em 1974, que propôs uma abordagem global: interessou-se no “desperdício” de energia ao longo da cadeia de transformação alimentar, ou seja, do campo até o prato do consumidor. Demonstrou que o consumo de energia, rara na produção alimentar, passou a dobrar entre 1940 e 1970 (de 14000 kcal/pessoa/dia a 28000kcal/pessoa/dia). Isso já anunciava a metodologia energética de Análise de Ciclo de Vida que será apresentada mais à frente (STEINHART, 1974).

#### Princípios do método energético clássico

Esse método busca avaliar as necessidades brutas de energia de um bem ou de um serviço. Fazendo o paralelo com o conceito de “custo” econômico, tenta-se medir o custo energético via soma dos recursos físicos úteis a essa produção. Neste caso, entende-se recursos em termos de energia, mas somente a que tem valor de raridade (a energia solar não será contabilizada no custo energético por ser um recurso “infinito” e cujo uso não altera sua fonte, o sol). Evidentemente, as energias fósseis fazem parte das energias a serem contabilizadas, já que o uso diminui a quantidade disponível no futuro e compete com outro uso potencial (custo de oportunidade).

A quantificação da energia consumida faz-se pelo cálculo dos entrantes ou *inputs* necessários, para produzir um bem considerado, cálculo das saídas ou *outputs*, expressos em unidade de energia (kilocalorias (kcal) ou joules (J)). Assim, busca-se identificar, principalmente:

- insumos tipicamente agrícolas: fertilizantes químicos (à base de Nitrogênio (N), fosfato (P) e potássio (K)); sementes híbridas; materiais de construção; tratores;
- eletricidade e combustíveis (carvão, gás natural, gasolina);

---

<sup>31</sup> Em 1970, o valor encontrado por Deleage referente à agricultura francesa já se situava em 2,32, ou seja, abaixo da eficiência energética do milho norte-americano (DELEAGE, 1970, *apud* MACEDÔNIO, 1990).



- matérias-primas diversas: aço, papel, matéria plástica, alimentos industriais para animais, e
- produtos vegetais e animais da agricultura.

Por fim, para medir a “eficiência energética”, resta calcular a razão entre a energia produzida e a energia gasta para tal produto.

Mas nota-se que a partir desses princípios básicos adotados unanimemente, sobravam várias dúvidas em termos de convenções e coeficientes a serem adotados para contabilizar essas fontes de energia. As escolas norte-americana, inglesa e francesa tiveram algumas divergências e os resultados podem apresentar grandes diferenças em função dos valores dos coeficientes adotados<sup>32</sup>.

### **3.2.2 Metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV, ou LCA)**

#### Origem e objetivos

Como apresentado anteriormente, os princípios da Análise de Ciclo de Vida não são tão recentes, já nos anos 60 e 70, estudos do ciclo de fontes de energia tornaram-se comuns: apareceram nos Estados Unidos os REPAs (Resource and Environmental Profile Analysis) e na Europa (Suécia, Inglaterra e Suíça), os modelos para avaliar o consumo de energia e matérias-primas. Mas foi realmente nos últimos anos que a avaliação de ciclo de vida passou a ser uma ferramenta “na moda”, identificando as atividades envolvidas na vida inteira do produto, adotando uma abordagem “do berço até o túmulo”. Procura avaliar todos os impactos ambientais relacionados ao produto, pela quantificação do consumo de recursos e das emissões, permitindo assim identificar as áreas nas quais os produtores ou vendedores devem se dedicar para minimizar seu impacto ambiental. Em muitos casos, leva ao redesenho do produto. Inicialmente, dedicada ao ciclo de vida do produto, a metodologia estendeu-se à análise do processo e a toda atividade produtiva. Pode-se notar que o EU eco-labelling<sup>33</sup> está baseado na aplicação da ACV: pretende avaliar e identificar as melhores práticas para minimizar o impacto total do produto e comunicá-lo aos clientes potenciais.

---

<sup>32</sup> Por exemplo, Pimentel contabilizava a energia humana a 3000 kcal/dia, ou seja, contando o consumo alimentar e seu conteúdo energético próprio. Enquanto Carillon, na França, considerava 41000 kcal/dia/trabalhador agrícola, imputando um custo energético igual à parte que representa no consumo total de energia para a alimentação (MERCIER, 1978). Geralmente, adota-se a estimativa proposta por Pimentel, de 465 kcal/hora/pessoa.

<sup>33</sup> Refere-se ao selo de qualidade europeu, conforme a regulação adotada pelo Conselho dos Ministros da Comunidade Européia em 1992, que criou o programa EU Eco-label.

A metodologia ACV (usa-se geralmente a sigla LCA, referente à tradução inglesa Life Cycle Analysis) foi formalizada pela ISO (International Organization for Standardization) e pela SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry)<sup>34</sup>. Foi inicialmente elaborada para aplicações industriais, já que se refere à análise de ciclo de vida de produtos, os quais são considerados como produzidos industrialmente. Adaptações permitiram aplicá-la também a outros campos, tais como agricultura.

### Princípios e descrição do método

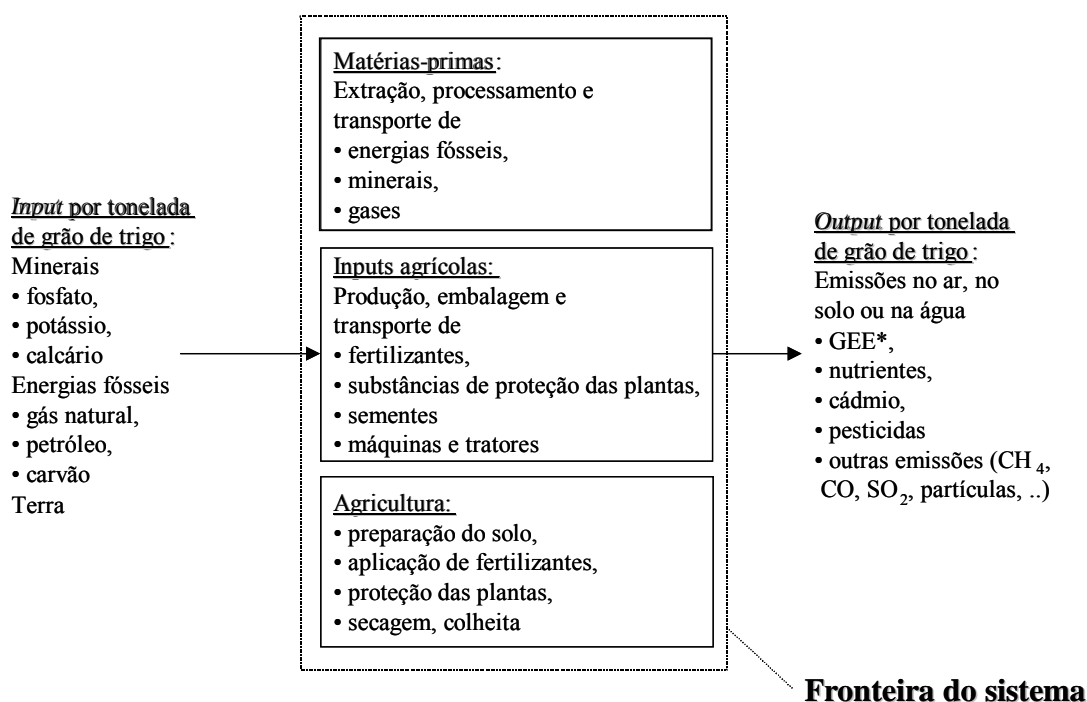
Conforme descrito na ISO (1997), uma ACV é dividida em quatro etapas:

1. **a definição do objetivo e do escopo do estudo:** esse primeiro passo da análise define as razões do estudo e o uso que se pretende fazer dos resultados. Pode ser, por exemplo, a análise do impacto ambiental de várias intensidades de uma produção de grãos. A Figura 11 a seguir apresenta um exemplo de delimitação das fronteiras, ou escopo, de um sistema de produção de trigo;
2. **a análise do inventário** do ciclo de vida (LCI: Life Cycle Inventory): faz-se o inventário dos *inputs* materiais e energéticos em toda a vida do produto, e das emissões associadas. Os recursos e as emissões geradas devem ser medidas por unidade de *output* produzido;
3. **a avaliação dos impactos** do Ciclo de Vida (LCIA: Life Cycle Impact Assessment): considera-se como cada área documentada na etapa anterior afeta o meio ambiente, multiplicando os dados listados anteriormente por fatores de caracterização para agregá-los em categorias de impactos e obter um indicador por categoria. É a etapa crucial da análise e pode ser muito complicada, já que depende da natureza das emissões, do ambiente no qual são emitidas, e da interação com várias características. Mas deverá abranger como mínimo os danos ecológicos, a saúde humana e animal, a possível modificação do *habitat* e as mudanças do estilo de vida;

---

<sup>34</sup> A SETAC, fundada em 1979, é uma sociedade interdisciplinar que engloba profissionais da área ambiental (biólogos, químicos, engenheiros etc) cujo principal objetivo é proporcionar aos vários segmentos da sociedade um fórum oficial exclusivamente científico para discussões de problemas ambientais. Em 1990, iniciou o desenvolvimento técnico e a aplicação de LCA, e publicou em 1997 o artigo “Life Cycle Impact Assessment: the State-of-the-Art”, revista Environmental Toxicology and Chemistry.

#### 4. a interpretação e a proposta de alternativas (BENTRUP. et al., 2004).



\*: Gases de Efeito Estufa

Figura 11: Fronteira do sistema, *inputs* e *outputs* relevantes, e unidade funcional de um sistema de produção de trigo<sup>35</sup>

Fonte: Traduzido de BENTRUP et al., (2004)

#### Vantagens e limites

Se o objeto do estudo fosse a avaliação dos impactos do produto agrícola, como resultado do processo de transformação, a ferramenta seria realmente muito adequada por permitir estender as fronteiras do estudo e abranger toda a cadeia produtiva. Esse é o interesse maior deste tipo de análise, que pode mudar de escopo em função do objetivo do estudo. Mas isso induz também à dificuldade de definir corretamente e precisamente o escopo no início da análise.

Existem várias abordagens LCA “prontas para usar” em aplicações industriais, mas que são difíceis de adaptar para fins agrícolas, na medida em que alguns impactos ambientais não são considerados (como por exemplo o uso da terra, as emissões de

<sup>35</sup> Podem ser apontadas algumas “lacunas” nessa delimitação, já que não considera a água como input relevante.

nutrientes) ou não consolidam os dados num índice ambiental geral. Mas já existem trabalhos desenvolvidos e em desenvolvimento neste sentido. Novos procedimentos de avaliação de impactos, incluindo agregação, normalização e ponderação foram definidos para o uso da terra e o consumo de recursos, pelos mesmos autores (BENTRUP et al., 2004). Parece também que a eficácia do uso do conceito de ACV como subsídio à tomada de decisão foi comprovada por vários autores (LUNDIE e PETERS, 2004, *apud* XAVIER, 2005).

Apesar de ser considerada como a ferramenta mais sistemática para fornecer informações sobre os impactos ambientais de um produto ou de um processo, a Análise do Ciclo de Vida gera controvérsias: muitos consideram que não fornece informação confiável, por falta de dados. Os maiores problemas que autores como Lester B. Lave e seus colegas apontam são:

- uma falta de dados compreensíveis, ou mesmo a não-disponibilidade de dados importantes pode afetar o resultado final do estudo e, por consequência, a sua confiabilidade (além da subjetividade dos especialistas devida às limitações do conhecimento científico disponível);
- para modelar um novo processo, é muito difícil de implementar (grande consumo de tempo, recursos financeiros e humanos); e por fim
- a fronteira do problema de estudo é muito difícil de definir, se considerar todas as relações de dependência (direta e indireta) e que o escopo do estudo pode se estender quase indefinidamente. A SETAC recomenda não considerar as implicações ambientais da maquinaria e dos equipamentos.

Essa última limitação é a que prejudica mais a análise, já que tentando limitar a cadeia de fornecedores, efeitos importantes não são considerados e podem distorcer totalmente os resultados (a estimativa de emissões de um processo por uma ACV pode chegar a menos da metade do que seriam considerando todas as interações!).

### **3.2.3 Análise Insumo-Produto (I/O Analysis), método EIO-LCA**

#### Origem e objetivos

A análise *Inputs/Outputs* foi desenvolvida por Wassily-Leontief (para a qual ele recebeu o prêmio Nobel em 1973) para capturar as interdependências econômicas de um produto na cadeia econômica inteira da qual faz parte. A partir da premissa de que essas interações podem ser aproximadas por relações proporcionais (por exemplo, se 1

tonelada de aço é necessária para fabricar um carro, 2 toneladas serão gastas para fabricar 2 carros), ele desenvolveu um modelo para estimar os *inputs* necessários à economia toda. Assim pôde elaborar Tabelas de *inputs-outputs* para vários países, considerando todos os setores da economia (LAVE et al., 1995). Esse tipo de análise pode também ser usada para comparar duas alternativas: produzir um mesmo produto com um material A ou com material B, por exemplo.

A partir daí, é possível realizar uma Análise de Ciclo de Vida de *Inputs-Outputs* econômicos (EIO-LCA), seguindo os passos seguintes: 1. Estimar as modificações de *output* direto por setor; 2. Avaliar esses *outputs* diretos e indiretos econômicos com a matriz *Inputs-Outputs*; 3. Avaliar as emissões e impactos ambientais desses *outputs*, por setor e 4. Somar todos esses dejetos e emissões (“discharges”) ocasionados pelo setor para quantificar o impacto total. Isso pode ser calculado por cada setor, a fim de dar um índice de impacto geral do setor e comparar com os outros setores da economia como um todo. Assim, a EIO-LCA do setor agrícola por inteiro pode ser realizada e reavaliada se propor uma mudança importante em termos de insumos e de produtos. Se, por exemplo, decide-se abandonar o uso de energia fóssil ou parar totalmente a produção de uma cultura, poderá ser avaliado o impacto dessa modificação.

Pode-se sublinhar que esse tipo de análise foi realizada em 1988 nos EUA pela agência de proteção ambiental (Environmental Protection Agency) para avaliar os impactos dos materiais mais tóxicos. Apontou o setor de fertilizantes fosfáticos e nitrogenados como o setor mais impactante.

#### Matriz Insumos-Produtos

Aplicada a um agroecossistema agrícola, a matriz Insumos-Produtos permite calcular os fluxos de energia entre os diferentes elementos constituintes do sistema (os grãos, as frutas, o gado, o solo, a água, por exemplo), tal como delimitado. Como especificaram os pesquisadores italianos Tellarini e Caporali (2000): “a matriz I/O (I/P em português) indica, para cada setor, o quê e quanto, em termos energéticos e monetários, foi consumido (colunas) para produzir quanto e para que propósito (linhas)”. Utilizaram a matriz I/O para avaliar a sustentabilidade de duas propriedades da Itália central. A partir da matriz, propuseram extrair vários indicadores de performance do agroecossistema: a) indicadores estruturais, para descrever as características ambientais do sistema; e b) indicadores funcionais, para medir sua eficácia, que serviram para comparar os diferentes sistemas. Analisaram no total 17

indicadores “relativos” chamados de diretos (ou seja, sem unidade, calculados a partir de dados energéticos ou monetários) e 16 indicadores “cruzados”, oriundos de cálculos entre dados expressos em energia e em dinheiro.

Desses indicadores, destacam-se dois muito relevantes:

- dependência de fonte de energia não-renovável =  $\text{insumo}_{\text{externo não-reno.}} / \text{insumo}_{\text{total}}$ , e
- autonomia da propriedade =  $\text{insumo}_{\text{produzido no sist.}} / \text{input}_{\text{total}}$ ;

Várias análises podem ter como ponto de partida uma matriz I/O realizada no escopo do sistema escolhido. A título de exemplo de aplicação da metodologia, apresenta-se a seguir a matriz de I/O criada pela autora ao tentar realizar uma análise de sustentabilidade do agroecossistema brasileiro (com hipóteses simplificadoras: considerando somente as duas culturas principais que são o milho e a soja, e maior parte da produção pecuária).

	Plantação de milho	Plantação de soja	Destilaria	Gado	Biodigestor	Tanque de peixes	Maquinaria Agrícola	Exterior
Plantação de milho					Biofertilizante (72Mm3)			Insumos agrícolas
Plantação de soja					Biofertilizante (132Mm3)			Insumos agrícolas
Destilaria		Óleo de soja: 1.tudo (9,7Mt) 2.só para os tratores (0,72Mt)						Energia elétrica, metanol, etanol, catalisador
Gado (bovino, suíno, avícola)	Quireras, milho moído, milho em grãos (32Mt)	Farelo de soja, óleo de soja (nas rações) 4Mt						Pastagem, minerais, uréia pecuária, vacina, eletricidade
Biodigestor				Esterco (235Mt)				
Tanque de peixes					Biofertilizante (2,7Mm3)			Matrizes
Maquinaria agrícola			Biodiesel B5 (0,72Mt), ou biodiesel puro (14,5Mt)					
Exterior ou comunidade	Farelo para exportação		Biodiesel (até 9Mt), glicerina	Carne (15,1Mt)	Biogás (14,1.10 <sup>10</sup> m3)	Peixes (0,3Mt)	Economia de diesel (<16Mm3), evita 36Mt de CO2	

Figura 12: Exemplo de matriz Insumos/Produtos

Fonte: Elaboração própria

Processo de cálculo da Avaliação de Ciclo de Vida de Insumos-Produtos Econômicos (EIO-LCA)

Consta das seguintes etapas:

1. estimativa dos câmbios nos *outputs* diretos por setor de atividade;
2. avaliação dos câmbios desses *outputs* econômicos, diretos e indiretos, com a matriz Insumos/Produtos;
3. avaliação dos dejetos e das emissões ambientais dos câmbios dos *outputs* do setor, ponderando pelo peso do setor na economia;
4. somatório dos efeitos de cada setor, a fim de quantificar as emissões totais (em valor monetário).

Comparação da LCA clássica e da EIO-LCA

A LCA (ou ACV) clássica tem uma fronteira mais restrita: a EIO-LCA abrange todo o leque de efeitos diretos e indiretos, mas é melhor ser usada para uma agregação de produtos ou um setor da economia. Não seria adequada para estudar problemas particulares entre dois *designs* do mesmo material, por exemplo, ou para propor melhoria no processo de produção. Aliás, a heterogeneidade dos produtos dentro de cada categoria também é um problema porque a EIO-LCA vai considerar os impactos do conjunto, apesar deles poderem ser bastante diferentes.

A matriz de EIO não inclui as atividades ligadas ao consumidor final (energia de uso do produto, por exemplo, ou resíduos do produto descartado), nem toma em conta os impactos ambientais relativos à saúde humana, por exemplo.

Portanto, o método EIO-LCA é de baixo custo de aplicação (algumas horas são suficientes) e, sobretudo, neste método o passo muito interessante e que poderia ser suficiente por si só para este estudo é a elaboração da matriz. Tolmasquim a implementou na análise do SIPEA que realizou em 1984 e conseguiu, a partir dela, extrair alguns coeficientes explícitos e tirar conclusões. Parece que seria uma ferramenta simples (talvez simplificada demais) e de fácil entendimento para ser aplicada a uma pequena UPA, que permitiria dar uma idéia da eficiência energética.



### 3.2.4 Análise emergética

#### Origem e objetivos do método

Desde a década de 60, procura-se dar um sentido mais prático aos conhecimentos ecológicos. Neste sentido, um dos trabalhos mais notáveis foi o desenvolvido pelo Dr. Howard T. Odum, da Universidade da Florida (Gainesville, EUA) que, na formulação da Engenharia Ecológica, contou com a colaboração de E. C. Odum, M. T. Brown, S. Ulgiati, W. Mitsch e muitos outros.

A Engenharia Ecológica, tal como concebida por H. T. Odum ao final da década de 80, analisa os fluxos de energia e matérias nos ecossistemas dominados pelo homem para mostrar, através de índices quantitativos, o nível de dependência dos sistemas produtivos humanos com relação às fontes de energia natural e às derivadas de energia fóssil. Esta nova ciência desenvolveu a metodologia emergética, a qual permite considerar todos os fluxos que ocorrem nos ecossistemas numa mesma base de medida (a energia solar equivalente) e assim, viabilizar a comparação dos fluxos dos sistemas entre si e com outros sistemas. Baseia-se nas leis fundamentais da termodinâmica e no conceito de eficiência energética do sistema: em cada etapa de transformação, parte da energia disponível se converte em energia com maior nível de utilidade para etapas posteriores (um produto petroquímico tem uma energia muito maior que o petróleo bruto por exemplo).

Energia, ou energia incorporada (“Embodied energy”), é definida como toda a energia externa e interna, renovável ou não, que a biosfera utiliza-se para produzir um recurso, seja natural ou antrópico. Em outras palavras, é a energia incorporada ao processo de obtenção do recurso. A unidade de energia é o emjoule. A energia solar de um produto é toda a energia do produto expressa em energia solar necessária para produzi-lo, e sua unidade de medida é o joule de energia solar, denominada como emjoule e abreviado sej (solar equivalent joule) (ODUM, 1996).

A metodologia propõe tratar todos os fluxos do sistema (matéria, energia, dinheiro, informação) nesta unidade comum, a energia solar incorporada em cada fluxo, ou energia solar, usando o fator de conversão conhecido como transformidade que permite traduzir todos os fluxos expressos em unidades diferentes (kg, joules, \$, bites) na mesma unidade de medida, o sej. A transformidade é o quociente de energia pela energia (emjoule/joule), ou seja, é a razão entre a energia mínima necessária para um ecossistema produzir um recurso e a energia final contida nos recursos produzidos.

Estão apresentadas na Tabela 4 as ordens de grandeza das transformidades típicas encontradas na natureza.

A partir desta análise dos fluxos, poder-se-á extrair os **índices de energia** que permitem comparar as contribuições da Natureza e da Economia, medir a **sustentabilidade** do sistema, e fazer diagnóstico da situação. Ou seja, um dos objetivos principais da metodologia é avaliar a proporção de recursos renováveis em comparação com os não-renováveis.

Tabela 4: Transformidades solares típicas (Sej/J)

<b>Item</b>	<b>Sej/J</b>
Energia solar	1
Energia do vapor	62
Energia cinética do vento	623
Matéria orgânica não-consolidada	4.420
Energia geopotencial da chuva	8.888
Energia química da chuva	15.423
Energia geopotencial nos rios	23.564
Energia química nos rios	41.000
Energia mecânica em ondas e marés	17.000 - 29.000
Combustíveis consolidados	18.000 - 40.000
Alimentos, hortifrutigranjeiros, grãos	24.000 - 200.000
Alimentação protéica	1.000.000 - 4.000.000
Serviços humanos	80.000 - 5.000.000
Informação	10.000 - 10 <sup>13</sup>

Fonte: ODUM e HARDING (1991), *apud* CAVALETT (2004)

É interessante sublinhar a reflexão sobre o tempo e espaço subjacente ao conceito de energia e de transformidade: ao analisar um sistema produtivo deve ser vinculado aos sistemas que produzem seus insumos, os quais podem estar em outras regiões e inclusive em outros tempos. E esses tempos podem ser históricos ou geológicos. Por esta razão a energia tem como sinônimo “memória energética”. É um conceito no qual insiste muito o professor E. Ortega, da Unicamp de São Paulo, que abraçou essa metodologia e a está divulgando e desenvolvendo, e que explica a noção de hierarquia energética dos recursos e produtos (o sol está no primeiro nível desta hierarquia; acima dele vêm as plantas, depois os animais e os humanos; no nível energético superior vêm a informação e o conhecimento, e no topo da hierarquia, os sistemas geológicos globais e a formação de espécies biológicas).

### Procedimento de aplicação da metodologia

O processo de avaliação da energia inclui cinco passos:

1. a descrição do sistema de produção agrícola sob a forma de um diagrama de sistemas de energias detalhado: para isso, é necessário identificar seus componentes principais, as entradas e saídas (coleta de dados via trabalho de campo), e representá-los com símbolos de sistemas de energia-padrão (CAVALETT, 2004. figura 9, p39);
2. a identificação de cada fluxo e construção do diagrama agregado por grupos de componentes (conforme Figura 13): os Recursos Naturais Renováveis (R), os Recursos Naturais Não-renováveis (N), os Materiais e Combustíveis (M), o Trabalho e outros Serviços (S), e a Produção (Y). I, por “*environmental inputs*”, representa a energia dos recursos locais (renováveis e não-renováveis,  $I = R+N$ ), e F representa o somatório dos materiais e serviços envolvidos no processo produtivo ( $F = M+S$ );

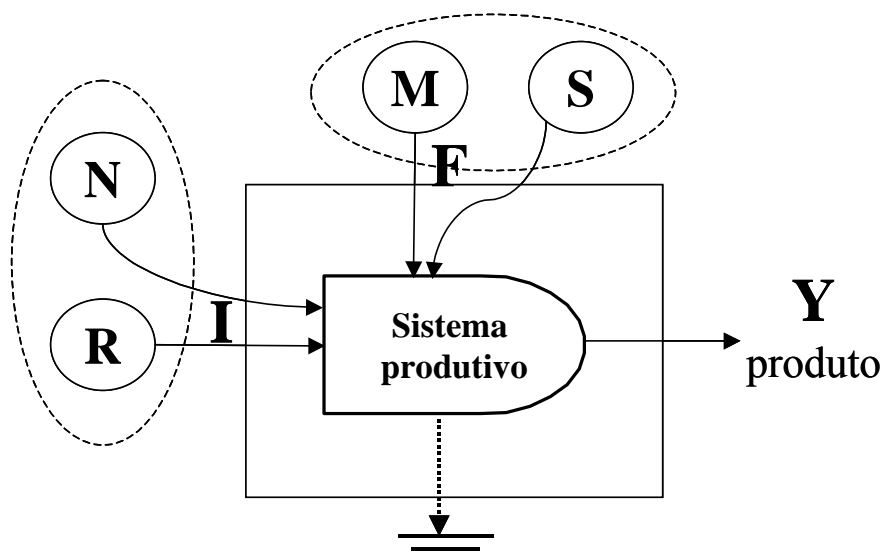


Figura 13: Diagrama resumido dos fluxos energéticos agregados, para contabilidade sócio-ambiental  
Fonte: ODUM (1996)

3. a elaboração da Tabela de avaliação dos fluxos de energia para realizar os cálculos das principais fontes e contribuições para o sistema: os dados primários, seus fluxos e reservas são avaliados em unidades de energia e em dólares. Este passo necessita a obtenção de dados primários confiáveis, sua conversão em joules ou dólares graças às transformidades específicas obtidas de estudos prévios (esses valores podem ser difíceis de achar na literatura: inicialmente valiam como referência os valores propostos pelo H. T. Odum (1996), agora complementados e atualizados pelos

estudos da Universidade de Gainesville, Flórida, e da rede internacional de Emergia, cujos resultados são apresentados nos “emergy folios”). Cada fluxo converte-se em uma linha de cálculo da Tabela de avaliação de emergia (Tabela 5).

Tabela 5: Esquema de organização de uma tabela para o cálculo dos fluxos de emergia

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nota	Item	Fração renovável	Contribuição Unid./ha/ano	Transformi- dade sej/unidade	Fluxo de emergia renovável	Fluxo de emergia não- renovável	Fluxo de emergia total	%
<b>I: Recursos da natureza</b>								
R: Recursos renováveis da natureza								
N: Recursos não -enováveis da natureza								
<b>F: Recursos da economia</b>								
M: Materiais								
S: Serviços								

- 1:** A coluna 1 fornece a nota de pé de página onde se dão os detalhes do cálculo.
- 2:** A coluna 2 contém os nomes das diversas entradas do sistema.
- 3:** Na coluna 3 informa-se a fração renovável do fluxo de entrada, função da natureza da entrada. Por exemplo, a energia solar é uma fonte de energia totalmente renovável, então o valor dessa fração será 1.
- 4:** Na coluna 4 estão os valores numéricos de cada fluxo de entrada, calculados nas suas unidades usuais (gramas ou quilogramas para materiais, joules para energia, dólares para dinheiro etc).
- 5:** A coluna 5 consta das transformidades, ou emergia por unidade, de cada fluxo.
- 6 a 8:** As colunas 6, 7 e 8 apresentam os fluxos de emergia, obtidos multiplicando os fluxos de entrada da coluna 4 pelos valores da fração renovável da coluna 3 e das transformidades da coluna 5.
- 9:** Por fim, a coluna 9 indica a porcentagem do fluxo de emergia total que representa esse fluxo. Em uma coluna adicional, podem ser colocados os fluxos de emdollars anuais: para cada item, o fluxo de emergia é dividido pela razão (emergia/dinheiro) da economia do país.

Fonte: CAVALETT (2004)

Nota-se que os trabalhos atuais integram algumas modificações tornando o modelo mais representativo da realidade: os materiais e os serviços não são mais considerados como recursos não-renováveis; são consideradas as renovabilidades parciais destes recursos, de acordo com a metodologia proposta por Ortega (2002) e usada por Otávio Cavalett na sua tese de Mestrado em Engenharia de Alimentos, desenvolvida em 2004. A Tabela 6 mostra a classificação dos fluxos de emergia que torna possível considerar as renovabilidades parciais dos materiais e serviços com mais detalhes.

Tabela 6: Classificação dos fluxos de energia

<b>Entrada</b>	<b>Descrição</b>
<b>I: Contribuições da natureza</b>	<b>I = R + N</b>
R: R <sub>1</sub> + R <sub>2</sub> + R <sub>3</sub>	Chuva, materiais e serviços de áreas de preservação; nutrientes do solo e do ar
Recursos naturais renováveis	preservação; nutrientes do solo e do ar
N: Recursos naturais não-renováveis	solo; biodiversidade; exclusão de pessoas
<b>F: Recursos da economia</b>	<b>F = M + S</b>
<b>M: Materiais</b>	<b>M = M<sub>R</sub> + M<sub>N</sub></b>
M <sub>R</sub> : Materiais e energia renováveis	Materiais renováveis de origem natural
M <sub>N</sub> : Materiais e energia não-renováveis	Minerais; químicos; aço, combustível
<b>S: Serviços</b>	<b>S = S<sub>R</sub> + S<sub>N</sub></b>
S <sub>R</sub> : Serviços renováveis	Trabalho local
S <sub>N</sub> : Serviços não-renováveis	Taxas; custo do dinheiro; seguros
<b>Y: Energia Total</b>	<b>Y = I + F</b>

Fonte: CAVALETT, (2004)

4. o cálculo **dos índices de energia**: são cinco índices principais, sendo que o índice mais explícito e, *a priori*, mais relevante é a taxa de renovabilidade (apresentados na Tabela 7 a seguir). Nas aplicações recentes dessa metodologia, esses índices são complementados pelo cálculo de alguns índices econômicos e sociais. Nota-se que esses indicadores emergéticos foram ligeiramente modificados, com a finalidade de avaliar mais adequadamente a sustentabilidade, incluindo as precisões da classificação dos fluxos apresentada na Tabela 6.

5. a **análise dos resultados** e obtenção de conclusões: permite comparar sistemas produtivos entre si; prever tendências e sugerir alternativas. Podem inclusive determinar políticas públicas através de modelos, avaliações, índices e simulações construídas para considerar várias alternativas<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> Além de interpretar os índices de energia, várias questões de políticas públicas podem ser examinadas ao comparar as contribuições de energia dos processos alternativos. As pessoas podem vir eventualmente a aceitar as alternativas de energia mais altas porque estas sobrevivem e se mantêm. Fazendo-se uma análise de energia, em primeiro lugar, uma pessoa deverá estar capacitada a melhorar o processo de busca de alternativas mais benéficas em termos de recursos ambientais e humanos. (BRANDT-WILLIAMS e ODUM, 1998).

Tabela 7: Índices emergéticos (incluindo as modificações devido às contribuições parciais dos materiais e serviços)

<b>Índices emergéticos modificados</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Conceito</b>	<b>Unidade</b>
Transformidade	$Tr = Y/Ep$	Eficiência energética do sistema	sej/J ou sej/kg
Renovabilidade	$\%R = 100.(R+M_R+S_R)/Y$	Renováveis / Total	-
Produção emergética	$EYR = Y/(M_N+S_N)$	Total / Não-renováveis	-
Investimento Emergético	$EIR = (M_N+S_N)/(R+M_R+S_R+N)$	Não-renováveis / Renováveis	-
Intercâmbio Emergético	$EER = Y/[(\$).(sej/\$)]$	Energia recebida/energia econômica fornecida	-

Fonte: Adaptado de CVALETT (2004)

### Formulação dos índices

1. A transformidade solar (Tr): avalia a qualidade do fluxo de energia (“eficiência energética”), permite posicionar o produto em termos de hierarquia energética e permite fazer comparações com outras formas de energia de outros sistemas. É a razão entre a energia total incorporada pelo sistema ao produto final (Y), e a energia do produto (Ep), expressa em sej por Joule ou por kg.

$$Tr = \text{Soma dos insumos emergéticos} / \text{Energia da produção} = Y/Ep.$$

2. A Renovabilidade emergética (%R): mede a “sustentabilidade” dos sistemas de produção. É expressa em porcentagem e é definida como a razão entre a energia dos recursos naturais renováveis empregados (R) (chuva, sol, vento, sedimentos, biodiversidade e solo) e a energia total utilizada para produzir um produto específico (Y). É o índice mais explícito.

$$R = 100 (R/Y)$$

3. A razão de rendimento emergético (EYR), ou Índice de Produção Emergética (EYR): mede a incorporação da energia da natureza. É a relação do total de energia investida (Y) por unidade de retorno econômico (F, “economic Feedback”). F leva em consideração os materiais (M) e os serviços utilizados (S). EYR indica se o processo retorna ao setor econômico mais energia do que compra.

$$EYR = \text{Energia produzida} / \text{Energia da economia} = Y/F \text{ (sem unidade).}$$

4. A razão de investimento emergético (EIR): mede o investimento da sociedade para produzir certo bem, em relação à contribuição da natureza. Corresponde à razão entre a energia da retroalimentação da economia externa (F, que representa o somatório

dos materiais e serviços envolvidos no processo produtivo:  $M+S$ ) e a energia dos recursos locais (renováveis e não-renováveis:  $I = R+N$ ), expressos como  $I$  (“environmental *Inputs*”).

$EIR = \text{Energia comprada} / \text{Energia da natureza} = F/I$  (sem unidade).

5. A Taxa de intercâmbio energético (EER): é a razão entre o conteúdo energético de um produto ( $Y$ ) e o valor da energia do pagamento. A energia do pagamento é relativa aos serviços que ela permite comprar: o pagamento é multiplicado pela relação de energia/dinheiro da área onde o dinheiro será gasto.

$EER = Y / [\text{produção} * \text{preço} * (\text{energia}/\text{US\$})]$

Além destes cinco indicadores-padrão da análise energética, podem também ser calculados alguns indicadores permitindo complementar a análise e tomar em consideração outros aspectos da sustentabilidade (dimensões social e econômica):

- o Índice de Carga Ambiental (ELR): é a razão entre os recursos considerados não-renováveis ( $N + F$ ) e os recursos naturais renováveis ( $R$ ).  $ELR = (N + F)/R$ . Mas é menos explícito que os índices citados acima.
- a rentabilidade econômica : calculada simplesmente pela razão:  
 $\text{Renda líquida} / \text{Gastos anuais} = [\text{Vendas} - \text{Custo econômico}] / \text{Custo de produção econômica};$
- a empregabilidade: mede o número de empregos gerados por unidade de superfície (empregos/ha) e dá uma idéia da concentração do sistema.

### Vantagens e limites

A maior vantagem deste método é sua abordagem sistêmica e a expressão de toda forma de energia dentro do sistema a estudar nesta mesma unidade “super democrática” que é o sej. Dentro das metodologias apresentadas, é a mais válida em termo de abordagem: após uma definição adequada e dedicada da fronteira do sistema, tenta-se classificar seus fluxos de energia internos e externos e procura-se quantificá-los e agregá-los. Parece muito coerente e simples. E pode ser aplicado a qualquer sistema: indo de uma parcela até o setor agrícola de um país por inteiro. Os resultados obtidos até proporcionam, supostamente, dados científicos para subsidiar políticas públicas para a proteção ambiental.

Entretanto, esta metodologia, apesar de ter sido bastante aplicada e de ter se revelado pertinente, ainda está num estágio de desenvolvimento e sua aplicação não

parece ser tão simples. De um estudo a outro, as hipóteses podem mudar: aprimoramentos estão sendo feitos (a renovabilidade parcial dos recursos começa a ser tomada em conta); os valores das transformidades podem ser desmentidos por estudos mais recentes (o pesquisador deve sempre estar informado dos folios publicados pela Universidade de Gainesville, atualizando tais dados); os índices considerados não têm uma interpretação só etc. Por outro lado, a falta de dados pode ser um fator limitante, forçando a pessoa que aplica a metodologia a fazer simplificações ou estimativas perigosas (o Brasil, por exemplo, padece da falta de dados; somente há dados monetários).

Enfim, necessita que a pessoa que vai aplicar a metodologia seja devidamente capacitada e tenha algumas dicas para interpretar adequadamente os resultados. Parece difícil, por exemplo, saber quais serão os critérios a considerar para avaliar a sustentabilidade. Será que a porcentagem de energia renovável faz mais sentido que o índice de sustentabilidade ( $SI = EYR/ELR$ )?

### **3.3 Avaliação das diferentes metodologias de avaliação da sustentabilidade: comparação**

#### *Revisão bibliográfica*

A análise comparativa das nove metodologias previamente apresentadas será baseada nos estudos comparativos do mesmo tipo, encontrados na bibliografia recente e, principalmente, nos três trabalhos seguintes.

Os autores Hertwich, Pease e Koshland, da Universidade de Berkeley, na Califórnia, realizaram, em 1997, um estudo comparativo de seis métodos de avaliação do impacto ambiental de produtos e processos de produção (HERWICH et al., 1997). Além de propor uma descrição rápida de cada metodologia (das quais faz parte a chamada SETAC, ou seja, ACV, Análise de Ciclo de Vida, que foi também apresentada no presente estudo), escolheram compará-las em função de três eixos principais: 1) qual o propósito da avaliação; 2) quais as escolhas críticas e cruciais feitas ao elaborar a metodologia (base da avaliação; profundidade e tipo de medição, relativa ou absoluta); 3) quais os tópicos importantes para o usuário do método (quantidade de informação necessária; tolerância para informações imperfeitas etc.).

Deram uma atenção particular à profundidade de análise das diversas metodologias, avaliando para cada passo da cadeia causal, das emissões aos danos (escala gradativa entre efeitos e impactos, tema polêmico também para outras



avaliações), se a análise é qualitativa, semi-quantitativa ou quantitativa, ou se se limita a uma simples consideração indireta da causa. Elaboraram, então, duas Tabelas sintéticas e didáticas: a primeira para comparar as características das metodologias e outra a profundidade e o grau de quantificação.

Assim, além de considerar as diferenças dos efeitos realmente considerados e o "como" considerá-los, os autores apontam dois problemas importantes dessas metodologias, que são critérios que podem torná-las ineficazes: a) por um lado, cada um dos métodos considerados tem o potencial de recomendar uma alternativa pior do que outro ou do que está sendo considerado; b) por outro lado, alguns métodos necessitam uma coleção de dados tão extensa e detalhada que sua aplicação a custo aceitável se torna impossível. São critérios que deverão ser avaliados.

Kátia Marzall e Jorge Almeida, para realizar o estado da arte dos indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas, levantaram, durante dois anos (1997-1999) 72 programas desenvolvidos em diferentes organismos e instituições nacionais e internacionais, e fizeram uma análise comparativa de 15 deles – aqueles que reputaram mais significativos (MARZALL e ALMEIDA, 2000).

Insistem na importância da definição clara dos objetivos a serem alcançados, já que objetivos distintos revelam preocupações diferentes, mas listam também alguns critérios que julgam representativos da validade de tal método:

- a definição do público-alvo deve ser clara (agricultores precisarão de dados que permitam tomar decisão imediata, à diferença de pesquisadores, que querem monitorar a mais longo prazo)<sup>37</sup>;
- a escala da análise à qual se dedicam os indicadores: foram levantados poucos indicadores voltados para uma comunidade ou para uma propriedade rural (UPA);
- o entendimento de sustentabilidade deve ser explícito, já que condicionará o processo de interpretação dos resultados;
- da mesma maneira, o significado de cada indicador e sua interpretação deve ser claro, já que é necessário para avaliar corretamente os resultados;

---

<sup>37</sup> Os autores sublinham no artigo que "se pode observar que praticamente nenhum programa ainda se preocupa com indicadores de aplicação imediata por parte de agricultores e/ou técnicos. Os principais usuários são elaboradores de políticas públicas e pesquisadores" (MARZALL e ALMEIDA, 2000).

- a proposta metodológica deve estar claramente definida: existe uma preocupação pelo enfoque sistêmico e com as interações entre as dimensões consideradas;
- os indicadores devem se enquadrar no conjunto de características determinadas, que nem sempre são detalhadas o suficiente, ou seja, o significado do indicador deve ser claro;
- aplicabilidade prática do conjunto de indicadores: não adianta dispor de indicadores muito detalhados e pertinentes se a coleta de informações se torna impossível, ou que a interpretação seja complexa demais<sup>38</sup>. O agricultor necessita de algo de rápida identificação;
- além do aspecto de detalhamento excessivo, o número de indicadores pode ser um fator limitante: uma lista extensa demais tornaria o método inaplicável e daria informações supérfluas para a avaliação. Estes dois últimos pontos repetem o segundo critério citado pelos autores, apontado como um problema potencial à viabilidade do método;
- a participação efetiva do agricultor é mais que desejável;
- equilíbrio entre as várias dimensões da sustentabilidade: o conjunto não pode constar somente de indicadores ambientais; deve também abranger os impactos econômicos e sócio-culturais com equilíbrio entre eles (esse aspecto será chamado de equirepresentatividade dos indicadores).

Finalmente, os autores apresentam uma Tabela sintética comparando essas 15 metodologias, nas quais descrevem os principais aspectos acima citados. Portanto, se limitam a apontar se o programa apresenta ou não uma definição da sustentabilidade (sem justificar se essa definição é satisfatória ou não); quanto à abordagem da metodologia, favorece a realização de um levantamento heterogêneo. Alguns métodos somente apontam a adoção da abordagem PER, e outros, detalham até o modo de aplicação.

O terceiro estudo é o de Hayo van der Werf e Jean Petit: analisaram e compararam doze metodologias de avaliação do impacto ambiental na agricultura baseadas em indicadores (VAN DER WERF e PETIT, 2002). O objetivo deste estudo era fazer uma análise crítica destas abordagens (analisando os objetivos considerados,

---

<sup>38</sup> Pode ser feito o paralelo com as características levantadas por Guijt (1999): para que um indicador seja válido deve “ser específico, mensurável, atingível, relevante, oportuno”. Corresponde aos critérios dados pelo método six sigma, bem conhecido no meio industrial, para escolher os objetivos “SMART: Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time bound”.

os tipos de indicadores usados, a viabilidade e aplicabilidade do método), para propor diretrizes para a avaliação ou até ou desenvolvimento de métodos deste tipo. Após ter descrito brevemente as doze metodologias selecionadas, nas quais cabem duas metodologias apresentadas neste estudo – a Análise de Ciclo de Vida e o conjunto de indicadores de Lionel Vilain – a análise comparativa foi baseada nas características das metodologias, e precisamente nos seguintes fatores: 1) o quê está avaliado e porquê, ou seja, qual é a abordagem usada e o objeto estudado (a propriedade rural ou o produto); 2) o tipo de fazenda (produção principal), de usuários do método (governo local, pesquisador ou próprio agricultor), as dimensões e efeitos considerados (relativos às várias dimensões da sustentabilidade), e o tempo necessário para aplicação da ferramenta (expresso em dias por ano); e 3) os objetivos dos agroecossistemas: o total de 26 objetivos ambientais (como por exemplo os da terra ou da água, ou as emissões de pesticidas) foram listados e apontaram a ocorrência de cada nas diversas metodologias.

Os autores apontaram uma grande diversidade na profundidade de análise (o número de objetivos definidos que sustentam as metodologias varia de dois a 13) e destacaram algumas restrições relevantes:

- o método deve levar em conta um conjunto de objetivos que abrangem os efeitos locais e os efeitos globais;
- indicadores baseados em efeitos ambientais resultantes das práticas do produtor são preferíveis a indicadores baseados nas próprias práticas, assim que a ligação com o objetivo é direta e a escolha do meio de produção cabe ao produtor (indicadores baseados nas práticas custam menos, mas não permitem uma avaliação direta do impacto ambiental);
- os indicadores que permitem uma expressão dos impactos por unidade de superfície e por unidade de produto são melhores;
- os indicadores que permitem um *output* na forma de valores serão preferidos aos que produzem “scores” (resultados sem dimensão, no sentido do resultado absoluto preferível ao relativo);
- e quando possível, patamares cientificamente baseados deverão ser definidos.

Outro estudo, realizado por Van Bellen (2004), pode ser considerado complementar: comparando três ferramentas que pretendem avaliar o grau de sustentabilidade do desenvolvimento, relevantes em nível internacional. As três ferramentas selecionadas são: 1) Ecological Footprint Method, proposta por

Wackernagel e Rees (1996); 2) Dashboard of Sustainability, desenvolvido pelo Consultative Group on Sustainable Development Indicators (CGSDI), trabalho iniciado em 1996; 3) Barômetro da Sustentabilidade, desenvolvido principalmente por dois institutos: o The World Conservation Union (IUCN) e o The International Development Research Centre (IDRC). A finalidade destas ferramentas é diferente das metodologias que foram consideradas no presente estudo, mas é interessante por serem informatizadas, já desenvolvidas e de aspecto prático, além da análise de Van Bellen ser também bastante pragmática. Os critérios que ele escolheu para compará-las são os seguintes:

1. o método deve capturar efetiva e equitativamente todas as dimensões da sustentabilidade;
2. o indicador é estático ou dinâmico? É melhor que seja dinâmico, para permitir extrapolações no tempo;
3. as simplificações feitas na metodologia têm de ser válidas – não podem ser otimistas demais;
4. a metodologia deve respeitar a visão holística, devendo permitir enxergar as inter-relações entre as dimensões e a complexidade do sistema estudado;
5. se constar de indicadores agregados em índices, isso pode ser uma vantagem para ajudar a tomada de decisão;
6. os indicadores não de ser adaptados às circunstâncias locais.

Observa-se que os critérios de Van Bellen são mais relacionados à aplicabilidade da ferramenta e à necessidade de limitar o risco potencial de orientar alternativas erradas.

#### Critérios de avaliação das metodologias apresentadas

Aparece sempre como óbvio que a disponibilidade de dados é um parâmetro imprescindível e uma condição *sine qua non* para a “viabilidade” de um indicador. Claramente, se não houver dados suficientes, nada poderá ser medido nem avaliado, mas como já foi apontado anteriormente, isso não deve se tornar uma prioridade no momento de escolher os indicadores, senão, seguir-se-á uma lógica *Bottom-up* e não *Up-bottom*, a qual sempre deve ser adotada quando se persegue um objetivo de tomada de decisão. Um indicador procura atender um critério de tomada de decisão; não representa uma finalidade em si: um indicador serve para sustentar uma informação,

relevante e pertinente e, por isso, não pode perder de vista o que se procura: certas metodologias propõem uma “lista bastante extensa de indicadores, como se o objetivo fosse o de caracterizar um sistema, e não a avaliação da sua sustentabilidade” (MARZALL e ALMEIDA, 2000:50).

Conforme as análises apresentadas por diferentes autores, cabe selecionar os critérios que parecem mais relevantes e pertinentes para avaliar as metodologias. Esses serão apresentados em duas Tabelas sintéticas:

- uma relativa às características e à pertinência das metodologias, constando da descrição da metodologia (seu objeto ou escala da análise; seu objetivo principal; o público-alvo, o número de indicadores do qual consta, as dimensões da sustentabilidade que considera; se é de enfoque sistêmico ou mais analítico; qual abordagem foi usada para sua elaboração e um campo de observação para incluir comentários);
- a segunda, relativa à aplicabilidade do método, constando de: a quantidade de informação necessária (relativa ao número de indicadores); o nível de profundidade e a pertinência das informações; a simplicidade dos cálculos; o tempo de coleta das informações no campo; o formato do resultado final, absoluta ou relativa (se é sem dimensão para classificar ou se é expresso por valores) e se tem potencial para agregação e apresentação gráfica dos resultados.

Nas páginas a seguir são apresentadas as duas Tabelas comparativas (Tabelas 8 e 9), considerando esses diversos aspectos.

Após esta análise comparativa (teórica) e uma determinação em aplicar uma metodologia de cada uma das tendências apresentadas (com indicadores e análise energética), destacam-se o método IDEA e a análise emergética – que parecem ser mais adequados para o objetivo do estudo. As duas ferramentas serão aplicadas ao caso apresentado na segunda parte deste documento.

Tabela 8: Síntese: características descritivas das metodologias escolhidas

<b>Id.</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Escala / Objeto</b>	<b>Usuário/público meta</b>	<b>Dimensões da sustentabilidade</b>	<b>Enfoque sistêmico</b>	<b>Abordagem usada/Descrição</b>
1.1	<b>OCDE</b>	Políticas públicas; comunicação e consciência pública	Internacional	Tomadores de decisão e administradores, grande público	3 dimensões: econômica, social e ambiental	Não	PER <sup>3</sup> - Os indicadores pretendem apresentar uma tendência ao longo do tempo, para permitir comparar diferentes países
1.2	<b>Canadá</b>	Políticas públicas; projetos e monitoramento; pesquisa e comunicação pública	Nacional	Tomadores de decisão e administradores, Pesquisadores, agricultores, grande público	1 dimensão: ambiental (dividida em 6 eixos)	Não	PER <sup>3</sup> - Resultam 14 indicadores, dentro de 6 eixos ambientais
1.3	<b>Moacir DAROLT, Agricultura Orgânica</b>	Projetos e monitoramento; Avaliar a sustentabilidade	Propriedade (UPA)	Técnicos e produtores rurais	5 dimensões: sócio-cultural, técnico-agronômica, econômica, ecológica e político-institucional	Não <sup>2</sup>	<i>Bottom-up</i> : a partir dos dados que podem ser recuperados, foram estabelecidos os indicadores
1.4	<b>Lino VARGAS MOURA, Agricultura familiar</b>	Avaliar a sustentabilidade; Políticas públicas	Propriedade (UPA) e conjuntos de propriedades	Técnicos e pesquisadores	3 dimensões: econômica, social e ambiental	Sim, parcial. (indicadores interligados)	5 critérios básicos da sustentabilidade foram identificados e aplicados às três dimensões da sustentabilidade escolhidas
1.5	<b>Apoia Novo-Rural</b>	Políticas públicas; projetos e monitoramento; pesquisa e comunicação pública; avaliar a sustentabilidade	Propriedade (UPA)	Instituições governamentais; técnicos e ambientalistas	5 dimensões: ecologia da paisagem; qualidade ambiental; sócio-cultural; econômica; gestão e administração	Não <sup>2</sup>	Contém indicadores de estado e de risco - Muito analítico
1.6	<b>IDEA</b>	Avaliar a sustentabilidade; Pesquisa e ensino; Políticas públicas	Propriedade (UPA)	Agentes de desenvolvimento, Universidades; Técnicos e produtores rurais	3 dimensões: econômica, sócio-territorial e agroecológica	Sim	Transcrição do conceito de sustentabilidade em objetivos claramente identificados - Indicadores principalmente baseados nas práticas e no comportamento do agricultor
2.1	<b>Análise do Ciclo de Vida (SETAC)</b>	Avaliar o nível de emissões; identificar limitações do produto e processo; Políticas públicas	Produto	Tomadores de decisão e planejadores; Consumidores; Empresas privadas	1 dimensão: ambiental (e alguns impactos sociais)	Sim ou não (depende da definição das fronteiras do sistema estudado)	Passo crítico e difícil: estabelecimento das fronteiras do sistema - Medição dos impactos ambientais potenciais (não os impactos reais)
2.2	<b>Análise Inputs/Outputs (método EIO LCA)</b>	Avaliar o nível de emissões, Políticas públicas; pesquisa	Todos <sup>1</sup>	Agentes de desenvolvimento; Universidades; Técnicos	2 dimensões: econômica e ambiental	Não	EIO-LCA: busca avaliar setores da economia, dados macro - Matriz I/O é mais interessante no caso de uma UPA
2.3	<b>Metodologia Emergética</b>	Avaliar a sustentabilidade; Políticas públicas; pesquisa	Todos <sup>1</sup>	Agentes de desenvolvimento; Universidades; Técnicos e produtores rurais	3 dimensões: ambiental, econômica e social (com menor enfoque)	Sim	Abordagem ecossistêmica: etapa da delimitação do sistema estudado determinante - Avaliação do desempenho termodinâmico do ecossistema
<b>OBSERVAÇÕES:</b>		1: pode ser uma UPA, um setor de atividade ou ainda um país como um todo.			2: os indicadores foram elaborados tentando permitir as inter-relações		3: Pressão - Estado - Resposta

Fonte: Elaboração própria

Tabela 9: Síntese: critérios de aplicabilidade e de relevância das metodologias escolhidas

Id.	n° indic	Equi-representatividade das dim.	Profundidade e pertinência de análise	Simplicidade dos cálculos/obtenção dos dados	Tempo de aplicação <sup>1</sup>	Unidade de medida	Agregação dos resultados (índice/gráfico)	Participação efetiva do agricultor?
1.1	48	Não	Consideração quantitativa, precisa, mas indicadores heterogêneos (causa, estado, efeito)	Complexo	-	Várias unidades, em função do indicador - Ordena os países	Não - Curvas de tendência	Não, escala maior.
1.2	14	Não	Consideração quantitativa - Falta de homogeneidade entre os indicadores	Complexo	-	Várias unidades, em função do indicador	Não - Curvas de tendência	Não, escala maior.
1.3	55	Não	Análise semi-quantitativa (% valores monetários) - Bom nível de detalhe	Simples	(Não definido <sup>2</sup> )	Várias unidades, em função do indicador - Relativo	Não	Participação necessária (questionário e entrevistas)
1.4	15	Sim	Indicadores detalhados - Consideração final, comparativa, qualitativa	Simples (média aritmética, mas uso estatístico)	++ (para uma UPA só)	Sem unidade, mede a sustentabilidade RELATIVA dentro de um conjunto de UPAs.	IRS <sup>3</sup> , global ou por dimensão	Aplica diretamente o extensionista rural.
1.5	62 / 86	Não	Consideração quantitativa para certos indicadores (até detalhado demais para alguns)	Complexos - Ferramenta Excel para automatizá-los - Análise em laboratório	(Não definido <sup>2</sup> )	Várias unidades: valores de utilidade em função do indicador - Absoluto.	Sim (Índice de Impacto Ambiental) - Matrizes	Participação necessária (questionário e entrevistas)
1.6	41	Sim	Consideração quantitativa - Adequada	Simples	++	Sem unidade (resultado sobre 100) - Absoluto <sup>3</sup>	Sim, 1 valor por dimensão - Gráfico - radar (10 eixos)	Sim, necessária
2.1	não se aplica	Não	Dados não confiáveis	Depende da natureza das emissões, pode ser complicado	-	Valores e razões de eficiência energética	Não	Não se aplica se considerar a cadeia toda do produto.
2.2	não se aplica	Não	Consideração quantitativa	Simples	++	Valores e razões de eficiência energética	Matriz, e até valor agregado num setor econômico inteiro	Não se aplica se considerar o setor; sim para construir a matriz da UPA.
2.3	5	Não	Análise qualitativa e quantitativa dos fluxos	Bastante complexa. Aliás, a metodologia vai se aprimorando pedindo mais detalhe nos cálculos	+	Valores e razões de eficiência energética	Não, 5 índices - Sem gráfico	Sim, necessária

**LEGENDA** 1: Tempo de aplicação: ++: muito rápido (< 1 dia); +: rápido (até 2 dias); -: demorado (> 2 dias); 2: Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS); 3: absoluto - Sem valores, procura comparar vários sistemas ou avaliar a evolução do sistema o ao transcorrer do tempo; 4: Índice Relativo de Sustentabilidade (IRS)

3: absoluto - Sem valores, procura comparar vários sistemas ou avaliar a evolução do sistema o ao transcorrer do tempo

Fonte: Elaboração própria

## PARTE 2: REFERENCIAL PRÁTICO

### 4 A Agricultura familiar no contexto agrícola brasileiro

#### 4.1 O contexto agropecuário nacional

A importância do agronegócio para a economia é inequívoca e representou a alavanca para a economia nacional destes últimos anos, batendo recordes (conforme os dizeres do Estado):

- gera 37% dos empregos (são 17,7 milhões de trabalhadores brasileiros no campo);
- representa 30% do PIB<sup>39</sup> e;
- é fonte de 40,4% das exportações, sendo US\$ 40,9 bilhões de exportação entre junho de 2004 e maio de 2005 (liderança mundial nas exportações de carne bovina e avícola, suco de laranja, açúcar e álcool, soja, café e tabaco) (GOVERNO FEDERAL, 2005).

A área plantada aumentou muito pouco nas últimas décadas. Cresceu apenas 5,2% nos últimos quinze anos, enquanto a produção de grãos ganhou cerca de 61%. Conforme mostra a Figura 14, a produtividade agrícola de grãos saltou de 1,67 t/ha para 2,56 t/ha, o que significa um crescimento de 53,5%, no período (EMBRAPA, 2002).

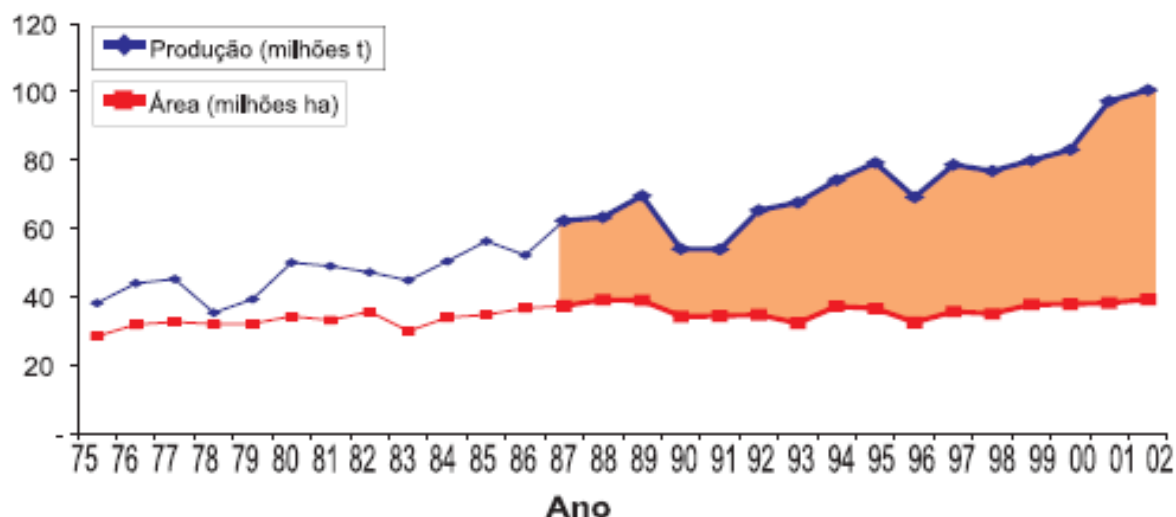


Figura 14: Volume da produção de grãos e área plantada no Brasil desde 1975

Fonte: EMBRAPA (2002)

<sup>39</sup> Nota-se que o setor agropecuário por si só gerou 8% do PIB em 2005 (fonte: IBGE, 2005, *apud* CONAB, 2006).

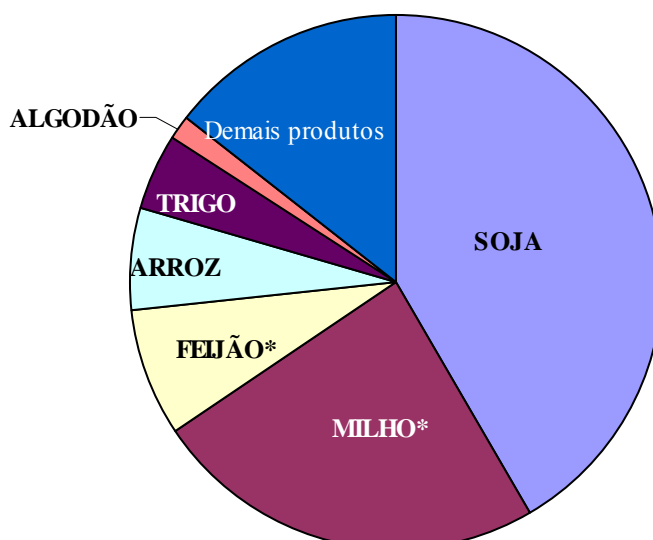


Pode-se perguntar como tal aumento foi possível, ou seja, em quais condições, prejudiciais ou não ao meio ambiente? Apesar desse aumento de produtividade permitir não ocupar novas áreas e preservar ecossistemas ricos (florestas, cerrados, caatingas, várzeas) como aponta o Relatório Ambiental da Embrapa (EMBRAPA, 2002), também deixa pensar que nem tudo aconteceu sem efeitos nefastos, tanto na área ambiental quanto na área social.

#### 4.1.1 Área plantada e produção agrícola

Segundo as previsões mais recentes, a safra 2005/06 consta de uma área plantada total de 46,7 milhões de hectares, ou seja, reduziu de um pouco mais de 4% em comparação com a safra anterior.

Esta área reparte-se, entre as principais produções, conforme apresentado na Figura 15.



\*: foram consideradas as várias safras anuais (2 para o milho e 3 para o feijão), ou seja, uma área cultivada total de 52,5 milhões de ha.

Figura 15: Áreas plantadas por produção de grãos, em % da área plantada total (46,7 milhões de ha) – Estimativa das safras 2005/06

Fonte: Elaboração própria a partir de CONAB (2006) – Levantamento: nov. 2005

O levantamento realizado em novembro passado pela CONAB indica uma intenção de plantio para a safra 2005/06 com produção em torno de 123,8 milhões de toneladas de grãos (cereais, leguminosas e oleaginosas), dos quais 58 milhões seriam de soja e 41 milhões de milho, conforme apresentado na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10: Estimativa de produção de grãos (em 1000t) – Safras 2004/05 e 2005/06

	<b>Safra 04/05</b>	<b>Safra 05/06</b>
SOJA	51.090	57.950
MILHO (2 safras)	34.977	41.370
ARROZ	13.227	11.580
TRIGO	5.846	4.724
ALGODÃO (caroço)	2.129	1.505
FEIJÃO (3 safras)	3.044	3.258
Demais produtos	3.187	3.388
<b>TOTAL</b>	<b>113.500</b>	<b>123.775</b>

Fonte: CONAB (2006) – Levantamento: nov. 2005

Nota-se a elevação muito rápida das safras de grãos, de 73,5 milhões de toneladas em 1995, para 123,8 milhões de toneladas em 2005.

#### **4.1.2 Produção pecuária**

A produção de carne bovina, suína e avícola aumentou consideravelmente nas últimas décadas e, particularmente, entre 1994 e 2003, a produção de carne bovina. Esta última obteve aumento de 35%, atingindo uma produção anual de 7,5 milhões de toneladas; a carne suína aumentou em 103%, alcançando 2,7 milhões de toneladas anuais; enfim, a produção de carne avícola está batendo recorde, com um aumento de 130% desde 1994, com uma produção de 7,8 milhões de toneladas e com um crescimento recorde de 72% entre 1990 e 1995 (no total, desde 1981, a produção de carne avícola mais que quintuplicou!) (CNPC, ABEF, ABIPECS, UBA).

O Brasil conquistou um espaço significativo na produção mundial, passando de 1,4% em 1961 para 10,5% da produção mundial de carne de frango em 2003. Do aumento de mais de 66,8 milhões de toneladas na produção mundial nesse período, coube ao Brasil 11,7% do acréscimo mundial na produção.

Em 2005, o Brasil foi o maior exportador mundial de carne – com 28% do mercado (5,2 milhões de toneladas) – na frente dos EUA (21%), da União Européia (14%) e da Austrália (8) (Production, Supply and Distribution Database, FAS), possuindo o maior rebanho comercial bovino do mundo, com 195 milhões de cabeças, segundo o IBGE.

O frango brasileiro foi o mais competitivo do mercado mundial: segundo os dados do Banco Mundial compilados pela Sadia, o custo do frango vivo no Brasil equivale à metade do custo europeu e 24,25% menor do que o custo nos EUA, maior produtor mundial de frango e que foi ultrapassado pelo Brasil nas exportações em 2004. (AMARAL ROCHA, 2005)

#### 4.1.3 Produção versus Demanda interna

Observa-se que no período de 1986 a 2004, o consumo *per capita* de carne de frango passou de cerca de 10 kg para perto de 35 kg por ano, quase igualando à quantidade consumida de carne bovina. Então, pode-se afirmar que um país preponderantemente consumidor de carne bovina está se transformando em um país consumidor também da carne de frango. Por outro lado, a demanda pela carne bovina tem apresentado oscilações. Desde 1990 observa-se uma variação entre 35 e 40 kg por ano e, a partir de 1998, uma estabilidade maior, entre 35 e 37 kg por ano. O consumo de carne suína tem, ao longo dos anos, apresentado um discreto crescimento – porém constante (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2004).

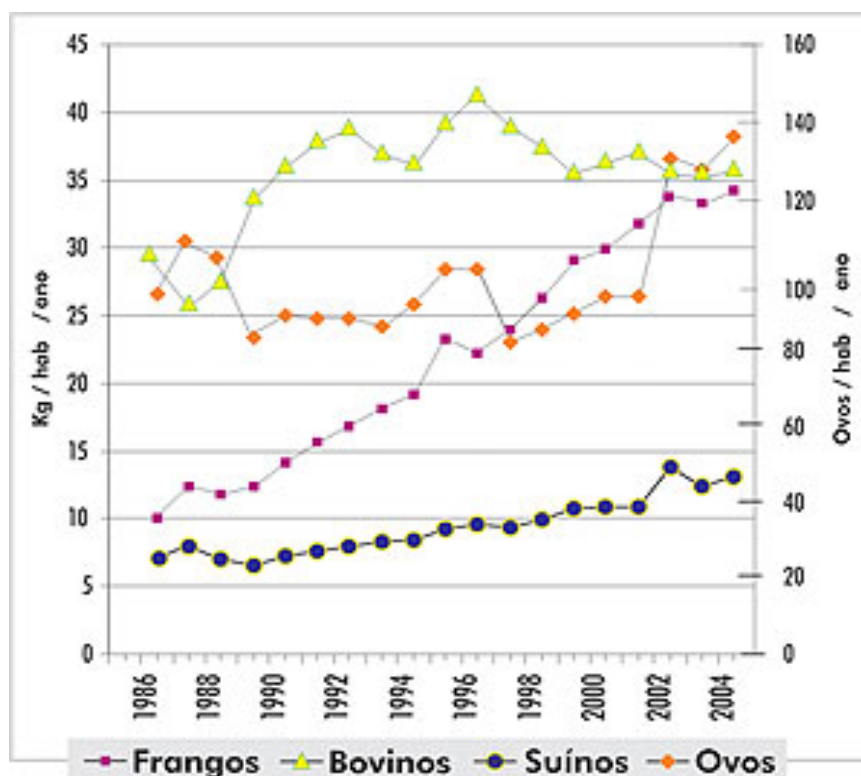


Figura 16: Evolução do consumo de carne no Brasil (de 1986 a 2004)

Fonte: UBA/ABIPECS/ABEF/CNPC (2005)

A partir do consumo de carne estimado e dos valores de consumo de grãos informados pela CONAB, pode-se estabelecer a Tabela de produção *versus* demanda interna das principais produções agropecuárias do Brasil (Tabela 11 a seguir), permitindo assim avaliar o nível de autonomia do país.

Tabela 11: Produção *versus* demanda interna para as principais produções agropecuárias no Brasil

	<b>Produção em milhões de ton.</b>	<b>Demanda (consumo)</b>
<b>Total grãos (principais produções) - valores de 2005*</b>	<b>120,5</b>	<b>99,0</b>
Soja (grãos)	58,0	31,5
Milho	41,4	40,0
Arroz	11,6	13,0
Trigo	4,7	10,6
Algodão	1,5	0,9
Feijão	3,3	3,0
<b>Total carne - valores de 2003</b>	<b>18</b>	<b>14,1</b>
bovina	7,5	6,0
suína	2,7	2,2
avícola	7,8	6,0

Fonte: Elaboração própria, a partir de CONAB (2006), UBA/ABIPECS/ABEF/CNPC (2005)

Segundo os dados apresentados previamente, poderia se concluir que o Brasil tem uma matriz agrícola aparentemente autosuficiente. Isso está confirmado pela balança comercial que, conforme a Secretaria do Comércio Exterior (Secex), aponta para o agronegócio um superávit de 25 bilhões de dólares em 2003, e 34 em 2004, e uma participação das exportações de produtos agrícolas de 41% das exportações totais do país.

Nesse cenário, o comércio mundial de carnes em 2010 será de 21 milhões de toneladas, limitado a 7% do consumo, sendo mais da metade para países em desenvolvimento. A tendência de crescimento do comércio internacional de carnes se reduzirá significativamente até 2010, de 7,3% ao ano nos anos 90 para 2,7% ao ano. Esse aumento na década passada se deve em grande parte à Rússia e à China, onde os condicionantes para essa demanda não devem se repetir.

#### 4.1.4 Estrutura fundiária

A estrutura agrária ainda é extremamente concentrada: dos 4,6 milhões de agricultores do país, cerca de 4,1 milhões **são agricultores familiares**, representando **90% dos agricultores brasileiros**, com pouca terra e acessos limitados a créditos, conhecimentos e tecnologias. Os outros 500 mil agricultores são os que têm mais terra, maior acesso à tecnologia e produzem mais. Essa desigualdade histórica explica porque os avanços tecnológicos, em sua maioria, ainda são realidades distantes da maioria dos produtores rurais (DI GULIO, 2003).

Hoje, existem cinco milhões de estabelecimentos agropecuários em todo o Brasil, que somam 46,7 milhões de ha, o que significa uma área média de 9,3 ha. Apenas 10% das propriedades ultrapassam a área de 100 ha, mas possuem 80% da superfície cultivada. Na Figura 17 a seguir observa-se essa concentração.

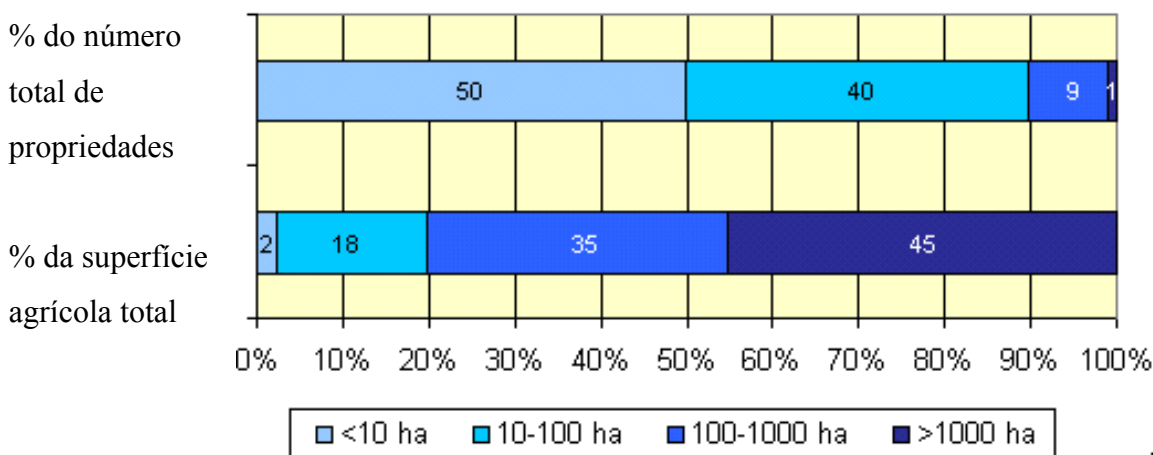


Figura 17: Repartição das propriedades agrícolas no Brasil em função do tamanho (1996)

Fonte: IBGE (1996)

#### 4.1.5 População ativa agrícola

Em 2000, o Brasil contava com a décima quarta população ativa agrícola do mundo, com 13,2 milhões. Isto, apesar desta população ter diminuído 24,4% nos 20 últimos anos. Por outro lado, a população ativa rural de alguns países baixou mais de 50%. Pode-se destacar, por exemplo, países europeus como a Alemanha (menos 61%), a França (menos 54%), a Itália (menos 52%) e a Espanha (menos 48%) (COLLICARD, 2004). Dos “países de economia emergente”<sup>40</sup>, o Brasil registrou a quarta maior

<sup>40</sup> Tipologia adotada pela revista l'Expansion (l'Expansion n°690, Outubro 2004). Nesta análise da FAO, são considerados como países de economia emergente os seguintes países: Coreia do Sul, Hungria,

diminuição na população agrícola ativa, sendo que a Argentina e o México registraram um aumento desta população (com respectivamente mais 5,8% e 7%). Em 1997, 24% da população ativa brasileira era agrícola.

## **4.2 Sustentabilidade agrícola**

### **4.2.1 Aspectos ambientais e sociais da (in)sustentabilidade agrícola**

As diferentes práticas agropecuárias (mecanização, uso intensivo de agrotóxicos, confinamento animal, irrigação excessiva) podem ter impactos ambientais importantes e até irreversíveis. Este item propõe apresentar alguns dados referentes a esses impactos: não pretende ser exaustivo, mas tentará listar, a grosso modo, as principais causas e os efeitos colaterais da agricultura brasileira. Para fazer isso, a “agricultura brasileira” será considerada como um sistema fechado do qual se tenta analisar os insumos e os produtos.

#### Os insumos agrícolas

a) energia: considerando os dados encontrados, a agricultura consumia 7,5 milhões de tep<sup>41</sup> em 1999, o que representava 5% do consumo energético total (contra 42% para o setor industrial, 32% para o transporte e 13% para o setor residencial, conforme EARTHTRENDS, 2003). Parece não ser um consumo elevado, mas se for considerada a média mundial, cujo consumo médio por país é de 2,5%, o consumo do setor agrícola brasileiro representa o dobro desta média. Além disso, se for contabilizado o consumo do agronegócio no seu conjunto, incluindo o processamento e o transporte de alimentos, esse valor seria muito mais representativo.

O setor agropecuário é responsável por 16% da demanda nacional de derivados de petróleo, ou seja, cerca de 6,3 milhões de metros cúbicos (sendo a demanda total estimada em 39,2 milhões de metros cúbicos em 2002).

b) água: segundo a FAO, o Brasil usa 63% dos seus recursos em irrigação, 18% para o consumo humano, 14% para uso animal e 5% para uso industrial. A área irrigada corresponde a 18% da área cultivada, e contribui com 42% da produção total (CHRISTOFIDIS, 2002, *apud* COELHO et al., 2005).

c) fertilizantes químicos: (N, P, K) os dados levantados pela FAO (EARTHTRENDS, 2003), relatando a evolução do consumo de fertilizante no Brasil,

---

Tchecoslováquia, URSS, Brasil, Polônia, África do Sul, Colômbia, Argentina, México, Venezuela, Tailândia, Chile, China, Índia, Turquia e Indonésia.

<sup>41</sup> Tep: tonelada equivalente de petróleo

mostram que aumentou exponencialmente nos últimos quarenta anos, e mais recentemente, dobrou entre 1990 e 1998, passando de 60 kg/ha plantada a quase 120kg/ha, e tendo atingido 138 kg de nutrientes/ha em 2002 (ANDA, FIBGE, 2003 *apud* SCHEID LOPES et al., 2003). Voltou a diminuir no ano 2005, quando, após dois anos (2003 e 2004) – com um consumo acima de 22 milhões de toneladas, as previsões para o final de 2005 eram que o consumo de adubos situar-se-ia em torno de 19,0 milhões de toneladas, volume alcançado em 2002. No Brasil, as vendas de fertilizantes aos consumidores finais, de janeiro a outubro do ano 2005, totalizaram 16,1 milhões de toneladas, ficando 15,4% abaixo do volume transacionado em igual período do ano 2004. O volume maior de vendas ocorre para os estados produtores de culturas de exportação (café, citrus e cana-de-açúcar) (CONAB, 2006).

Existem fervorosos defensores do uso de fertilizantes químicos, representados por associação de indústrias do ramo, que publicam alguns textos antiéticos nos quais reconhecem que: “*Existem riscos ambientais, mas eles são secundários em relação aos benefícios*” (SCHEID LOPES et al., 2003). Entrar nessa polêmica não é o foco deste estudo, mas é sempre interessante identificar os *lobbies* e seus argumentos.

d) agrotóxicos: o Brasil ocupa o quarto lugar no consumo de defensivos agrícolas no mundo. O consumo atual já ultrapassou a marca das 260 mil toneladas, com gastos estimados em R\$ 5,75 bilhões por ano. Embora esses indicadores representem a evolução da agricultura brasileira, eles geram grande preocupação, pelo uso irracional e não orientado de defensivos agrícolas, que trazem riscos à saúde humana e ao meio ambiente (EMBRAPA, 2002).

e) máquinas agrícolas: No período de janeiro a outubro de 2005, o total de máquinas agrícolas importadas e nacionais vendidas no mercado interno atingiu 20.508 unidades, contra 33.722, em idêntico período do ano de 2004 – um decréscimo significativo de 39,2%. (CONAB, 2006). Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotivos (ANFAVEA), foram produzidas no Brasil em torno de 53.000 máquinas agrícolas<sup>42</sup> em 2005, das quais 23000 foram destinadas ao mercado interno e 30.000 às exportações. Esses números estão em baixa em comparação com anos anteriores (respectivamente 61.000 e 69.000 máquinas produzidas em 2003 e 2004) (CONAB, 2006). A tendência dos últimos 15 anos é nitidamente de queda na produção e venda de máquinas agrícolas.

---

<sup>42</sup> Este levantamento inclui tratores de rodas e de esteiras, colheitadeiras, cultivadores motorizados e retroescavadeiras (CONAB, 2006).

f) mão-de-obra: a população ativa agrícola representava 24% da população ativa brasileira em 1997; essa proporção tende a diminuir. A mão-de-obra feminina representa 30% dos trabalhadores rurais (contra 40% em áreas urbanas) e, em média, elas recebem uma formação melhor que os homens (ver apêndice C). Quanto à intensidade do trabalho, os trabalhadores rurais trabalham em média 40 horas semanais, embora a média urbana é de 41,5 h semanais (IBGE, 2000).

### Os produtos agrícolas

Além da produção agrícola, a atividade agrícola gera alguns subprodutos indesejáveis. Tentou-se listar a maioria deles a seguir:

a) os dejetos animais e seu destino: como o apontaram os pesquisadores S. Guivant e C. Miranda (1999), um dos mais graves problemas ambientais ocasionados pela agricultura moderna origina-se na dificuldade de manejo dos dejetos produzidos pela concentração da produção animal e a sua intensificação por sistemas de confinamento, junto à difusão de fertilizantes sintéticos e a separação das produções animal e vegetal. “*Os dejetos animais são utilizados cada vez menos como fertilizantes nas lavouras, no que era um ciclo fechado típico nas unidades produtivas familiares em pequena escala.*” São armazenados em esterqueiras e lagoas de tratamento, e produzem metano, amônia e outros gases que comprometem a qualidade do ar, trazendo riscos à saúde. Aliás, os vazamentos são comuns nesses depósitos, o que pode provocar a contaminação de cursos de água superficiais e profundos, assim como dos solos<sup>43</sup>. Para as condições brasileiras, não se tem quantificado o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos (GUIVANT e MIRANDA, 1999).

No contexto internacional, a poluição de origem animal só recentemente passou a ser considerada como um grave problema com soluções difíceis de serem implementadas. No início dos anos 90, a questão foi considerada como relevante no Brasil e foi constituído um Programa de Expansão da Suinocultura e Tratamento de seus Dejetos, com recursos do BNDES.

O problema de poluição causada pela suinocultura está principalmente concentrado nos estados do sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), já que nesses estados concentram-se quase 70% do rebanho suíno do Brasil. O material

---

<sup>43</sup> Estima-se que uma vaca de leite produz tanto dejetos quanto 16 seres humanos e dois porcos o equivalente a cinco seres humanos. Desta maneira, uma propriedade com 50 vacas e 50 porcos pode apresentar os mesmos problemas de disposição de dejetos que um agregado de 1000 seres humanos (BARROW, 1995, *apud* GUIVANT e MIRANDA, 1999).



produzido por sistemas de criação de suínos é rico em nitrogênio, fósforo e potássio, e seu material orgânico apresenta uma alta demanda bioquímica por oxigênio (DBO). São o fósforo e a alta DBO que causam grandes impactos ao ecossistema aquático de superfície; já o nitrogênio oferece mais risco de contaminação da água subterrânea quando lixiviado. A utilização de dejetos de suínos como fertilizantes orgânicos também pode contribuir para a contaminação dos recursos hídricos se as quantidades aplicadas forem superiores à capacidade do solo e das plantas em absorver os nutrientes presentes nesses resíduos (EMBRAPA, 1998).

Pode ser avaliada, grosso modo, a sobrecarga no nível nacional desses dejetos animais: somente para a suinocultura, em 2004, o plantel brasileiro era de 34 milhões de cabeças, contribuindo com 280 mil m<sup>3</sup>/dia de dejetos.

b) águas poluídas: é uma consequência do item anterior. Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais.

Para as condições brasileiras, não se tem quantificado o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos<sup>44</sup>. Os nitratos na água são cancerígenos<sup>45</sup> como também a origem da mortandade de peixes e de proliferação de insetos. Nos Estados Unidos, admite-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são provenientes da agricultura (GBUREK e SHARPLEY, 1997, *apud* MERTEN, G. e MINELLA, 2002).

A política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução número 20 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos. Os corpos de água foram classificados em nove categorias, sendo cinco classes de água doce (salinidade < 0,5%), duas classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%).

c) efeitos na saúde: a segurança alimentar está enfraquecida pela aparição de doenças animais, transmissíveis ao homem, que são dificilmente controláveis e cujos casos se multiplicam a alta velocidade, como o problema da doença da Vaca Louca (ou BSE), cujos primeiros casos foram detectados em 1986, e a febre aftosa aviária que está entrando na União Européia e na África. As causas dessas doenças podem ser mal

---

<sup>44</sup>Somente conseguiu-se a informação que 85% das fontes de água utilizadas no meio rural da região oeste estão contaminadas por coliformes fecais (dados Epagri).

<sup>45</sup> Ver sobre o assunto o artigo de Afonso Capelas Júnior (2001).

conhecidas, mas é certo que a criação por confinamento favorece sua propagação. Outro exemplo é o caso dos Organismos Geneticamente modificados ou Transgênicos, ainda que se afirme que não representam riscos para a saúde e o meio ambiente, poderiam conter alguns gens “não-desejáveis” (GOMES e BORBA, 2000).

Pode também ser apontado como outro efeito colateral da agricultura moderna a absorção indireta de agrotóxicos e outros aditivos “não-naturais” (hormônios dos frangos, por exemplo), cujas conseqüências são menos imediatas, mas podem ser igualmente prejudiciais.

d) desemprego e êxodo rural até as metrópoles: apesar de não dispor de dados sobre o assunto, será feita uma consideração qualitativa. A concentração da terra entre as mãos dos grandes proprietários (45% da superfície cultivada pertence a 1 % dos proprietários agrícolas) induz à diminuição da população ativa agrícola (queda superior a 24% nas duas últimas décadas), e são os trabalhadores assalariados e os pequenos produtores, geralmente familiares, as primeiras vítimas. São forçados a abandonar seu emprego e sua terra, e a migrar para os centros urbanos onde esperam encontrar uma fonte de renda.

#### **4.2.2 A agricultura como fonte de energias renováveis**

##### Produção de biogás

O biogás é um combustível gasoso com conteúdo energético elevado e semelhante ao gás natural, composto principalmente por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear. Pode ser utilizado para geração de energia elétrica, térmica ou mecânica em uma propriedade rural, contribuindo para a redução dos custos de produção. No Brasil, os biodigestores rurais vêm sendo utilizados para saneamento rural, tendo como subprodutos o biogás e o biofertilizante.

A introdução de biodigestores na agricultura foi incentivada pelo governo nas décadas de 70 e 80, como mostram os sistemas de produção integrada descritos na tese do Tolmasquim (1984). Era uma época em que se procurava remediar a crise energética e a possível falta de energia fóssil pela produção de energia alternativa. Programas oficiais estimularam a implantação de muitos biodigestores, focados principalmente na geração de energia e na produção de biofertilizante e diminuição do impacto ambiental. Naquela época, uma série de fatores foram responsáveis pelo insucesso dos biodigestores, entre os quais: a falta de conhecimento tecnológico sobre a construção e

operação dos biodigestores; os custos de implantação e manutenção elevados; disponibilidade e baixo custo da energia elétrica e do gás liquefeito de petróleo (GLP).

O desenvolvimento dessa tecnologia foi retomado com incentivos federais, como por exemplo o Plano Nacional de Agroenergia lançado em outubro de 2005, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Piracicaba, SP), pelo ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Contabilizada como ação ambiental, redutiva de emissões de efluentes e de gases, essa tecnologia se torna viável e atraente para empresas renomadas: essas estão construindo biodigestores para o suinocultor em troca de créditos de carbono. Estima-se que mais de 70 biodigestores foram construídos recentemente nessas condições e mais 320 estão sendo implantados nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Goiás. O Plano também prevê ações para aproveitamento de dejetos da avicultura e a produção de gás pela biodigestão da vinhaça (subproduto do álcool).

#### Produção de álcool

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Em média, nas cinco safras de 1999/2000 até 2003/2004, 52% dessa produção destinou-se às fábricas de etanol (anidro e hidratado) e 48% às de açúcar. A cultura espalha-se pelo Centro-Sul e pelo Norte-Nordeste do país, em dois períodos de safra, ocupando 2,4% da área agricultável do solo brasileiro, perto de 5,5 milhões de hectares (UNICA, 2004, *apud* PALETTA, 2005). O processo de produção de energia elétrica nas usinas (co-geração) consiste na queima do bagaço de cana.

Trinta anos depois do início do Proálcool<sup>46</sup>, o Brasil vive agora uma nova expansão dos canaviais: o plantio avança além das áreas tradicionais, do interior paulista e do Nordeste, e espalha-se pelos cerrados. Para atender a uma demanda adicional de 10 bilhões de litros de álcool em 2010, conforme as previsões da Única, seria preciso levar mais 180 milhões de toneladas de cana para a moagem, com uma expansão dos canaviais estimada em 2,5 milhões de hectares, e construir 40 novas

---

<sup>46</sup> A produção de álcool a partir da cana-de-açúcar já conheceu sua glória: o Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Lançado em 1975, com o objetivo de reduzir as importações de petróleo, e no final dos anos 80, a quase totalidade dos carros novos vendidos no país era de veículos movidos a álcool. Mas logo depois, a dificuldade do governo de manter os subsídios ao combustível alternativo, junto à crise de abastecimento e à diminuição do preço do petróleo, contribuíram para afetar o sucesso do plano inicial, que retomou proporções bem inferiores. No final do século XX, a produção de veículos a álcool situava-se em torno de somente 1%. Hoje, com a chegada no mercado automobilístico dos motores Flex-fuel e o risco de alta do preço de petróleo, o programa parece estar sendo revigorado.

usinas, cuja maioria se concentraria no oeste do Estado de São Paulo, ocupando espaço aberto pelo deslocamento da pecuária.

O estudo do Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO), com base na produção de 267 milhões de toneladas de cana, estimou o potencial energético do setor sucroalcooleiro no país em 3.852 MW (ÚNICA, 2004; CENBIO, 2001).

#### Produção de biodiesel

O biodiesel é obtido a partir de óleos vegetais, principalmente da soja, girassol e caroço de algodão. Esforços estão sendo feitos para promover a produção a partir da mamona: de fato, é muito mais barata que a soja, com uma produtividade média de 0,470 toneladas de óleo/ha/ano, contra 0,210 ton óleo/ha/ano para a soja (SOUZA, 2005). Estudos realizados em Minas Gerais confirmaram o interesse pela mamona e apresentaram outra alternativa, igualmente viável: o pinhão manso (Governo de MG, 2005).

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) estima que a atual produção brasileira de biodiesel seja da ordem de 176 milhões de litros anuais. O atual nível de produção constitui um grande desafio para o cumprimento das metas estabelecidas no âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, que necessitará de, aproximadamente, 750 milhões de litros em sua fase inicial. Ou seja, a capacidade produtiva atual supre somente 17% da demanda, considerando a mistura B2<sup>47</sup>. Porém, com a aprovação das usinas cuja solicitação tramita na ANP, a capacidade de produção coincidirá com a demanda prevista para 2006.

#### **4.2.3 Aspectos técnico-econômicos**

*"O atual sucesso do agronegócio se deve a sistemáticos investimentos em pesquisa e tecnologia na agropecuária. Houve aumento expressivo na produtividade e diminuição de custos de produção"*, afirma a pesquisadora Nilda Tereza Cardoso de Mello, do Instituto de Economia Agrícola (IEA) (DI GULIO, 2003).

Mas os avanços tecnológicos beneficiam principalmente os grandes produtores, ou seja, 500 mil dos 4,6 milhões de agricultores brasileiros. Os tratores mais eficientes, por exemplo, são grandes, ideais para cultivos em áreas extensas. *"Segundo um estudo que fizemos, 70% da força dos agricultores do Norte e Nordeste do país ainda é*

---

<sup>47</sup>Mistura de biodiesel na proporção de até 2% ao diesel de petróleo.

*manual*", compara Frederic Bazin, pesquisador do Instituto de Economia da Unicamp (DI GULIO, 2003).

Sem assistência técnica ou acesso ao crédito, ela se torna inviável para o pequeno produtor. Na opinião do pesquisador Frederic Bazin, para reverter essa realidade existem duas soluções possíveis: a geração de tecnologia para agricultores com menos condições; ou transformar a estrutura do agricultor marginalizado, oferecendo acesso à terra, crédito e assistência técnica para que ele pudesse adotar também a tecnologia mais comum ao agricultor maior. "*Acho que o principal obstáculo dos pequenos agricultores não é a falta de tecnologias aplicadas, mas a precariedade dessas condições*", completa Buianain, pesquisador da Unicamp, especialista em economia agrícola (DI GULIO, 2003).

Às vezes parece que os especialistas apontam a tecnologia moderna como uma necessidade óbvia e intrínseca da agricultura, sem avaliar nem discutir sua relevância em termos de sustentabilidade. Neste mesmo artigo, a pesquisadora Nilda Mello sublinha que "a incorporação de tecnologia na atividade agropecuária traz resultados não só no aumento físico de produção, via ganhos de produtividade, mas também em alterações no custo do produto", e insiste também na importância de incorporar tecnologia moderna, como maior dosagem de adubos e calcários, agrotóxicos, sementes melhoradas, tratores e equipamentos adequados. Mas ela destaca também que o custo pode proporcionalmente se elevar mais, devido à pequena escala (pouca terra para o plantio), e inviabilizar a aquisição dessa tecnologia. Ela admite que a modernização do campo é oriunda de pacotes tecnológicos importados, que tornam os produtores dependentes de importação de adubos e de agrotóxicos, que consomem divisas e encarecem os custos.

Por outro lado, a tecnologia pode ser desenvolvida com a finalidade de melhorar a qualidade de vida, saúde e bem-estar no trabalho do campo (como, por exemplo, o desenvolvimento e a implantação dos biodigestores).

Na agricultura orgânica, o que se procura é diminuir a dependência do produtor a insumos externos. As tecnologias visam a aproveitar melhor os recursos naturais existentes e disponíveis, e é o que tentam alcançar os pesquisadores da equipe de agricultura orgânica da Embrapa Agrobiologia. As tecnologias utilizadas nos sistemas orgânicos de produção são, em geral, de uso intensivo de trabalho, o que provoca um aumento do custo de produção referente à maior demanda de mão-de-obra. Este aumento será mais importante para agricultores não-familiares, na medida em que

determina um aumento no desembolso financeiro, fato que não necessariamente ocorre junto a agricultores familiares, principalmente os de menor padrão tecnológico na agricultura convencional. Mas esse aumento somente vai prejudicar a rentabilidade durante a fase de conversão do sistema convencional para o sistema orgânico de produção, já que depois será compensado o aumento do custo com mão-de-obra pela redução nos gastos com insumos industriais.

Como exemplo, em 2003 foram economizados cerca de US\$ 2,5 bilhões na última safra de soja de 2002, com uma técnica conhecida como fixação biológica de nitrogênio (FBN). O pesquisador Peixoto esclarece:

Não é preciso usar adubo mineral, como uréia, para adubar a soja. Outras culturas também têm potencial de serem autosuficientes com a FBN, como a cana-de-açúcar, o arroz e o feijão. Algumas plantas leguminosas, como o feijão de porco e o guandu, também ajudam a controlar nematóides no solo, chegando a 100% de controle (DI GIULIO, 2003).

O **controle biológico de pragas e doenças** em diversas culturas é outro exemplo de tecnologia de baixo custo. É baseado em uma idéia simples: controlar uma praga (doença, inseto ou planta daninha) usando seus próprios inimigos naturais. Assim, implantou-se o controle biológico da lagarta-da-soja, através de *Baculovirus anticarsia*, um método totalmente natural, em que não há utilização de inseticidas químicos. Conseguiu-se deixar de aplicar anualmente cerca de 1,4 milhão de litros de inseticidas químicos nos cerca de 1,4 milhão de hectares de soja tratados com o produto biológico desde o começo do programa da Embrapa, em 1982. Isso representa uma economia anual de aproximadamente R\$ 16 milhões, considerando o custo total (insumo, combustível, maquinário, mão-de-obra – preços de junho/2001). Da mesma maneira, a praga dos gafanhotos, que prejudicava lavouras e pastagens em Mato Grosso (mais de dois milhões de hectares) conseguiu ser controlada. O controle biológico elaborado pela Embrapa, via o fungo chamado *Metarhizium flavoviride* chega hoje a 95% de eficiência (contra 10% em 1994) e evita a larga aplicação de agrotóxicos nas lavouras (EMBRAPA, 2002).

Outra forma barata de proteger os agrossistemas é por meio do desenvolvimento de cultivos adaptados às regiões produtoras: o **melhoramento genético** permitiu desenvolver variedades que, além de produtivas, possuem resistência

às principais pragas que ocorrem na agricultura, reduzindo o uso de defensivos agrícolas e permitindo obter benefícios econômicos<sup>48</sup> (EMBRAPA, 2002).

Em termos de criação animal também houve avanços. A título de exemplo, o tempo de engorda dos frangos de corte e a ração administrada, diminuíram sensivelmente e permitiram melhorar os resultados econômicos: de 2,15 kg de ração necessária para produzir um quilo de carne de frango, em 1970, passou-se a 1,8 kg em 2004, segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Pintos de Corte; e o tempo de engorda passou de 56 para 42 dias, com o peso médio da ave aumentando mais de 30%. Mas isso não pode ser considerado realmente como uma melhoria, já que se traduz pelo confinamento animal.

#### **4.2.4 Aspectos legais**

Tanto para o mercado nacional quanto internacional, as leis estão mudando e ficando cada vez mais drásticas, sobretudo a causa dos riscos sanitários atuais (febre aftosa, Doença da Vaca Louca (BSE), gripe aviária etc.) e também por razões protecionistas dos países importadores – que tentam frear a entrada de produtos agrícolas (negociações em curso na OMC).

Em nível nacional, já existe um leque de normas, decretos e leis, estaduais e federais, para regular os impactos, tentando impor restrições ambientais. Referentes às águas, podem ser citadas, por exemplo, a lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos; a resolução n°20 do CONAMA sobre a classificação das águas que podem ou não receber efluentes; ou ainda o decreto estadual de Santa Catarina de 1981, instaurando uma distância mínima aos corpos de água de 200m e padrões de lançamento de efluentes líquidos segundo a capacidade de autodepuração de água visando a reduzir a DBO em 80%. Na verdade, no Brasil, o problema não parece a falta desse tipo de legislação, mas sim sua aplicação efetiva.

#### **4.2.5 Exemplos de ações para aumentar a sustentabilidade na agricultura**

##### Qualidade e Rastreabilidade

Para atender a legislação internacional que está se tornando mais severa, vários programas relativos à segurança alimentar e à rastreabilidade dos alimentos estão sendo

---

<sup>48</sup> Pode ser destacado, como exemplo, o estudo feito pelo International Policy Food Research Institute/ Universidade da Califórnia, Davis, EUA, sobre o *Valor Econômico do Melhoramento Varietal na Embrapa: o caso Soja, Arroz de Sequeiro e Feijão*. Os resultados desse estudo mostraram que os benefícios econômicos acumulados no período de 1976/1998, com as novas variedades, foram de R\$ 28,3 bilhões.

desenvolvidos, como, por exemplo, em nível internacional, a implementação do International Food Standard (IFS).

O Brasil está desenvolvendo programas para garantir a rastreabilidade de seus alimentos. Funcionam por setores, para integrar as especificidades de cada tipo de produção (por exemplo, o programa Produção Integrada de Frutas (PIF) relativo à rastreabilidade das frutas brasileiras). Fachinello (2001) definiu a Produção Integrada como um sistema de alta qualidade, baseado num conjunto de normas oriundas das chamadas Good Agricultural Practices (GAP) (CIRAD, 2003).

No setor da carne bovina, o Sistema Agropecuário de Produção Integrada de Carne Bovina (SapiBov), coordenado pela Embrapa Gado de Corte (Campo Grande) e implantado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) está em fase de avaliação. Propõe produzir carne bovina de alta qualidade, reduzir os impactos ambientais e avaliar a qualidade do produto e da produção animal, desde o processamento até a comercialização – incluindo processos de rastreabilidade. Serão geradas normas técnicas que deverão prever, além das boas práticas e do controle de riscos, o manejo de resíduos, a preservação do meio ambiente, a segurança da produção e o cumprimento da função social da atividade econômica (RODRIGUES PEREIRA, 2005). O Sistema de Informação para Produção Integrada de Carne Bovina (e-Sapi Bov), que informatizará o SapiBov, será desenvolvido pela Embrapa Informática Agropecuária (Campinas – SP).

São organizadas regularmente rodadas internacionais como o Agrosoft, reunindo empresas e instituições de *software* e serviços de informática, com interesse em promover parcerias comerciais ou estratégicas no agronegócio. Por exemplo, durante o Agrosoft 2005 em São Paulo foi propiciada informação sobre o SapiBov.

#### Fomento público e apoio à agricultura familiar

A título de ilustração, podem ser citados três exemplos de esforços governamentais para promover avanços agropecuários e apoiar os pequenos produtores familiares.

Segundo os dados oficiais, o Governo Federal atual lançou o programa de modernização da frota agrícola (Moderfrota): financiou 97,8 mil tratores e 26,2 mil colheitadeiras e, para o ano-safra 2004/2005, foram destinados até R\$ 5,5 bilhões para o Moderfrota. (GOVERNO FEDERAL, 2005).



Outro indício de fomento e apoio à agricultura familiar é que, atualmente, os governos federal e estaduais estão dando plena força à produção de biodiesel (ver item 2.1.1.2). O Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, introduzindo o combustível na matriz energética brasileira (por meio da lei federal 11.097, de 13/1/2005) e estabelecendo a obrigatoriedade de 2% do biocombustível misturado ao diesel comum a partir de janeiro de 2008. Há previsão de que as metas previstas serão superadas, projetando a produção de mais de um bilhão de litros de biodiesel até o final de 2007. O Governo Federal se comprometeu a adquirir parte da produção de agricultores familiares, a fim de promover a criação de empregos<sup>49</sup> (deverá beneficiar 60 mil famílias a partir de 2006) (Rede Baiana de Biocombustíveis, 2005). Em nível estadual, um projeto de lei que cria a política estadual de incentivo à cadeia produtiva de biodiesel foi apresentado em Mato Grosso, enquanto a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais trabalha para produzir o biodiesel mais barato do país.

Enfim, uma das ações em destaque do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) é a promoção de sistemas de produção agroecológica. No fim de 2004, técnicos do Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá estavam atuando na capacitação de famílias de agricultores em 19 municípios nas regiões da Mata Atlântica, agreste e sertão de Pernambuco. Os principais temas tratados por essa organização técnico-ecológica são a implantação dos sistemas agroflorestais e a conversão para o cultivo de lavouras sem o uso de insumos químicos. Desde a sua criação em 1993, já passaram pelos cursos da entidade mais de seis mil famílias de agricultores familiares. A meta é capacitar 1,2 mil famílias e foram repassados R\$ 130 mil por meio da Secretaria de Agricultura Familiar (SAF). As atividades também envolvem cursos na área do cooperativismo, comercialização e de beneficiamento da produção.

Outro projeto em andamento é o de conversão para a agroecologia com acompanhamento de assistência técnica. O contrato já foi assinado e o MDA vai repassar, durante três anos, um total de R\$ 1,1 milhão para o Centro Sabiá. São quatro linhas de formação em que o projeto deve atuar: agricultura familiar agroflorestal, acesso aos recursos hídricos e genéticos, organização e mobilização das famílias produtoras e criação de pequenos animais. A ação prevê o atendimento de 1,3 mil

---

<sup>49</sup> As empresas instaladas no Nordeste ou em outras áreas do semi-árido terão que comprar pelo menos metade da matéria-prima de produtores familiares. Nas regiões Sudeste e Sul, esse percentual cairá para 30%, e será reduzido para 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste.

famílias capacitadas em agroecologia, das quais 850 serão assessoradas na transição para esse modelo agrícola. Mais nove organizações sociais devem trabalhar em projetos semelhantes em Pernambuco (MDA, 2004).

#### **4.2.6 A agricultura orgânica e familiar**

##### *A importância da agricultura orgânica*

Segundo Willer e Yussefi (2004), mais de 24 milhões de hectares são manejados organicamente no mundo, somando-se os 10,7 milhões de hectares de “plantas nativas colhidas” certificadas, sendo que, atualmente, a maior parte desta área está na Austrália (10 milhões ha) e Argentina (3 milhões ha), onde predominam terras de pastagens extensivas, seguidos pela Itália (mais de 1,2 milhões ha) e Estados Unidos (950 mil ha). O Brasil ocupa a quinta posição com 842 mil ha (dos quais 170 mil ha de área cultivada e 672 mil ha de pastagens certificadas), somando-se a área orgânica totalmente convertida mais as áreas em conversão, o que representa 0,24% da área total cultivada no Brasil e envolve 19 mil propriedades orgânicas certificadas com tamanho médio de 44,3 ha (IICA, 2004).

O mercado mundial consumidor de produtos orgânicos cresceu de US\$ 10 bilhões em 1997 para US\$ 17 bilhões em 2000, assumindo uma taxa de crescimento global anual de 20%, de acordo com informações do International Trade Center (ITC – UNCTAD/WTO). Esse crescimento expressivo da agricultura orgânica no mercado interno e externo e a dependência de sua certificação às normas padronizadas têm pressionado os produtores na busca de tecnologias para o manejo agropecuário orgânico. Não há estatísticas oficiais, sendo que as informações existentes são fornecidas pelas certificadoras e, portanto, só as áreas certificadas são contadas, bem como as culturas de maior interesse econômico. Mas foi estimado o movimento das chamadas feiras de produtos orgânicos, existentes em São Paulo, Curitiba, Porto Alegre, e Brasília, em US\$ 340,00 mil por ano (os dados atuais podem ser pelo menos 15 vezes maiores), isto excluindo o segmento dos supermercados e exportação direta. Segundo Neves e Ormond na Conferência Biofach, Rio 2003 (IICA, 2004), o mercado brasileiro aumentou de US\$ 120 milhões em 1998 para cerca de US\$ 1 bilhão em 2003, dos quais cerca de 15% no mercado interno e 85% em exportações.

No Brasil, a produção orgânica é regida pela lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. A legislação aprovada abre a possibilidade de um selo orgânico nacional, tal como existe na França e, mais recentemente, nos Estados Unidos, que possa facilitar o

reconhecimento dos produtos orgânicos pelos consumidores brasileiros, hoje prejudicados pela profusão de selos das mais de 20 certificadoras em funcionamento no país.

As principais culturas orgânicas são: soja (33.480 ha e 1.677 produtores), frutas (30.560 ha e 2.018 produtores), cana-de-açúcar (23.7663 ha e 333 produtores), café (21.661 ha e 1.305 produtores), legumes e verduras (26.657 ha e 10.792 produtores) e outros mais pastagens (705.879 ha e 2.875 produtores) (IICA, 2004).

### *A importância da agricultura familiar*

A participação das cadeias produtivas da agricultura familiar no PIB foi de 10,1% em 2003. O crescimento em 2003 foi de 9,4% em relação a 2002, atingindo R\$ 156,6 bilhões, bem superior aos demais segmentos (GOVERNO FEDERAL, 2005).

Longe do agronegócio patronal que faz as manchetes dos jornais, a agricultura familiar congrega 4,1 milhões de pequenas propriedades, com mais de 14 milhões de trabalhadores ocupados e concentrados principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A agricultura familiar foi responsável, em 2003, por 38% da produção agropecuária do país, ou 10% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo estudo da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe). Traduzindo-se em números absolutos, representa uma participação de R\$ 156 bilhões.

A produção agrícola familiar brasileira é responsável por 84% da produção da farinha de mandioca, 97% do fumo, 67% do feijão, 58% da carne, 52% do leite, 49% do milho, 40% das aves e ovos, 32% da soja e 31% do arroz, entre outros itens. No Brasil, de um total de 1,8 milhão de produtores de leite, 82% são estabelecimentos familiares. É uma atividade tão importante para o país que os recursos financiados pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) saltaram dos R\$ 2,3 bilhões no ano safra 2002-2003 para R\$ 6,1 bilhões em 2004-2005 (GOVERNO FEDERAL, 2005).

Oficialmente, pelo decreto 5.453, publicado no mês de junho de 2005 pelo Governo Federal, o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) passa a participar da Câmara de Comércio Exterior (Camex) e entra assim no ambiente de debates que demarca as linhas da política de comércio internacional do Brasil, reafirmando a opção do governo Lula de apoio e estímulo à agricultura familiar e aos assentamentos da reforma agrária. Como disse o ministro do Desenvolvimento Agrário Miguel Rossetto:

A agricultura familiar, depois de décadas de indiferença, é sujeito e objeto de discussões na Camex, no Mercosul e na OMC. Mas não se trata apenas de uma prerrogativa que se exerce e se esgota dentro de uma esfera da produção nacional. A voz dos pequenos produtores nos foros que podem decidir seu destino, além de direito do setor, é uma necessidade do Brasil.[...] Como se sabe, a agricultura familiar funciona como elemento estruturante do tecido social e econômico de boa parte do Brasil interiorano. Sua ausência pode devastar a cultura, fragmentar a família, condenar comunidades à extinção e aguçar o êxodo rural (ROSSETTO, 2005).

O apoio do governo atual parece se concretizar pelo apoio financeiro concedido via o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf): no ano 2004, a agricultura familiar recebeu 60% dos créditos para investimento (R\$ 1,7 bilhão) (dado de julho de 2005).

Além do fomento do governo, os agricultores familiares aliam-se com os industriais: foram assinados contratos com empresas produtoras de biodiesel para estruturar a cadeia produtiva do combustível. Segundo a empresa Brasil Ecodiesel, ela já está associada a aproximadamente 20 mil agricultores de todo o Nordeste. O contrato com a empresa inclui um compromisso de fornecimento de mamona pelo preço mínimo estabelecido pelo governo federal com a contrapartida do apoio técnico e fornecimento de sementes e ferramentas. Já que o pequeno agricultor nunca teria o capital para ele mesmo fazer uma usina, esse tipo de programa permite que ele participe da cadeia produtiva, conforme justificado por Arnaldo de Campos, do Ministério de Desenvolvimento Agrário.

A agricultura familiar é, em geral, relacionada com práticas de menores impactos ambientais, principalmente pelo fato dos agricultores não terem poder aquisitivo suficiente para investir em tecnologias pesadas ou em fertilizantes e agrotóxicos importados, e também porque, normalmente, a produção deles é diversificada, para suprir às necessidades da família. Verifica-se que a agricultura familiar, de pequena escala e diversificada, oferece um espaço possível e propício para desenvolver práticas ambientalmente equilibradas, assim como este desenvolvimento pode favorecer tal tipo de unidade produtiva, altamente ameaçada pelo processo de concentração e intensificação. Geralmente, esses são o alvo de programas de desenvolvimento regional sustentável, que operam para realizar a transição da agricultura convencional para a agricultura sustentável. Neste sentido, o caso

apresentado e estudado mais à frente é um exemplo representativo do diferencial positivo que lhe conferiu as práticas orgânicas.

Os autores S. Guivant e C. Miranda sublinham que nem toda forma de agricultura familiar diversificada está em sintonia com práticas de menor impacto ambiental. Há unidades produtivas familiares que adotaram práticas não ambientalmente-amigáveis, tais como o uso intensivo de insumos químicos e a prática de queimadas. Não há uma “vocação intrínseca”, “natural” ou “necessária” de parte de cada um dos termos em relação ao outro (GUIVANT, 1997 *apud* GUIVANT e MIRANDA, 1999). Aliás, torna-se ainda mais difícil o controle ambiental com medidas de fiscalização estrita para tal tipo de unidades, já que multiplica as unidades a serem controladas e inviabiliza os investimentos pesados por parte dos próprios agricultores (em equipamentos de tratamentos de dejetos, por exemplo).

## **5 Estudo de caso**

### **5.1 Descrição do caso**

#### **5.1.1 Dados gerais da área**

O sítio escolhido para realizar o estudo situa-se na região serrana do Rio de Janeiro, no município de Petrópolis, no distrito de Posse (a cerca de 10 quilômetros ao Sudoeste de Areal). O município, segundo a Emater-Rio, possui 698 produtores rurais. Uma das principais atividades é a oleicultura e, dentro deste ramo, o município possui 53 produtores orgânicos (44 certificados e nove em processo de transição ou certificação), com área média explorada de 1,3 hectares.

A paisagem é tipicamente de escarpas de planalto, com predominância de declives íngremes, com afloramentos de paredes rochosos gnáissicos. Apresenta altitudes que variam de 100 a 1919 m. A vegetação apresenta heterogeneidade em espécies: nas encostas íngremes, as árvores são de copas grandes e menor altura; nas altitudes elevadas, o porte das árvores das plantas diminui, assim como o número de espécies. A rede hidrográfica pertence à bacia do rio Paraíba do Sul, ligando principalmente ao Rio Piabanha. O clima é do tipo Cwb<sup>50</sup>, correspondente ao tropical de altitude com verões frescos e chuvas típicas. A temperatura média anual varia, segundo a região, de 13°C a 23°C (a média anual na cidade de Petrópolis é de 17,9°C). A pluviosidade média anual varia de 1500 mm a 2600 mm, com regime de distribuição periódica. Quanto aos solos, predominam os solos profundos e muito profundos, com seqüência de horizontes A, B e C, bem drenados, de textura argilosa ou média, ácidos (pH entre 4,0 e 5,0) e de baixa fertilidade natural e alta saturação de alumínio.

Em termos de legislação ambiental, a APA-Petrópolis foi criada em 1982 e abrange parte dos municípios de Petrópolis, Magé, Duque de Caxias e Guapimirim, num total de 59.049 hectares. Tem como objetivo garantir a preservação de um dos principais remanescentes da Mata Atlântica, que é patrimônio nacional – artigo 225, parágrafo 4, da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) – e da humanidade, o uso sustentável dos recursos naturais, a conservação do conjunto paisagístico-cultural e promover a melhoria da qualidade de vida humana da região (art. 1º do decreto 527/92). Na prática, funciona como um tampão que impede a degradação dos recursos naturais, uma vez que 50% de sua área está coberta por Mata Atlântica.

---

<sup>50</sup> Segundo a classificação de Koppen, corresponde a um clima do grupo B (temperado marítimo), mesotérmico com verões brandos e suaves, e estiagem de inverno.

Seu Conselho Gestor, criado em 1997, é hoje formado por 78 entidades civis, cuja missão é de executar todas as ações prioritárias previstas no Plano de Gestão (ações de educação e de recuperação ambiental, desenvolvimento sustentável e preservação do patrimônio). Recebe auxílio tecnológico do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Essa tecnologia permitiu a conclusão, ano passado, do Zoneamento Ambiental da APA-Petrópolis – feito em parceria com o Instituto Ecotema – trabalho que identificou e cartografou os atributos ambientais, as características sócio-econômicas e a vulnerabilidade natural da região. O Zoneamento indica para onde a cidade deve crescer e o que precisa ser recuperado. Além disso, serve de instrumento para o poder público e a sociedade civil planejarem o desenvolvimento sustentável. Dois exemplos se destacam: será criado este ano um selo de procedência dos produtos e serviços da APA-Petrópolis, nos moldes do que existe na região de Provence (França). Com a certificação, produtores rurais, donos de pousadas e restaurantes, comerciantes e empresários confirmarão que seus produtos e serviços seguem normas de proteção ambiental, assim como ocorre na França. A certificação também promoverá o envolvimento dos agentes na definição dos rumos da APA-Petrópolis (PREFEITURA DE PETRÓPOLIS, 2005).

### **5.1.2 Caso estudado**

O caso escolhido é o “Sítio Feliz”, um pequeno sítio familiar de 2500 m<sup>2</sup>, com 2000 m<sup>2</sup> de área plantada, no distrito de Posse, na comunidade do Brejal, em Petrópolis, Estado do Rio de Janeiro. A produção é totalmente orgânica e diversificada, composta principalmente de hortaliças (verduras como alfaces, agrião, rúcula, e legumes como cenouras, betarrabas, berinjelas, brócolis etc.) e de frangos e ovos de galinhas poedeiras. Os donos, Carlos Pereira Campos e sua esposa Cláudia trabalham e vivem lá há sete anos, agora com seus dois filhos. São antigos trabalhadores assalariados da região, que ganhavam em torno de R\$ 700 mensais (dois salários mínimos), e, hoje em dia, a unidade produtiva consegue lhes dar uma renda líquida em torno de R\$ 1500 mensais.

Beneficiaram-se do apoio da Embrapa, que propiciou conselhos técnicos em termos de práticas orgânicas (rotação de culturas, aplicação de composto, culturas em consórcio: não são aplicados agrotóxicos nem fertilizantes químicos) e fornecimento de sementes de leguminosas (feijão guandu e ervilhaca) necessárias à adubação verde. Nota-se que, de parte da ABIO, certificadora de produtos orgânicos, eles não recebem nenhum apoio: pagam uma taxa mensal de R\$ 15 (para receber o selo orgânico) mas

devem “pedir” para que a instituição apareça no local para auditá-los, o que não é feito sistematicamente nem anualmente.

Quanto às condições climáticas, são considerados os valores seguintes:

- precipitações: 1.167mm de precipitações anuais, que é o valor médio para Pedro do Rio, o distrito mais perto do qual se obteve o dado. As precipitações são mais importantes de dezembro a fevereiro;
- vento: na região predominam os ventos de Nordeste com velocidade de 2 a 4m/segundo, nosso cálculo integrará a aproximação de 3m/s;
- radiação solar: da ordem de 0,38 cal/cm<sup>2</sup>/min (ondas curtas) e 0,3 cal/cm<sup>2</sup>/min (ondas longas) (Dados Emater-Rio<sup>51</sup>, 2005).

Nos itens a seguir serão apresentados os procedimentos seguidos e os resultados obtidos para cada um dos dois métodos aplicados. Os dados foram levantados durante as três visitas ao sítio (três meio-dias), via entrevistas, sem um questionário rígido pré-estabelecido, mas sim com perguntas semi-abertas referentes aos diferentes dados a serem levantados para cada metodologia. O objetivo da primeira visita foi o de conhecer o sítio e entender a repartição das culturas e do espaço (ver Figura 18), a história de vida do agricultor e realizar o levantamento dos primeiros dados. As duas visitas seguintes serviram para detalhar os dados e quantificá-los, com a presença constante do produtor ou de sua esposa. Na verdade, os dados necessários às duas metodologias foram levantados simultaneamente, já que várias informações se aplicam a ambas metodologias. Mas procurou-se primeiro obter as informações necessárias ao método IDEA, e depois tentou-se obter os dados faltantes à análise emergética.

A renda da família vem da venda dos produtos orgânicos para lojas especializadas (em torno de 50% das vendas), na feira especializada semanal de Petrópolis (organizada pela associação de produtores orgânicos da região, em torno de 25% das vendas), e pela venda direta a particulares (os outros 25%), aos quais entregam cestas de produtos diversificados. Os produtos mais rentáveis são as verduras (agrião, alfaces, rúcula, espinafre, coentro, cebolinha), que representam 80% das vendas, ou seja, em torno de R\$ 3000 por mês. Outros R\$ 500 podem ser atribuídos à venda dos legumes, e uns R\$ 350 à venda dos ovos (em torno de 60 dúzias mensais) e dos frangos (uns 20 kg por mês em média).

---

<sup>51</sup> Dados do Emater-Rio, obtidos graças a Leonardo Faver.



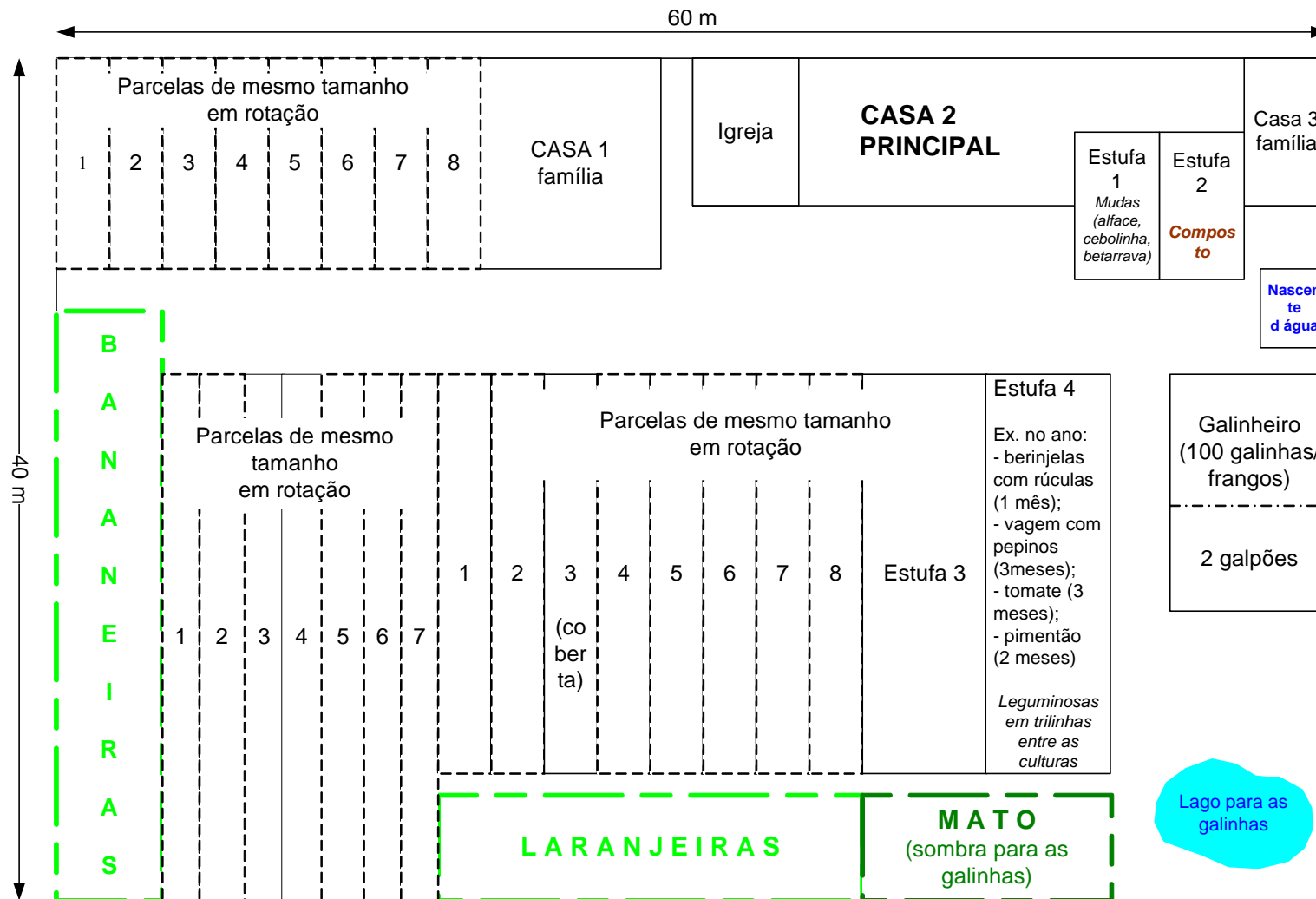


Figura 18: Layout do Sítio Feliz

Fonte: Elaboração própria

## 5.2 Aplicação da primeira metodologia: método IDEA

Foram utilizados os critérios do método IDEA, conforme apresentados no apêndice A, com algumas modificações necessárias às condições do Estado do Rio de Janeiro, já que alguns dos indicadores originais estão ligados ao sistema agrícola francês.

### 5.2.1 Modificações e cálculos para a aplicação do Método IDEA no Estado do Rio de Janeiro

Seis dos 41 indicadores dos quais consta o método IDEA merecem um tratamento particular, ou por serem um pouco complicados de ser calculados, ou por necessitarem uma adaptação ao caso brasileiro. São apresentados detalhadamente nos itens a seguir. O cálculo dos outros 35 indicadores que podiam ser obtidos diretamente é apresentado na tabela sintética que apresenta os resultados da aplicação desta primeira metodologia (tabela 12).

#### Indicador A13 (Fertilização)

O balanço de nitrogênio corresponde à diferença entre as importações de nitrogênio no sistema (compra de fertilizantes, de alimentos para os animais etc.) e as exportações de nitrogênio (venda de animais e seus subprodutos, venda de legumes). Já que o “método do balanço aparente”<sup>52</sup> é um método muito complexo de contabilidade das entradas-saídas dos minerais Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), costuma-se usar uma versão simplificada, tal como proposto por Lionel Vilain (VILAIN, 2003).

#### Entradas de N

a) Via fertilizante: toda a fertilização das culturas é orgânica: é feita com um composto caseiro, produzido *in situ* a partir de esterco das galinhas, capim e através de processo de vermicompostagem.

Já que a base do fertilizante orgânico é o esterco de galinhas, inteiramente produzido e usado na propriedade, não entra no balanço.

b) Via alimentos para as galinhas: necessita-se em torno de 100 kg de ração para galinhas e frangos, constando de 50 kg de milho e 50 kg de farelos (soja, trigo e milho) em média por mês.

---

<sup>52</sup> O método original muito completo foi estabelecido pelo Institut de l'Élevage (Institut de l'Élevage. *Le bilan des minéraux. Comptabilité des minéraux azote, phosphore et potassium*, 1999, apud VILAIN, 2003)

- do milho: 13 kg N/ton<sup>53</sup>. Com uma compra em torno de 50 kg de milho por mês, dá uns  $13 \cdot 0,05 \cdot 12 = 7,8$  kg N/ano
  - da ração para as galinhas poedeiras: 26,4 kg/ton<sup>8</sup>. Ou seja: com uma compra de 50 kg de ração por mês, dá  $26,4 \cdot 0,05 \cdot 12 = 15,84$  kg N/ano.
- c) Via leguminosas: as leguminosas, fixadoras de N, são o feijão guandu (2 kg anuais) e a ervilhaca (1 kg), semeados numa superfície aproximada de 10% da área total (independentemente do período do ano). Para simplificações de cálculo, e já que essas quantidades são muito pequenas, a ervilhaca será agregada ao feijão guandu, o qual tem um teor de N de 3,6%.

Não são aplicados outros fertilizantes naturais em cobertura.

### Saídas de N

São consideradas as principais produções vendidas, vegetais (as verduras, representando 80% das vendas, e os legumes, correspondendo a 20% da produção vegetal) e animais (carne de frangos e ovos).

Tabela 12: Balanço de Nitrogênio do Sítio Feliz

<b>Entradas de N</b>	<b>Qtd de N/ton</b>	<b>Comprados/recebidos anualmente</b>	<b>Total N anual</b>
<i>Alimento para frangos e galinhas</i>			
milho	13 kgN/ton (1)	600kg	7,9 kg N
ração	26,4 kg/ton(1)	600kg	15.84 kg N
<i>Leguminosas</i>			
Feijão guandu	3,6 kgN/ton de MS (2)	3kg	0,01kg N
<b>TOTAL saídas</b>			<b>23,6 kg N</b>
<b>Saídas de N</b>	<b>Qtd de N/ton</b>	<b>Producao/Venda anual</b>	<b>Total N anual</b>
<i>Produções vegetais</i>			
Alfices e outras verduras	2,51 kg/ton (3)	10,8 ton	27,1 kg N
Cenouras e outros legumes	1,5 kg/ton (4)	3 ton	4,5 kg N
<i>Produções animais</i>			
Frangos	32 kg N/ton (1)	200 kg	6,4 kg N
Ovos de galinha	19,2 kg N/ton (1)	650 kg	12,5 kg N
<b>TOTAL saídas</b>			<b>50,5 kg N</b>
1: VILAIN, 2003    2: KIEHL, 1985    3: FURLANI et al. 1978    4: CTIFL, 1999			

Fonte: Elaboração própria

<sup>53</sup> A fonte destes valores vem das estimativas propostas por Lionel Vilain (VILAIN, 2003).

### Balanço de N

Balanço de N = Entradas de N – Saídas de N =>(-26,9) kg de N, um valor negativo e leva a um valor do indicador máximo: **A13 = 10**.

### Balanço de P e K (avaliação num período de no mínimo 2 anos)

O fósforo e o potássio são elementos minerais indispensáveis à agricultura. Mas aplicados em excesso podem ser nocivos: o fósforo é um potente poluente que conduz à eutrofização das águas de superfície. Neste caso não há aplicação de P e K.

### Indicador A19 (Dependência Energética)

Nota-se que este indicador, por simplicidade, não integra a energia indireta como a energia importada no sistema sob a forma de alimentos para os animais, dos materiais de embalagens etc. Só estão contabilizados os principais postos de consumo energético direto:

- Consumo de GNV e gasolina para o carro: em torno de 220 litros/mês (correspondente a R\$ 300/mês), ou seja, um consumo anual de  $220 \cdot 12 \cdot 34$  MJ/litro de gasolina = 89.760 MJ.
  - Consumo de eletricidade: é só doméstico e a luz para os galpões, não usam bomba para a irrigação. Consumo médio de 83 kWh por mês, ou seja, resultando num consumo anual de:  $83 \cdot 12 \cdot 9,5$  MJ/kW<sup>54</sup> = 9462 MJ
- Resulta em um consumo anual de 99 222 MJ, numa superfície de 2000 m<sup>2</sup>.

### Indicador B8 (Contribuição à Geração de Empregos)

Conforme proposto por Eli Lino de Jesus (2003), pode ser desenvolvida uma fórmula para simular a contribuição à geração de emprego que privilegie os empregos fixos e se adapte ao Estado do Rio de Janeiro. É a seguinte, que será usada para este caso:

$CGE = (NEF) 2 + (NET) 1/10$ , onde NEF é o número de empregados fixos e NET o número de empregados temporários.

---

<sup>54</sup> 1 kWh = 9,5 MJ; 1 kg de fioul/gasolina = 47MJ. e EFH = équivalent fioul/ha =  $\Sigma(\text{fioul} + \text{azote} + \text{kWh}) / (47 \cdot \text{SAU})$ . Fonte: VILAIN, 2003.

Tabela 13: Valores do indicador de contribuição à geração de emprego (CGE) para os pequenos sistemas familiares do Brasil.

0,1 de CGE,	Valor do Indicador = -2
0,2 de CGE,	Valor do Indicador = 0
CGE de 0,2 a 1,0	Valor do Indicador = 1
CGE de 1,0 a 2,0	Valor do indicador = 2
CGE de 2,0 a 3,0	Valor do Indicador = 3
CGE de 3,0 a 4,0	Valor do indicador = 4
CGE de 4,0 a 5,0	Valor do indicador = 5
CGE de 5,0 a 6,0	Valor do Indicador = 6
CGE > 6,0	Valor do Indicador = 7

Fonte: JESUS, 2003

No Sítio Feliz, há 1,5 empregos fixos (Carlos e sua esposa Cláudia a meio tempo) e um empregado temporário, que trabalha em torno de nove meses ao ano. Assim, o indicador terá o valor de:

$$CGE = (1,5) 2 + 0,1 = 3,1 \Rightarrow \text{Indicador B8} = 4.$$

#### Indicador C1 (Cálculo da Viabilidade Econômica)

Este índice pode ser comparado com a renda líquida mensal do agricultor.

$VE = RB - COT$  onde: VE = Viabilidade Econômica; RB = Renda Bruta; COT = Custo Operacional Total. Sendo que o COT é assim calculado:  $COT = COE + D$  (Custo Operacional Efetivo + Depreciação)

A VE é calculada para um mês de atividade ( $VE_m$ ), sendo apresentados na Tabela 14 os valores com as modificações feitas.

Tabela 14: Valores do indicador de viabilidade econômica

Viabilidade Econômica mensal (R\$)	Valor do Indicador
$VE_m < 100$	0
$VE_m$ de 100 a 200	1
$VE_m$ de 201 a 500	2
$VE_m$ de 501 a 750	3
$VE_m$ de 751 a 1.000	6
$VE_m$ de 1.001 a 2.000	8
$VE_m$ de 2.001 a 3.000	10
$VE_m$ de 3.001 a 6.000	12
$VE_m$ de 6.001 a 9.000	14
$VE_m$ de 9.001 a 12.000	16
$VE_m$ de 12.001 a 15.000	18
$VE_m > 15.001$	20

Fonte: JESUS, 2003

No Sítio Feliz,  $VE = R\$ 1500 / \text{mês} \Rightarrow \text{indicador C1} = 8.$

### Indicador C3 (Autonomia Financeira)

A Autonomia Financeira é calculada através da Dependência Financeira, dada pela fórmula:

$DF = FB / RB$ , onde FB é o Financiamento Bancário e RB a Renda Bruta

Os valores aplicados são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 15: Valores para o indicador de autonomia financeira

<b>Limite</b>	<b>Valor do Indicador</b>
Inferior a 20%	15
Entre 20 e 25%	12
Entre 25 e 30%	9
Entre 30 e 35%	6
Entre 35 e 40%	3
Superior a 40%	0

Fonte: JESUS, 2003

Detectou-se um empréstimo com o Pronaf de R\$ 1500 (anuais), feito em agosto 2005 (serão considerados como R\$ 150 mensais). Sendo a renda bruta mensal deles em torno de R\$3800, caracterizando uma dependência financeira muito baixa de:

$$DF = 150/3800 = 4\% \Rightarrow \text{indicador C3} = 15.$$

### Indicador C4 (Sensibilidade às Ajudas e às Quotas)

Não é aplicável ao Brasil, já que não há subsídios. Observa-se que os empréstimos concebidos pelo Pronaf, por exemplo, ou ainda as deduções constando nas faturas de eletricidade (tarifa social: neste caso, beneficiam de uma redução de R\$ 17 mensais em média) poderiam ser considerados como ajuda, mas não o serão por não serem significativos o suficiente.

### Indicador C5 (Transmissibilidade Econômica)

Não é aplicável ao Brasil. O cálculo está ligado à unidade de trabalho humano e ao salário na França, por isso não foi feita a equivalência no Brasil. Esse indicador está relacionado à capacidade de poupar, o que dificilmente será aplicável para pequenos produtores brasileiros, e ainda menos neste caso, onde os donos reinvestem tudo o que ganham para aumentar e diversificar a produção. Além disso, a noção de transmissibilidade já aparece no eixo sócio-territorial, com o indicador B10 (perenidade provável).

Indicador C6 (Eficiência do Processo Produtivo)

$$EF = (\text{Produto} - \text{Custos}) / \text{Produto}$$

Tabela 16: Valores do indicador de eficiência do processo produtivo

<b>Limite</b>	<b>Valor do Indicador</b>
Inferior a 10%	0
Entre 11 e 20%	3
Entre 21 e 30%	6
Entre 31 e 40%	9
Entre 41 e 50%	12
Entre 51 e 60%	15
Entre 61 e 70%	18
Entre 71 e 80%	21
Entre 81 e 90%	24
Entre 91 e 100%	25

Fonte: JESUS, 2003

Para o Sítio Feliz, corresponde a:

$$EF = 1500/3800 = 39,8\% \Rightarrow \text{Indicador C6} = 9.$$

**5.2.1.1 Resultados da aplicação do Método IDEA ao Sítio Feliz**

Nas páginas a seguir são apresentados os valores de todos os indicadores do método IDEA aplicados ao Sítio Feliz (Tabela 17).

Tabela 17: Resultados da aplicação do método IDEA ao Sítio Feliz

<b>Indicadores</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Valor Max.</b>	<b>Observações</b>
<b>A. Sustentabilidade Agroecológica</b>			
A1 Diversidade dos cultivos anuais ou temporários	13	13	Alfices (4 variedades), cenouras, berinjelas, pepinos, brócolis, cebolinha, ervilha, feijão guandu, batata inglesa
A2 Diversidade dos cultivos perenes	7	13	Bananeiras, laranjeiras, mato para fornecer sombra para as galinhas, não tem pastagem
A3 Diversidade vegetal associada	0	5	Somente 2 espécies de árvores linhosas
A4 Diversidade animal	11	13	Galinhas (poedeiras e frangos de corte) para consumo e venda, e patos para consumo próprio
A5 Valoração e conservação (patrimônio)	6	6	2 variedades da região (couve-flor e batata inglesa) e patos (raça ameaçada)
<b>Eixo diversidade</b>	<b>(37) 33</b>	<b>(50) 33</b>	<b>valor max</b>
A6 Repartição dos cultivos	7	10	A alfice ocupa em torno de 30% da superfície desenvolvida*, e presença de alho poró para intercalar
A7 Dimensão das parcelas	6	6	Resultado discutível já que o sistema é “muito pequeno” para esse indicador
A8 Gestão das matérias orgânicas	6	6	Aplicação de composto (à base do excremento das galinhas) em toda a SAU, 2 vezes por ano
A9 Zonas de regulamentação ecológica	3	12	1 poço artesiano (7m de profundidade)
A10 Ações em favor do patrimônio natural	4	4	Respeitam requisitos do IBAMA (preservação dos pássaros), e controles da ABIL (em teoria) pelo qual são certificados
A11 Capacidade de carga animal	0	5	Ausência de gado (só galinhas)
A12 Gestão das superfícies forrageiras	0	3	Não há pasto
<b>Eixo Organização do espaço</b>	<b>26</b>	<b>(46)33</b>	
A13 Fertilização	10	10	Ver cálculos apresentados previamente
A14 Tratamento de efluentes	7	10	O esterco de galinhas é oxigenado e compostado (+2); não há produção de efluentes líquidos (5); aplicação de soluções nutritivas na estufa??? Reciclagem dessas (+6)?? Ou aplicação em outras culturas (+4)??
A15 Pesticidas e produtos veterinários	10	10	Não se aplica nenhum pesticida nas culturas; galinhas só tomam antibiótico caseiro (chá de ervas antibióticas)
A16 Bem-estar animal	3	3	Sombra e ponto d'água para as galinhas; ar livre
A17 Proteção dos solos	5	5	Cultivo mínimo na superfície toda; não há solos artificiais ou nus
A18 Gestão da água	4	4	Irrigação localizada em 50% das superfícies irrigadas.
A19 Dependência energética	8	8	Baixa dependência energética: consumo de gás e gasolina para o carro, eletricidade (consumo doméstico)
<b>Eixo Práticas agrícolas</b>	<b>(50) 34</b>	<b>(50) 34</b>	<b>valor max</b>
<b>TOTAL AGROECOLÓGICO</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>93%</b>



<b>Indicadores</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Valor Max.</b>	<b>Observações</b>
<b>B) Sustentabilidade Sócio territorial</b>			
B1 Qualidade dos Alimentos	8	12	Certificado ABIO; agricultura biológica
B2 Valorização do Patrimônio (construções) e da paisagem	4	7	Auto-estimação: não tinha construção antiga; melhorias são previstas para a casa
B3 Tratamento dos resíduos não-orgânicos	4	6	Sacos plásticos reutilizados; triagem
B4 Acessibilidade ao Espaço	2	4	Acesso facilitado por pequenos caminhos de barro; propriedade aberta
B5 Implicações Sociais	7	9	Venda direta; feira orgânica semanal de Petrópolis organizada pela associação de produtores orgânicos
<b>Eixo Qualidade dos produtos</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	
B6 Valorização em fileiras curtas	5	5	Toda a produção é vendida diretamente
B7 Serviços e Pluriatividade	4	5	Fazenda pedagógica e aberta ao agroturismo
B8 Contribuição à geração de empregos	4	7	Um empregado temporário e os donos como trabalhadores fixos (esposa a meio-tempo)
B9 Trabalho Coletivo	5	9	Mutirão comum na região, muito usado na abertura e drenagem, além das estradas. Trabalho em rede, as cestas são constituídas a partir das produções de vários sítios
B10 Perenidade Prevista	3	3	O proprietário é jovem (35 anos) e tem filho, que poderá trabalhar junto. Há perspectiva de pelo menos 10 anos de perenidade
<b>Eixo Emprego e Serviço</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	
B11 Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial	-	-	Não Aplicável ao Brasil, especialmente ao RJ
B12 Formação	2	7	Acolhem grupos de estudantes ou visitantes
B13 Intensidade do Trabalho	0	7	O Carlos trabalha muito durante o verão, avaliando a 4 meses o período que está sobrecarregado
B14 Qualidade de Vida	4	6	Auto-avaliação do agricultor e de sua esposa
B15 Isolamento	0	3	Auto-avaliação (isolamento geográfico)
B16 Acolhida, higiene e segurança	6	6	Qualidade da acolhida da mão de obra, dos visitantes
<b>Eixo Ética e Desenvolvimento humano</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	
<b>TOTAL SÓCIOTERRITORIAL</b>	<b>58</b>	<b>95</b>	<b>61,05%</b>
<b>C) Sustentabilidade Econômica</b>			
C1 Viabilidade Econômica	8	20	Neste caso corresponde à renda líquida já que pouca depreciação, já embutida nos dados comunicados
C2 Taxa de Especialização Econômica	6	10	A principal produção (verduras) gera 80% da renda; o principal cliente (uma loja especializada) compra 20%.
C3 Autonomia Financeira	15	15	Financiamento bancário muito reduzido, pelo Pronaf
C4 Sensibilidade às ajudas e cotas	-	-	Não aplicável ao Brasil
C5 Transmissibilidade Econômica	-	-	Não aplicável ao Brasil
C6 Eficiência do Processo Produtivo	9	25	Ver cálculo apresentado previamente
<b>TOTAL ECONÔMICO</b>	<b>38</b>	<b>70</b>	<b>54,29%</b>

Fonte: Elaboração própria

Apesar de não representar um grande interesse, já que não existem dados relativos a outros sítios ou fazendas da região com os quais os resultados deste caso poderiam ser comparados, o gráfico da Figura 19 pode ser apresentado. Permite visualizar o desempenho relativo aos valores máximos de sustentabilidade para cada um dos nove eixos relativos à sustentabilidade, tais como propostos na metodologia (não são dez como no método original francês por razão das adaptações realizadas para aplicar no Brasil).

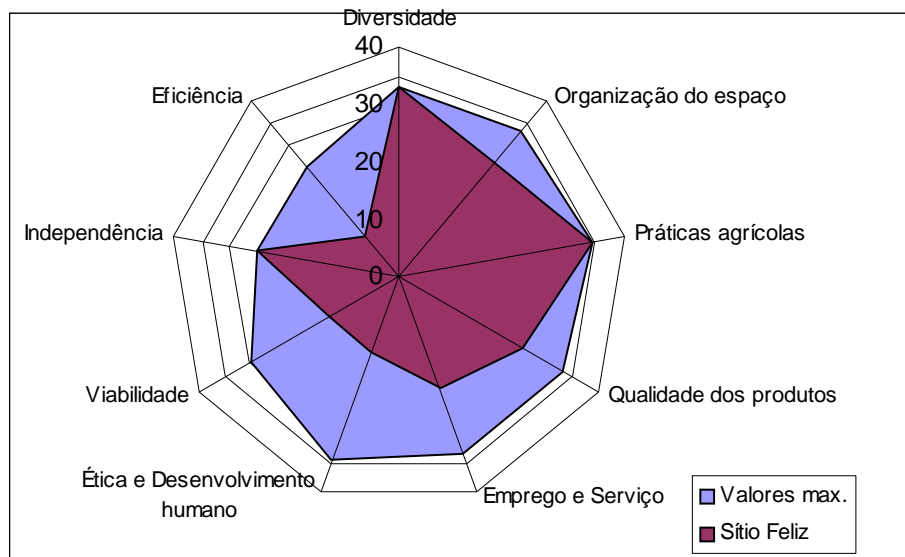


Figura 19: Gráfico relativo aos resultados do Sítio Feliz

Fonte: Elaboração própria

Não há um limite fixo para a sustentabilidade. O método IDEA não realiza a média sobre as três dimensões da sustentabilidade, mas considera o eixo que apresenta o menor valor, como o mais importante – por ser o fator limitante da sustentabilidade – e sobre o mesmo devem ser direcionadas as principais medidas corretivas. Neste caso, pode ser observado que os eixos relativos à sustentabilidade são os que prejudicam o desempenho calculado por esse método (“somente” 54% contra 61% e 93% para as dimensões sócio-cultural e agroecológica, respectivamente), com o valor mínimo obtido para a eficiência econômica. Os agricultores deveriam, então, prioritariamente, orientar seus esforços na busca de um melhor resultado econômico.

### 5.3 Aplicação da segunda metodologia: o método emergético

Deve-se lembrar que a aplicação da análise emergética consiste nas seguintes etapas:

1. descrição do sistema de produção agrícola sob a forma de um diagrama de sistemas de energias detalhado (esboço para o Sítio Feliz: Figura 20);
2. construção do diagrama agregado por grupos de componentes (R= Recursos Naturais Renováveis, N= Recursos Naturais Não-renováveis, M= Materiais e Combustíveis, S= Trabalho e outros Serviços, Y= Produção);
3. elaboração da tabela de avaliação dos fluxos de energia;
4. cálculo dos índices de energia (são cinco) para prever tendências e sugerir alternativas, sabendo que o índice mais importante é a razão de renovabilidade, ou seja,  $\%R = R/Y$ .

O primeiro passo para conhecer e representar sistemicamente o sistema de produção agrícola é identificar seus componentes principais, suas entradas e suas saídas. Isso foi possível graças ao levantamento de campo e ao trabalho realizado em comum com o produtor Carlos. Usando os símbolos básicos tais como propostos por H.T. Odum e descritos na primeira parte deste documento, elaborou-se a Figura 24 – que mostra o diagrama dos fluxos emergéticos para este sistema de produção de hortaliças e de frangos, onde são identificadas as principais entradas e saídas do sistema e as suas principais interações.

É preciso esclarecer que o diagrama sistêmico registra apenas os fatores mais importantes presentes no sistema observado, que são passíveis de quantificação dentro de uma avaliação emergética.

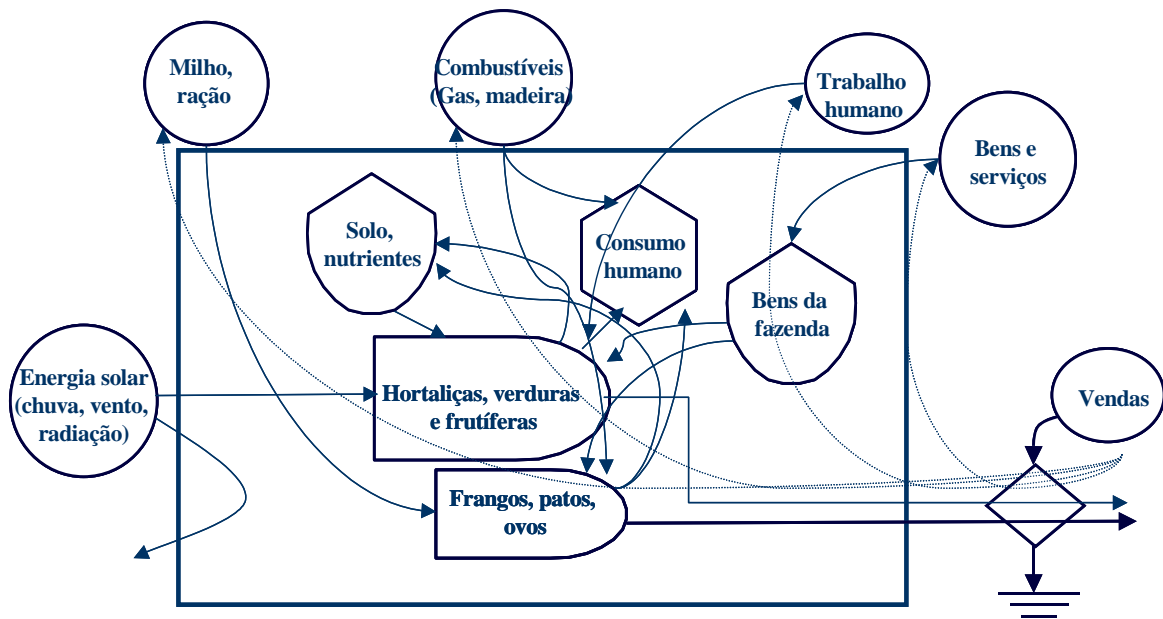


Figura 20: Diagrama de fluxos de energia do Sítio Feliz

Fonte: Elaboração própria

Há formação de estoques (símbolo de tanque arredondado) de bens da fazenda adquiridos do exterior, e de dejetos de frangos que são reaproveitados como adubo orgânico para as culturas do sistema. Pela venda da carne de frango, de pato e dos ovos, e pela venda das cestas de hortaliças, tem-se a entrada de dinheiro no sistema, que serve para pagar os recursos comprados da economia (muito poucos) e satisfazer as necessidades da família. Este diagrama consta de poucos componentes e é muito simples pelo próprio sistema de produção ser muito simples.

Na Tabela 18, a contribuição mais importante é a mão-de-obra, que representa 93% do total dos recursos. A segunda contribuição vem do milho e da ração dada às galinhas e aos frangos, que corresponde a 2,5% da energia que entra no sistema. A produção total do Sítio corresponde a uma biomassa de 11.900 kg por ano (mais de 10.000 kg de verduras), equivalente a  $8,81 \cdot 10^{10} \text{ J/ano}$ . É preciso destacar que os dados não foram medidos, mas sim comunicados pelo agricultor. A contribuição tão alta do fator mão-de-obra poderia ser posta em dúvida, mas deve ser sublinhado também que o trabalho é integralmente braçal (nesta superfície tão reduzida não se usa nenhuma máquina agrícola).

Tabela 18: Avaliação emergética da produção do Sítio Feliz

Nota Item	Fração renovável	Unid	Contribuição Unid./ano (a)	Transformidade sej/unid	Fluxo de energia renovável	Fluxo de energia não renovável	Fluxo de energia total	%
<b>RECURSOS NATURAIS (I)</b>								
<b>RENOVÁVEIS (R)</b>								
1 Sol	1	J	1,20E+16	1,00E+00	1,20E+16	0	1,20E+16	2,2
2 Vento	1	J	2,46E+08	2,45E+03	6,03E+11	0	6,03E+11	0,0
3 Chuva	1	J	1,17E+10	4,70E+04	5,50E+14	0	5,50E+14	0,1
4 Água de poço	1	J	9,00E+08	1,76E+05	1,58E+14	0	1,58E+14	0,0
<b>NÃO-RENOVÁVEIS (N)</b>								
5 Solo usado (b)	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>RECURSOS DA ECONOMIA (F)</b>								
<b>MATERIAIS (M)</b>								
6 Milho e ração	0,5	Kg	1200	2,08E+12	1,25E+15	1,25E+15	2,50E+15	0,5
7 Combustível	0,05	J	1,26E+11	1,10E+05	6,93E+14	1,32E+16	1,39E+16	2,5
8 Eletricidade	0,05	J	3,60E+09	3,40E+05	6,12E+13	1,16E+15	1,22E+15	0,2
9 Depreciação instalações	0,05	US\$	3,72E+02	3,70E+12	6,89E+13	1,31E+15	1,38E+15	0,2
10 Depreciação equipamentos	0,05	US\$	1,08E+03	3,70E+12	1,99E+14	3,79E+15	3,98E+15	0,7
11 Impostos (c)	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>SERVIÇOS (S)</b>								
12 Mão-de-obra simples	0,5	J	4,71E+10	1,10E+07	2,59E+17	2,59E+17	5,18E+17	93,6
<b>PRODUÇÃO (Y)</b>								
13 Frango		J	8,93E+08				5,54E+17	
13 Ovo		J	7,48E+10				5,54E+17	
13 Hortaliças		J	1,24E+10				5,54E+17	
<b>BALANÇO ECONÔMICO</b>								
Total dos custos		US\$	1,10E+04					
Total das vendas		US\$	1,82E+04					
Rentabilidade econômica			0,65					

(a) Para a avaliação foi considerada o sítio todo (2000m<sup>2</sup>), os cálculos não foram feitos sobre uma unidade de 1 hectare como se faz geralmente.

(b) A perda do solo não está considerada por ser muito reduzida a área considerada e ter pouco risco de perda o terreno considerado (plano sem lagoa).

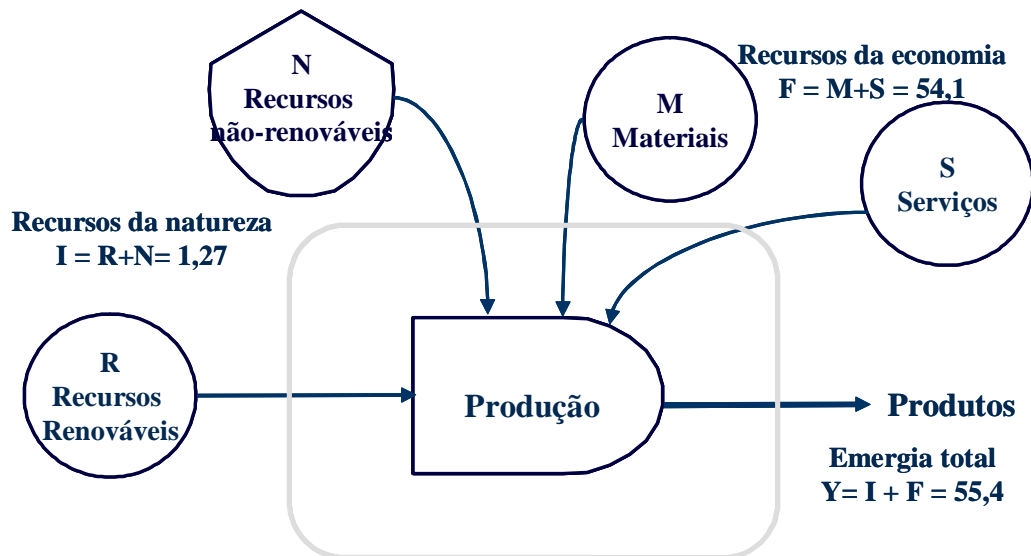
(c) Por ser recente a atividade na comunidade, ainda perdure um alto índice de informalidade e de desconhecimento na legislação. Estes agricultores não pagam o imposto rural.

Fonte: Elaboração própria

A partir desta tabela podem ser calculados os valores intermediários seguintes necessários ao cálculo dos índices emergéticos:

$$E_p = 8,809E+10; Y = 5,536E+17; R = 1,268E+16; M_R = 2,27E+15; S_R = 2,59E+17; M_N = 2,067E+16; S_N = 2,59E+17$$

A Figura 25 mostra o diagrama de fluxo de energia agregado do Sítio Feliz. Este diagrama é de grande utilidade, pois demonstra os somatórios dos diferentes insumos que contribuem ao sistema produtivo, além da energia total usada na produção.



Os fluxos de energia devem ser multiplicados por  $E+16$  sej/ano

Figura 21: Diagrama de fluxo de energia agregado ao Sítio Feliz

Fonte: Elaboração própria

Tabela 19: Índices emergéticos do Sítio Feliz

Índice	Cálculo	Valor	Unidade
Transformidade	$Tr = Y/E_p$	6.284.619	sej/J
Renovabilidade	$\%R = 100 \cdot (R+M_R+S_R)/Y$	49,5	--
Produção emergética	$EYR = Y/(M_N+S_N)$	1,98	--
Investimento emergético	$EIR = (M_N+S_N)/(R+M_R+S_R+N)$	1,02	--
Intercambio emergético	$EER = Y/[(\$) \cdot (sej/\$)]$	8,68	--

Fonte: Elaboração própria

Para o cálculo do índice de Intercâmbio emergético, no ano de 2005, foi estimada uma razão energia/dólar (sej/\$) de  $3,5E+12$  sej/US\$ no Brasil, utilizando-se a equação:

$(sej/dólar) = 10 \cdot (248,0 + 878,16 \cdot \text{EXP}(-(\text{ano} - 1981)/9,49)) / 1000$ , traduzindo a evolução do valor da energia por dólar no Brasil com valores que foram calculados (ORTEGA, 2000, apud CAVALETT, 2004). Esse valor já integrando a relação energia/dinheiro da biosfera, avaliada como  $1.1 \times 10^{12}$  sej/\$ em 2000 (ODUM, 2001, apud CAVALETT, 2004).

O valor da transformidade do sistema é muito elevado e traduz sua eficiência emergética. Quanto à taxa de renovabilidade, *a priori* parece baixa (inferior a 50%) e muito aquém do que podia ser esperado, já que com a metodologia IDEA os resultados foram bem superiores. É difícil interpretar esse valor já que não se tem comparação com

outros sítios na região, mas comparado com outros estudos, esse valor é bastante elevado (renovabilidade 34% em média para os estabelecimentos de suinocultura no sul do país, conforme estudado por Otávio Cavalett) e bem acima da média dos sistemas convencionais. Aliás, está prejudicado pela forte participação de mão-de-obra como fonte de energia no sistema (93%).

Quanto ao resultado econômico, a rentabilidade econômica ((vendas-gastos)/gastos) apresenta um retorno de 65%. Assim, por cada R\$ investido na atividade, o produtor recebe R\$ 1,65, ou seja, um ganho líquido de R\$ 0,65. Esse resultado, apesar de não ser dos mais elevados encontrados na literatura, é bastante razoável e traduz a sustentabilidade econômica atual do sistema.

O índice de produção emergética EYR, com um valor de 1,98, é acima da média da agricultura convencional – que é de 1,10 – e o indicador de investimento emergético EIR, que alcançou a pontuação de 1,02, é bem inferior à média da agricultura de 7,0 (QUEIROZ et al., 2000, *apud* CAVALETT, 2004). Esses resultados corroboram o que podia se esperar – já que quanto mais alto o EYR (menor participação dos recursos não-renováveis), e quanto mais baixo o EIR (traduz uma maior participação dos recursos renováveis), melhor o resultado ambiental.

O EYR é um indicador do rendimento e fornece uma medida da habilidade do processo para explorar recursos energéticos locais da natureza, sejam renováveis ou não. As taxas típicas dos produtos agrícolas variam de 1 até 4. O valor mínimo é a unidade, ocorre quando a contribuição da Natureza é nula ( $R+N = 0$ ). A diferença a mais do valor unitário mede a contribuição do meio ambiente. Neste caso, quer dizer que de cada unidade de energia do sistema, 0,98 provém do ambiente.

O EIR mede o investimento da sociedade para produzir certo bem, em relação à contribuição da natureza. Quanto menor o EIR, indica que o ambiente provê mais recursos para o processo produtivo; portanto, os custos de produção poderão ter o resultado econômico melhorado. Neste caso, o valor de 1,02 significa que para cada unidade de energia renovável que é utilizada no sistema, também é utilizada 1,02 unidade de energia de recursos provenientes da economia. Comparados com outros estudos recentes, esses valores de EYR e EIR são muito bons em termos ambientais por serem bem acima dos valores médios obtidos (por exemplo, EYR médio de 1,53 e EIR médio de 1,94 no estudo da suinocultura no Sul do Brasil realizado por Otávio Cavalett, ou ainda EYR de 1,50 e EYR de 2,01 no caso do estudo do bagre no Alabama, EUA, realizado por Enrique Ortega).

No que se refere ao indicador de intercâmbio de energia EER, que traduz a relação de troca de energia entre o produto e seu pagamento, é elevada: o sistema produtivo perde energia na troca com os sistemas externos. Matérias-primas tais como produtos do meio rural, como alimentos, peixes, e madeira da silvicultura, costumam ter uma alta taxa de intercâmbio de energia quando são vendidos ao preço de mercado. Esta é uma consequência de estabelecer o preço ponderando apenas o trabalho humano e desconsiderando o extensivo trabalho da natureza incorporado nesses produtos (CAVALETT, 2004).

#### **5.4 Comparação dos resultados e das metodologias**

##### *Verossimilhança dos resultados*

A proposta deste estudo é de analisar as metodologias e não os resultados obtidos, por isso os valores obtidos para os diferentes eixos e índices calculados serão comparados sucintamente, somente com a finalidade de verificar se se corroboram e são verossímeis.

Em termos gerais, os resultados são bastante semelhantes: o Sítio Feliz obteve bons resultados de sustentabilidade ambiental e econômica, situa-se muito acima da média das propriedades convencionais e acima dos outros estudos consultados. Mas as duas metodologias apresentam algumas diferenças que poderiam levar a questionar a veracidade dos dados coletados, ou a correta aplicação das metodologias, ou ainda, como última opção, demonstrariam a diferença de objetivos e de exigência das duas metodologias. Visto que as duas primeiras possibilidades não podem ser verificadas pela própria autora, apenas a terceira hipótese será considerada.

No eixo agroecológico, o método IDEA apresentou um resultado muito elevado (93%), tendo obtido valores máximos para os componentes Diversidade e Práticas Agrícolas (só pecou no eixo Organização do espaço com um resultado de 26 de 34). A análise emergética resultou numa pontuação bastante diferente, com 49,5% de taxa de renovabilidade, a qual, apesar de ser boa em comparação com outros, é bem aquém dos valores obtidos com o outro método. Nota-se que a renovabilidade não corresponde diretamente a um indicador no método IDEA, sendo resultante da mistura entre vários indicadores, principalmente os indicadores ambientais de fertilização (A13), dependência energética (A19), e integrar a participação emergética da mão-de-obra, o que corresponderia ao indicador de intensidade do trabalho (B13) para o qual o valor obtido foi de zero. Com este exemplo, pode-se concluir que a correspondência



entre os resultados obtidos com o método IDEA e com a análise emergética não é evidente, mas os resultados, longe de se contradizer, parecem levar as mesmas conclusões. Os focos são um pouco diferentes, o método IDEA resulta numa descrição mais detalhista (41 indicadores agregados em dez componentes) e insiste mais nos aspectos sociais e econômicos, enquanto os resultados emergéticos objetivam dar índices explícitos para orientar a tomada de decisões e sugerir políticas públicas – como foi dito na primeira parte deste trabalho.

### Aplicabilidade das metodologias

As dificuldades e as diferenças encontradas ao aplicar cada uma das metodologias e que poderiam dificultar sua operacionalização pelos agricultores são as seguintes:

- a) Com relação ao método IDEA:
  - i. os indicadores são numerosos demais para este tipo de produção com dimensão e recursos reduzidos. Aliás, alguns deles são difíceis de serem calculados, sobretudo por um agricultor sem formação teórica. Notadamente, o balanço aparente de nitrogênio, necessário ao cálculo do indicador de Fertilização (A13), que necessitou conseguir dados de fontes bibliográficas de estudos prévios da França (CTIFL, 1999), e o cálculo da Dependência Energética (indicador A19) que apresenta dificuldade na conversão de unidades de energia;
  - ii. foi necessário fazer adaptações em alguns indicadores para o caso brasileiro. Inspirando-se em estudo prévio realizado por Eli Lino de Jesus, foram ocultados alguns indicadores que não se adequam ao contexto brasileiro, e outros ainda são usados de forma ainda experimental. Esse método, por ter sido desenvolvido na França e já amplamente aplicado lá, é tido como consagrado e relevante, mas nos contextos regionais brasileiros, mereceria mais adaptações e aprimoramento para ser mais confiável e pertinente;
  - iii. quanto à compilação dos valores obtidos para os indicadores, surpreende o fato que a soma na dimensão agroecológica da sustentabilidade seja superior a 100, podendo gerar confusão. Para os três componentes que a compõem (Diversidade, Organização do Espaço e Práticas Agrícolas), quando alcançado o valor máximo preconizado (por exemplo, 34 no

lugar dos 50 alcançáveis para o componente Práticas Agrícolas), deve-se prestar atenção ao atribuir esse valor máximo antes de realizar o somatório, senão pode levar a um valor final superior a 100 e não-representativo da avaliação.

- b) Com relação ao método emergético:
- i. uma das dificuldades é encontrar os valores das transformidades, para realizar os diferentes cálculos da tabela emergética (tabela 18). A bibliografia indicada e considerada como “referência” são os fólhos publicados pela Universidade de Gainesville, na Flórida, mas nem sempre tratam da produção e das fontes de energia que interessa para o caso, e outras fontes bibliográficas podem dar valores diferentes. Propõe-se sempre usar o estudo mais recente, mas pode ser ressaltado que isso pode parecer um pouco duvidoso no momento da aplicação;
  - ii. o câmbio variável do dólar deveria ser tomado em consideração para estimar com mais exatidão os fluxos emergéticos de alguns materiais e realizar o balanço econômico. Dependendo do período durante o qual está sendo feito o estudo, esse câmbio pode oscilar, o que dificulta o cálculo (para o Sítio Feliz, foi considerado o valor médio do último ano);
  - iii. a obtenção de somente cinco índices é muito interessante por ser sintética, mas esses índices não são de interpretação imediata: a taxa de renovabilidade e a transformidade são simples de entender, mas os outros índices precisam de um pouco de experiência para serem interpretados rapidamente;
  - iv. por ser sintética e de lógica energética, essa metodologia provê a priori poucas informações relativas à sustentabilidade econômica e social: o balanço econômico dá uma boa visão da sustentabilidade do sistema produtivo, mas não levanta questionamentos como sua perenidade ou sua autonomia financeira, como é feito pelo método IDEA. Tampouco contém indicadores sociais, apesar de contabilizar alguns fatores humanos (mão-de-obra) embutidos no cálculo emergético global. Em resumo, é menos descritivo e detalhista que o método anterior.

- c) Comum às duas metodologias:
- i. as interações com o produtor foram muito boas e eficazes, mas não foram suficientes (por razões de logística, sobretudo) para que ele se aproprie das metodologias e que a pesquisadora lhe ajudasse a aplicá-la. Assim, o próprio produtor poderia ter proposto modificações ou simplificações, e adaptado a ferramenta ao seu próprio uso, e no futuro ter confiança para repetir o exercício de auto-avaliação;
  - ii. a conversão entre as unidades não foi evidente, e pode levar a cometer erros ou até a assustar pessoas não acostumadas a trabalhar com números que as fariam desistir de aplicar os métodos;
  - iii. essas duas metodologias seriam mais indicadas para realizar análise comparativa, de um grupo de sítios de mesmo tipo e escala de produção. Sem valores de referência oriundos da literatura (os estudos publicados são poucos ainda) ou da experiência de sítios vizinhos, que permitiriam estabelecer valores-alvo e definir uma “sustentabilidade local”, a análise perde um pouco da sua relevância e é difícil chegar a conclusões. A proposta é de iniciar uma rotina de auto-avaliação a fim de poder realizar uma comparação cronológica;
  - iv. a formulação dos resultados não abrange a preconização de medidas corretivas ou de ações de melhoria: esses dois métodos não foram elaborados dentro da lógica Pressão-Estado-Resposta. Interpretando os índices, é possível dar algumas orientações (é um dos objetivos da análise emergética, propor políticas públicas), mas não são propostas de ações corretivas sistemáticas que ajudariam o produtor imediatamente. Para este aspecto, a literatura e os estudos ainda são esporádicos.

Antes de deixar tal tipo de ferramenta nas mãos dos produtores, seria bom criar uma tabela de ações corretivas para que consigam aplicá-las logo em função dos resultados obtidos nos diferentes eixos ou índices. Também seria benéfico que se incorporem a uma rede agroecológica ou emergética, com reuniões e seminários de transferência de experiência regulares.

## CONCLUSÕES GERAIS

Movimentos de “agricultura alternativa” apareceram já há oitenta anos para fazer frente à agricultura convencional. A necessidade de voltar até uma agricultura sustentável não é premente, e até foram elaboradas várias metodologias permitindo avaliar essa sustentabilidade ao nível da unidade de produção agrícola. Mas hoje em dia, ainda falta operacionalizá-las e permitir aos próprios produtores apropriá-las, senão estarão destinadas a ficar engavetadas nas bibliotecas virtuais das esferas teóricas e perderão toda relevância. Foram desenvolvidas conforme a vontade de institutos nacionais ou supranacionais para conseguir mapear, em grande escala, as agriculturas nacionais ou regionais com a finalidade de avaliar, *a posteriori*, os impactos no meio ambiente da agricultura e de orientar políticas futuras. Não foram fruto de uma construção participativa com os agricultores, os quais são os únicos representantes verdadeiros do contexto sócio-cultural que possam definir a sustentabilidade que se pretende alcançar e os quais são a única garantia da aplicação e da pertinência de tal ferramenta.

Esse trabalho apresentou nove destas metodologias, e propôs comparar mais detidamente a aplicabilidade de duas dessas julgadas mais relevantes e pertinentes para os objetivos propostos – que eram o de estudar uma pequena unidade familiar.

O método IDEA, que foi objeto de várias avaliações na França e no exterior, permite avaliar a sustentabilidade de uma unidade de produção e compará-la com outras unidades produtivas, ou para avaliar um conjunto de unidades de mesma orientação técnico-econômica, ou ainda para acompanhar uma unidade produtiva ao longo do tempo.

A metodologia emergética, para a qual também existem vários estudos realizados à escala da unidade produtiva, e também, por ser uma metodologia genérica, em maior escala (por exemplo, essa metodologia permite avaliar a economia de um país considerando os vários setores de atividade).

O objetivo inicial deste trabalho era analisar metodologias de avaliação da sustentabilidade de sistemas produtivos agrícolas, a fim de identificar aquela que fosse de fácil compreensão, interpretação e aplicação pelos próprios agricultores. Não se pode concluir que uma metodologia seja melhor que a outra, isso dependerá do objetivo da análise, das condições locais e da sensibilidade do avaliador. Se o objetivo for de

autogestão pelos próprios agricultores, como tinha sido sugerido no início deste documento, num ambiente de produção familiar tal como descrito neste caso, foram levantados pontos positivos e fraquezas para cada uma das metodologias. As duas podem servir a este objetivo com a condição de serem levemente simplificadas a fim de facilitar o trabalho dos avaliadores e de sistematizá-lo.

Infelizmente, uma “nova ferramenta”, fruto das sugestões dos agricultores, não nasceu deste trabalho. Fica como sugestão para outros trabalhos futuros. A “nova ferramenta” deverá incluir uma construção participativa: são os produtores que devem se apropriar da(s) metodologia(s) e conseguir aplicá-la(s) sem dificuldade.

Tampouco o estudo permitiu chegar ao ponto de propor medidas corretivas, o que também fica como sugestão para um trabalho futuro. Um *feedback* completo permitiria inserir um processo cíclico de melhoria contínua, com avaliações regulares e tomadas de decisões para implementação de medidas corretivas. A elaboração e a sistematização de uma ferramenta de “ações corretivas”, em resposta a certos estados do sistema ou avisos do meio ambiente, poderia ser o foco. Seria feito um aprofundamento com vários produtores e vários cenários, por exemplo, que permita comparar as respostas às diversas ações implementadas, podendo ser criadas redes de produtores familiares da mesma região, com produção do mesmo tipo ou produções complementares, como lugares privilegiados de troca de experiência.

Através deste estudo, conferiu-se a boa vontade e o ânimo de produtores familiares em busca de maior sustentabilidade e em se disponibilizar como campo de avaliação. Não estão ávidos de retorno econômico a qualquer custo (à diferença de grande produtores convencionais que estão agora à mercê do mercado); somente tentam viver decente e eticamente, de acordo com seus valores sócio-culturais. Merecem um apoio por parte do governo local e dos institutos de pesquisa, a fim de incentivá-los a seguir nesta via e dá-lhes os meios de fazê-lo. A agricultura familiar, de pequena escala, não tem porquê desaparecer se ela se sustentar e se for sustentável para a região onde se insere.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL ROCHA, A. **Competitividade do Brasil cresce mais que a de rivais**. São Paulo, 01/03/05. Disponível em <<http://www.idcid.org.br/default.asp>>, acessado em 18/10/05.

AVICULTURA INDUSTRIAL, Pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, Área de Sócioeconomia. **Estudos da Embrapa: situação atual e tendências para a avicultura de corte nos próximos anos**, Edição 1129/2004. Disponível em <<http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp>>, acessado em 10/05.

BATALHA, M. O. org. **Gestão Agroindustrial**, vol.1 Ed: Atlas, São Paulo, 1997. SOUZA FILHO, H. M. de. Capítulo 11: Desenvolvimento Agrícola Sustentável. p 585-627.

BENTRUP, F.; KÜSTERS, J.; KUHLMANN, H.; LAMMEL, J. “Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology. I Theoretical concept of LCA method tailored to crop production”. **European Journal of Agronomy**, v.20, n.3, p.247-264, 02/2004.

BORBA, M. F. S. **O desenvolvimento endógeno como estratégia para a sustentabilidade**. Anais do I Encontro Internacional Sobre Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Botucatu: FCA/UNESP, 2001.

BRANDT-WILLIAMS, S.; ODUM, H. T. (1998) Procedure for agricultural Emergy Evaluation, illustrated with analysis of tomato production in Florida. Capítulo do livro **Introdução à Engenharia Ecológica usando estudos de caso brasileiros**, editado por ORTEGA, E.; SAFANOV, P.; COMAR, V. 2005.

BRASIL. Instrução Normativa N. 007 de 17 de maio de 1999. Estabelece normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.94, Seção 1, p. 11, 19/05/1999.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em <<http://www.presidencia.gov.br/CCIVIL/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm>>, acessado em 07/05.

BRONNER, L.; GALUS, C. “Sécheresse: l’irrigation intensive mise en cause”. **Le Monde**, Paris, 10/08/05.

CALDEIRA-PIRES, A.; RABELO, R. R. e XAVIER, J. H. V. O Uso Potencial da Análise do Ciclo de Vida (ACV) associada aos Conceitos da Produção Orgânica aplicados à Agricultura Familiar. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 149-178, 2002.

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).

CAMPANHOLA, C., SILVA, J. G. da. **O Novo Rural Brasileiro: uma análise nacional**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 2000. 190p.

CAPELAS JÚNIOR, A. Apenas 2,7% da água do planeta é própria para consumo. Tire daí o que está congelado nos pólos e sobra menos de 1%. Moral da história: ou cuidamos da água ou ficamos sem ela. **Super Interessante Online**, junho de 2001. Disponível em <[http://super.abril.com.br/aberta/especiais/salvar\\_terra/06\\_aguas/06\\_1.html](http://super.abril.com.br/aberta/especiais/salvar_terra/06_aguas/06_1.html)>, acessado em 18/04/06.

CAVALETT, O. **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues**. 2004. 139p. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

CENBIO (TEIXEIRA COELHO, S. et al.). **Levantamento do potencial real de cogeração de excedentes no setor sucroalcooleiro**. Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO), 2001. Disponível em <<http://www.cenbio.gov.br>>, acessado em 10/05.

CIRAD (prosper Cone Sud), ESALQ-USP e CenDoTec. **Un panorama de la traçabilité des produits brésiliens de l'agriculture e de l'élevage destinés à l'exportation – Viandes, soja et fruits**, 2003.

COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L de. "Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso da água". **Bahia Agric**. V.7, n1, 09/2005.

COLLICARD, J.-P. **La population active agricole dans le monde et son évolution entre 1980 et 2000**. La Carte du Mois de l'Académie de Grenoble, nº 26, nov. 2004. Disponível em <<http://www.ac-grenoble.fr/histoire>>, acessado em 16/06/05.

CONAB. Indicadores da agropecuária, janeiro 2006. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/download/indicadores/pubindicadores.pdf>>, acessado em 15/02/06.

CTIFL. **Azote, cultures légumières et fraisier. Environnement et qualité**. 1999.

DAROLT, M. R. **As dimensões da Sustentabilidade: Um Estudo da Agricultura Orgânica na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná**. 2001. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná e Universidade Paris VII.

DA SILVA MARQUES VILAS BOAS, L. H. **“Agricultura Alternativa: Uma perspectiva histórica” Estudos Econômicos – Vol. 24 – nº especial – 1994.**, Disponível em <[http://www.cidade.usp.br/educar2002/modulo7/alunos/lucia.boas/0004/tpl\\_annotacao.html](http://www.cidade.usp.br/educar2002/modulo7/alunos/lucia.boas/0004/tpl_annotacao.html)>, acessado em: 15/08/2005.

DI GULIO, G. “Tecnologia agrícola favorece grande produtor”. **Brasil Rural: C e T no campo**, 10/10/03. Disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens/agronegocio/05.shtml>>, acessado em 10/09/05.

EARTHTRENDS, Dados do Perfil do Brasil (água, agricultura e energia), 2003. Disponível em <<http://earthtrends.wri.org>>, acessado em 01/03/05.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livro da Terra, 1996. 178p.

EMBRAPA (coord.: DA SILVA, H. D.). **Relatório ambiental, 2002**. Disponível em <[http://www21.sede.embrapa.br/a\\_embrapa/unidades\\_centrais/acs/publicacoes/institucional/balancoambiental.pdf](http://www21.sede.embrapa.br/a_embrapa/unidades_centrais/acs/publicacoes/institucional/balancoambiental.pdf)>, acessado em 10/12/05.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Aves e Suínos. **Manejo de dejetos de suínos** (Boletim Informativo de Pesquisa, 11). Concórdia, 1998. 31p.

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

FACHINELLO, J.C. Produção integrada de frutas: um breve histórico. Informe Agropecuário, v.22, n. 213, p. 15-18, nov./dez. 2001.

FOURY, C. **Productions légumières. Tome 2. Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes**. Ed. Tech e Doc, 1994.

GOMES, J. C. C.; BORBA, M. F. S. “A moderna crise dos alimentos: oportunidade para a agricultura familiar?” **Agroecologia do Desenvolvimento Sustentável**, Porto Alegre, v.1, n.3, p.52-68, 2000.

GOMES, M. L.; MARCELINO, M. M.; ESPADA, M. da G. **SIDS -Sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável**. Amadora: Direcção Geral do Ambiente, 2000. Disponível em <<http://www.iambiente.pt>>, acessado em: 25/01/2005.

GOUZEE, N., MAZIJN, B. & BILLHARZ, S. (1995). **Indicators of Sustainable Development for Decision-Making**. Report of the Workshop of Ghent, Belgium, 9-11 January 1995, Submitted to UN Commission on Sustainable Development. Federal Planning Office of Belgium, Brussels.

GOVERNO FEDERAL. **Relatório de 30 meses de governo – Um novo modelo de desenvolvimento**. Julho 2005. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/noticias/publicacoes>>, acessado em 12/05.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. **Biodiesel produzido em Minas será o mais barato do país**. Publicado em 10/01/2005. Disponível em <<http://www.paginarural.com.br>>, acessado em 10/01/06.

IBD. **Diretrizes para os padrões de qualidade Biodinâmico, Deméter e Orgânico 'Instituto Biodinâmico'**. 7ed. Botucatu: Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural, 09/ 1997. 50p.

IBGE. **Indicadores Sociais Mínimos Trabalho e Rendimento, censo de 2000**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>, acessado em 10/04.

GUIJT, I. **Monitoramento participativo: conceitos e ferramentas práticas para a agricultura sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999.

GUIVANT, S.; MIRANDA, C. “As duas caras de Jano: Agroindústrias e Agricultura familiar diante da questão ambiental”. **Cadernos de Ciências Tecnologia**, Brasília, v.19, n.3, set/dez 1999.



HANSEN, J. W. “Is agriculture sustainability a useful concept?” **Agricultural Systems**, v50, p117-143, 1996.

HARDI, P., ZDAN, T. J. **The Dashboard of Sustainability**. draft paper, Winnipeg: IISD, 2000.

HERTWICH, E. G., PEASE, W. S., e KOSHLAND, C. P. “Evaluating the environmental impact of products and production processes: a comparison of six methods”. **The Science of the total environment**, v196, p13-29, 1997.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE. **Censo Agropecuário de 1995-96**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>, acessado em 10/05.

IICA. Plataforma Tecnológica (PTR): “Agricultura Orgânica” PROCISUR. **Estado del arte de la agricultura orgânica em Brasil**. 2004. Disponível em <<http://infoagro.net/infotec/sur/PERFILES/BRASIL.htm>>, acessado em 10/03/06.

ISO, 1997. **Enironmental mangement – life cycle assessment – principles and framework**. ISO 14040. ISO, Geneva.

JESUS, E. L. de. **Avaliação da Sustentabilidade Agrícola: uma abordagem conceitual e metodológica**. Seropédica: UFRRJ. 146p. 2003. (Tese, Pós Graduação em Agronomia, Ciência do Solo).

JUNGSTEDT, L. O. C. **Direito Ambiental**. Rio de Janeiro, 1999.

LAVE, L. B.; HENDRICKSON, E. C.-F. C. T, e McMICHAEL, F. C. Using Input-Output analysis to estimate economy-wides discharges. “**Environmental Science and Technology**”, v29, n°9, 1995.

LINHARES DE ASSIS, R. “Agroecologia: Diferentes Entendimentos e Encaminhamentos a partir de uma Abordagem Histórica”, In: Araújo, J. B. S.; Fonseca, M. F. de A. **Agroecologia e Agricultura Orgânica: cenários, atores, limites e desafios – uma contribuição do CONSEPA**. ed. Campinas: CONSEPA, 2004, no prelo.

MACEDÔNIO, A.C. **A análise ecológica-energética aplicada à agricultura**. In: LA ROVÈRE, Emílio L. (org). Capacitação para a tomada de decisões na área de energia: Energia no meio rural. FINEP/PNUD/UNESCO, 1990. 207p.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**, 1999. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARZALL, K. e ALMEIDA, J. “Indicadores de sustentabilidade para agrossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável”. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ RIDAURA, S. 1999. **Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidade - MESMIS**. Mundiprensa/GIRA/UNAM. México. 109p.

MERCIER, J.-R. **Energie et agriculture - le choix écologique**. Ed. Debard, 1978. 192p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. “Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.” **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.** Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002

McRAE, T.; SMITH; C. A. S.; GREGORICH, L. J. (éd.). 2000. **L’agriculture écologiquement durable au Canada: rapport sur le projet des indicateurs agroenvironnementaux – Résumé**, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa (Ontario).

MDA. “**Novidades em destaque: MDA quer aumentar produção agroecológica no Brasil**”. Artigo do 10/11/04. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br>>, acessado em 10/05.

MORIN, Edgar. **O método**. Editora Portuguesa. Lisboa, 1977.

OCDE. **Indicateurs environnementaux pour l’agriculture, volume 3: Méthodes et résultats**. Paris, France, 2001, 414 p.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara S. A. 1988.

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

ORTEGA, E. **Contabilidade e diagnóstico dos sistemas usando os valores dos recursos expressos em energia**. 2002. Trabalho não publicado. Disponível em <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>>

PALETTA, C. E. M. “Setor sucroalcooleiro”. In: Dossiê: **Energia positiva para o Brasil**. Greenpeace. 2005.

PASSET, René. **L’économique et le vivant**. Economica, 1996.

PIMENTEL, D.; HURD, L. E.; BELOTTI, A. C.; FORSTER, M. J; OKA, I. N.; SCHOLLES, O. D.; WHITMAN, R. J. “Food producton and the Energy Crisis”. **Science**, vol. 182, No.4111, november 2, 1973, pp.443-449.

PISANI, Edgar. **Le vieil homme et la terre:Neuf milliards d’êtres à nourrir et la nature et les sociétés rurales à préserver**. Ed. Du Seuil, Paris, janvier 1994.

PLUCKNETT, D.L.; WINKELMANN, D.L; “Technology for Sustainable Agriculture”. **Scientific American**, September, p. 182-186, 1995.

POPULATION INFORMATION PROGRAM. Solutions pour un monde qui manque d'eau. Septembre 1998. **Population reports**, Volume XXVI, Numéro 1 Disponível em: <<http://www.infoforhealth.org/pr/prf/fm14edsum.shtml>>, acessado no 02/03/06.

PREFEITURA DE PETRÓPOLIS. **APA - Área de Proteção Ambiental**. Disponível em <<http://www.petropolis.rj.gov.br>>, acessado no 30/07/05.

PRESCOTT-ALLEN, R. **Barometer of Sustainability: Measuring and communicating wellbeing and sustainable development**. Cambridge: IUCN, 1999.

REDE BAIANA DE BIOCOMBUSTÍVEIS. Informativo nº97: Lula concede incentivos a empresas produtivas de biodiesel. 18/11/05. Disponível em <<http://www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/arquivo/129.pdf>>, acessado em 05/03/06.

REIJNTJES, C.; BERTUS, H.; WATERS-BAYER, A. **Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture**. Londres: Macmillan, 1994.

RODRIGUES, G. S.; e CAMPANHOLA, C. “Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural.” **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES PEREIRA, N. Integração da cadeia bovina busca manter competitividade das exportações brasileiras. **AGRInforma: Jornal do Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura** – Ano III, nº 13 – Campinas, SP, jan-fev/2005.

ROSSETTO, M. “Agricultura familiar no Brasil: Direito reconhecido aos agricultores familiares”. Artigo do ministro Publicado no jornal **Valor Econômico** em 14.06.2005, Portal do Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/index.php?ctuid=6811&scid=137>>, acessado em 10/10/05.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XX - desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.

SCHEID LOPES, A.; GUIMARAES GUILHERME, L. R.; PEREIRA DA SILVA, C.A. Vocação da Terra, **ANDA Associação Nacional para Difusão de Adubos**. 2003.

SIMÕES DE CARMO, Maristela. “A produção familiar como locus ideal da agricultura sustentável.” **Agricultura em São Paulo**, SP, 45 (1):1-15, 1998.

SOUZA, A. de. Biodiesel e óleos vegetais como alternativa na geração de energia elítica: o exemplo de R ndonia. In: Dossiê: **Energia positiva para o Brasil**. Greenpeace. 2005.

STEINHART, J. S.; STEINHART, C. E. “Energy use in the US Food System”. **Science**, vol. 184, No. 4134, April 19, 1974, pp. 307-316.

TELLARINI, V.; CAPORALI, F. “An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy”. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v77, p111-123, 2000.

THOMAS, C. “Agriculture: Les petits paysans r sistent.” **RFI**, Paris, 13/07/05. [rfi.fr/actufr/articles/067/article\\_37471.asp](http://rfi.fr/actufr/articles/067/article_37471.asp) - 41k – 16/09/2005.

TOLMASQUIM, M. T. **Avaliação de Sistemas Integrados de Produção de Energia e Alimentos**. 1984. Tese (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Nuclear e Planejamento energético, Rio de Janeiro.

UNCED. **Our common future – The Bruntland Report**, Oxford University Press, Oxford, 1987.

UNICA, São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.unica.com.br>>.

USDA, Disponível em <<http://www.ars.usda.gov/main/main.htm>>, acessado em 08/2005.

VAN BELLEN, H. M. “Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação”. **Ambiente e Sociedade** – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004.

VAN DER WERF, H. M. G.; PETIT, J. “Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods.” **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 93, p131-145, 2002.

VARGAS MOURA, Lino Gerardo. **Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Aguda – RS**. 2002, 179p. Tese (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Porto Alegre.

VEIGA, J. E. Problemas da transição à agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, nº especial, p. 9-29, 1994.

VILAIN, Lionel. (coord.) **La Méthode IDEA - Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles: guide d'utilisation** (2ème edition). Dijon: Ed. Educagri;; Min. Agric. Et de la Pêche; La Bergerie National Rambouillet. 2003. 148 p.

VILAIN, L., GIRARDIN, P., MOUCHET, C., SCHNEIRDER, F., VIAUX, P. **IDERICA: Etude prospective sur la caractérisation et le suivi de la durabilité des exploitations agricoles françaises**. Rapport final, 12/2004. Financée par le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales, France.

WACKERNAGEL, M.; REES, W. **Our Ecological Footprint**. Gabriola Island, BC and Stony Creek, CT: New Society Publishers, 1996.

WILLER, H. e YUSSEFI, M. **The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends**. 2004. 167p.

XAVIER, Lúcia Helena. **Sistemas logísticos e a gestão ambiental no gerenciamento do ciclo de vida de embalagens plásticas**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia da Produção, Rio de Janeiro.

## APÊNDICE A

Metodologia IDEA: apresentação do detalhe dos cálculos dos indicadores considerados.

Traduzido a partir de VILAIN, 2003.

Critérios de Avaliação da Sustentabilidade – Escala da Sustentabilidade Agroecológica.

Indicador	Objetivos	Modalidade de Determinação	Valores limites
<b>DIVERSIDADE (indicadores A1 a A5)</b>			
A1 Diversidade das culturas anuais e temporárias	BIO COH SOL PAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por espécie cultivada: 2</li> <li>•Se mais de 6 variedades: 2</li> <li>•Se há presença significativa de leguminosas no sist: 3</li> </ul>	0 a 13
A2 Diversidade das culturas perenes	BIO COH SOL PAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pastagem permanente ou temporária de mais de 5 anos: -</li> <li style="padding-left: 20px;">&lt; 5% SAU: 0</li> <li style="padding-left: 20px;">- &lt; 5% da SAU:</li> <li style="padding-left: 20px;">- de 5 a 15% :</li> <li style="padding-left: 20px;">- de 15 a 25%:</li> <li style="padding-left: 20px;">- &gt;25% da SAU: 6</li> <li>•Pomar/Viticultura por espécie: 2</li> <li>•Se &gt; de 5 variedades: 2</li> <li>•Agrofloresta, agrosilvopastoril: 3</li> </ul>	0 a 13
A3 Diversidade vegetal associada:	BIO PAY	•Árvores de alinhamento e outros vegetais estruturantes, a cada 5 espécies “linhosas”:1	0 a 5
A4 Diversidade Animal:	BIO COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por espécie presente: 5</li> <li>•Por raça suplementar: 1</li> </ul>	0 a 13
A5 Valorização e conservação do patrimônio genético	COH BIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por raça ou variedade em sua região de origem): 3</li> <li>•Por raça, variedade, cepagem ou espécie rara ou ameaçada: 2</li> </ul>	0 a 6
<b>ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO (indicadores A6 a A12)</b>			
A6 Repartição dos cultivos (“Assolement”)	COH SOL BIO PAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nenhuma cultura &gt; 20% SAU: 8</li> <li style="padding-left: 20px;">25%: 7</li> <li style="padding-left: 20px;">30%: 6</li> <li style="padding-left: 20px;">35%: 5</li> <li style="padding-left: 20px;">40%: 4</li> <li style="padding-left: 20px;">45%: 3</li> <li style="padding-left: 20px;">50%: 2</li> <li style="padding-left: 20px;">&gt;50%: 0</li> <li>•Presença significativa de uma cultura (&gt;10%) em consórcios: 2</li> </ul> <p><i>SAU: Superfície Agrícola Utilizada</i></p>	0 a 10
A7 Dimensão das parcelas	SOL BIO COH PAY H <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nenhuma unidade espacial da mesma cultura superior a:</li> <li style="padding-left: 20px;">6 ha: 6</li> <li style="padding-left: 20px;">8 ha: 5</li> <li style="padding-left: 20px;">10 ha: 4</li> <li style="padding-left: 20px;">12 ha: 3</li> <li style="padding-left: 20px;">14 ha: 2</li> <li style="padding-left: 20px;">16 ha: 1</li> <li>•Se na média &lt; ou = 8 ha: 2</li> </ul>	0 a 6

A8 Gestão das matérias orgânicas	SOL COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Valorização da matéria orgânica <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 10% da SAU: 0</li> <li>- de 10 a 20% da SAU: 2</li> <li>- &gt; 20% da SAU: 4</li> </ul> </li> <li>•Se &gt;50% compostado: 2</li> </ul>	0 a 6
	RNR DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Utilização de substratos orgânicos <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 30% : 0</li> <li>- de 30 a 50%: 1</li> <li>- de 50 a 70%: 2</li> <li>- &gt; 70%: 3</li> </ul> </li> <li>•Utilização de substratos oriundos de recursos renováveis (&gt;10% em volume): 2</li> <li>•Valorização de substratos oriundos de recursos locais: 3</li> </ul>	
A9 Zona de regulamentação ecológica (Preservação)	BIO PAY COH H <sub>2</sub> O BIE SOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Superfície de regulamentação ecológica: <ul style="list-style-type: none"> <li>- por% da SAU (limitado a 7%): 1</li> </ul> </li> <li>•Ponto(s) d'água, zona úmida: 3</li> <li>•Pastagem permanente/zona inundável, não drenada: 3</li> <li>•Feno (&gt; ½ ha): 3</li> <li>•Cordão anti-erosão: 3</li> <li>•Percurso não mecanizado; pastagem nas montanhas: 2</li> </ul>	0 a 12
A10 Ação em favor do patrimônio natural (Preservação de ecossistemas especiais)	BIO PAY CIT COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Se respeita um procedimento de conservação padrão para <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10% da SAU: 0</li> <li>- de 10 a 50% da SAU: 2</li> <li>- &gt;50% da SAU: 4</li> </ul> </li> </ul>	0 a 4
A11 Capacidade de Carga (animal)	H <sub>2</sub> O SOL COH QLV	<p>Carga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- entre 0,2 e 0,5 UA. ha<sup>-1</sup>: 5</li> <li>- entre 1,4 e 1,8 UA. ha<sup>-1</sup>: 3</li> <li>- entre 1,8 e 2,0 UA. ha<sup>-1</sup>: 1</li> <li>- &gt; 2,0 UA. ha<sup>-1</sup>: 0</li> </ul> <p><i>Obs: considera-se somente a superfície forrageira. O valor da carga deve ser adaptado ao contexto pedoclimático local. UA:Unidade Animal</i></p>	0 a 5
A12 Gestão da Superfície Forrageira	SOL H <sub>2</sub> O PAY BIO COH QLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Capineira + pastejo: 1</li> <li>•Pastagem permanente &gt; 30%SAU: 2</li> <li>•Superfície com milho (silagem): <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 20% da SAU: 1</li> <li>- entre 20 e 40% da SAU: 0</li> <li>- &gt; 40% da SAU: -1</li> </ul> </li> </ul> <p>SAU: superfície agrícola útil</p>	0 a 3

PRÁTICAS AGRÍCOLAS (indicadores A13 a A19)			
A13 Fertilização	H <sub>2</sub> O RNR AIR QLP COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Balanço aparente de N:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 20 kg N.ha<sup>-1</sup>: 10</li> <li>- entre 20 e 30 N.ha<sup>-1</sup>: 8</li> <li>- entre 30 a 40 N.ha<sup>-1</sup>: 6</li> <li>- entre 40 e 50 N.ha<sup>-1</sup>: 4</li> <li>- entre 50 a 60 N.ha<sup>-1</sup>: 2</li> <li>- entre 60 a 80 N.ha<sup>-1</sup>: 0</li> <li>- entre 80 a 100 N.ha<sup>-1</sup>:-2</li> <li>- &gt; 100 N.ha<sup>-1</sup>: -4</li> </ul> </li> <li>●Culturas “armadilhas” de nitratos em + de 10% da SAU: 3</li> <li>●P mineral &gt; 40 kg.ha<sup>-1</sup>/ SAU/ano: -1</li> <li>●K mineral &gt;40 kg.ha<sup>-1</sup>/ SAU/ano: -1</li> <li>●Presença de culturas recuperadoras de N: 3</li> </ul>	0 a 10
Culturas leguminosas e florais cobertas		<ul style="list-style-type: none"> <li>●Fertilizantes de liberação lenta: 1</li> <li>●Se uso de ferramentas de pilotagem das fertilizações: 2</li> <li>●Balanço entradas/saídas, análise do solo/substrato e/ou colheitas: 2</li> </ul>	
A14 Tratamento de Efluentes	H <sub>2</sub> O QLV RNR AIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Produção de Lisier: -2</li> <li>●Oxigenação do lisier/chorrume: 2</li> <li>●Lançamento dos dejetos no ambiente s/nenhum tratamento: -4</li> <li>●Sistema de produção sem efluentes líquidos: 5</li> <li>●Tratamento individual ou coletivo dos efluentes com medição e respeito das normas de rejeição: 3</li> <li>●Tratamento individual dos efluentes por epan dage com plano de epan dage certificado</li> </ul>	0 a 10
Culturas leguminosas e florais sob estufa		<ul style="list-style-type: none"> <li>●Reciclagem/valorização das soluções nutritivas e águas de lavagem: 6</li> <li>●Valorização das águas de drenagem em outras culturas ou depuração por lagunagem: 4</li> <li>●Tratamento coletivo dos efluentes: 3</li> <li>Valorização do CO<sub>2</sub>: 3</li> </ul>	
A15 Pesticidas e produtos veterinários	H <sub>2</sub> O BIO AIR SOL QLV QLP COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Pressão de Poluição (PP)= “Superfície desenvolvida”/SAU               <ul style="list-style-type: none"> <li>- PP &lt; 1: 10</li> <li>- PP de 1 a 2: 9</li> <li>- PP de 2 a 3: 8,5</li> <li>- PP de 3 a 4: 8</li> <li>- PP de 4 a 6: 7</li> <li>- PP de 6 a 8: 6</li> <li>- PP de 8 a 10: 5</li> <li>- PP de 10 a 12: 4</li> <li>- PP de 12 a 14: 3</li> <li>- PP de 14 a 16: 2</li> <li>- PP de 16 a 18: 1</li> <li>- PP&gt; 18: 0</li> <li>- Alem, por tratamento supl.: -0,5</li> </ul> </li> <li><b>Coef, de ponderação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- regulagem do pulverizador: contar 0,9ha desenvolvido por ha tratado</li> <li>- utilização de produtos de classe 6 ou 7, ou utilização de herbicida total: contar 1,5 ha desenvolvido por ha tratado.</li> </ul> </li> <li>●Dispositivo de previsão: 1</li> <li>●Caderno de acompanhamento e registro das práticas</li> </ul>	0 a 10

		<p>de tratamento: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Dispositivo de enxágüe dos fundos de barris no campo: 1</li> <li>•Controle Biológico: 2</li> </ul>	
	<p>QLP QLV ETH BIE COH</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tratamento veterinário (TV): TV = número de intervenções/efetivo do gado <ul style="list-style-type: none"> <li>- TV &lt; 1: 3</li> <li>- entre 1 e 2: 1</li> <li>- &gt; 2: 0</li> </ul> </li> <li>•Nenhum alimento suplementado com antibiótico comprado: 2</li> </ul>	
A16 Bem Estar Animal	<p>BIE QLP QLV ETH</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pastagem protegida (sombras; abrigos): 1</li> <li>•Pleno Ar ou Semi-Confinado: 2</li> <li>•Confinamento total: -3</li> <li>•Armazém ou práticas fora das normas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- por armazém: -1</li> </ul> </li> </ul>	0 a 3
A17 Proteção dos solos	<p>SOL RNR BIO H<sub>2</sub>O</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Técnicas de Cultivo Mínimo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 a 50% da área cultivada: 1</li> <li>- 50 a 80% da área cultivada: 2</li> <li>- &gt;80% da superfície cultivada: 3</li> </ul> </li> <li>•Solos nus e artificializados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 25% da superfície total: 4</li> <li>- de 25 a 30%: 3</li> <li>- de 30 a 40%: 2</li> <li>- &gt; 40%: 0</li> </ul> </li> <li>•Se superfície irreversivelmente artificializada &gt;10% superfície total: -1</li> <li>•Dispositivo antierosivo: 2</li> <li>•Palhas, ervas nas culturas perenes: 3</li> <li>•Queima da palha: -3</li> <li>•Viticultura, queima dos sarmentos: -3</li> </ul>	0 a 5



A18 Gestão da água	RNR H <sub>2</sub> O SOL QLV	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sem Irrigação: 4</li> <li>•Irrigação localizada: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt; 50% das superfícies irrigadas: 4</li> <li>- entre 25 e 50%: 2</li> <li>- &lt; 25%: 0</li> </ul> </li> <li>•Dispositivo de irrigação: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt; de 1/3 da SAU: 1</li> <li>- a partir de um reservatório das águas de chuva, de drenagem ou esgotamento: 1</li> </ul> </li> <li>•Gestão computada ou irrigação por pivô : 1</li> <li>•Rotação das parcelas irrigadas: 1</li> <li>•Captação individual não declarada ou não equipada de contador/registro: -2</li> </ul>	0 a 4
A19 Dependência Energética	RNR COH AIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>•EqC= Equivalente de Combustível.ha<sup>-1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EqC &lt; 200l: 8</li> <li>- entre 200 l e 300 l: 5</li> <li>- entre 300 l e 400 l: 3</li> <li>- entre 400 e 500l: 1</li> <li>- &gt; 500 l: 0</li> <li>- &gt; 1000l: -1</li> </ul> </li> <li>•Secagem Solar ou outro dispositivo de economia e recuperação do calor: 1</li> <li>•Energias Eólica; Biogás; etc: 1</li> </ul>	0 a 8
		Consumo energético em Equivalentes de combustível m <sup>-2</sup> . <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 10l/m<sup>2</sup>: 4</li> <li>- de 10 a 40l/ m<sup>2</sup>: 2</li> <li>- de 40 a 70l/ m<sup>2</sup>: 1</li> <li>- &gt; 70l/ m<sup>2</sup>: 0</li> </ul>	

Crerios de Avaliao da Sustentabilidade de Propriedades Agrcolas – Escale da Sustentabilidade Scio-territorial

Indicador	Objetivos	Modalidade de Determinao	Valores limites
<b>QUALIDADE DOS PRODUTOS E DO TERRITRIO (indicadores B1 a B5)</b>			<b>0 a 33</b>
B1 Abordagem / Poltica da qualidade	QLP DVH CIT BIE DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ligada ao territrio (DOC, IPR...): 4</li> <li>•Ligada ao processo (Label Rouge, norma ISO65): 4</li> <li>•Rastreabilidade parcial: 2</li> <li>•Rastreabilidade total (do solo a mesa): 4</li> <li>•Agricultura Biolgica: 4</li> <li>•(para os produtos representando 10% do resultado como mnimo)</li> </ul>	0 a 12
B2 Valorizao do Patrimnio construdo e da paisagem	PAY QLV DVH COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conservao das construes antigas</li> <li>•Qualidade da arquitetural e da paisagem das construes recentes</li> <li>•Qualidade das estruturas paisagsticas (cercas vivas, rrvore isoladas, etc)</li> </ul> <i>Para cada um dos 4 itens acima autoestimativa de -1 a 2</i> Arranjos com os cultivos: 2	0 a 7
B3 Tratamento dos resduos no-orgnicos	QLV CIT PAY	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reuso/valorizao na propriedade: 2</li> <li>•Triagem seletiva e eliminao por colheita seletiva: 2</li> <li>•Queima, enterro: -3</li> </ul>	0 a 6

Indicador	Objetivos	Modalidade de Determinação	Valores limites
	RNR		
B4 Acessibilidade do espaço	ETH COH QLV CIT	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dispositivos de cercas ou acessibilidade ao público: 2</li> <li>•Manutenção dos caminhos: 2</li> <li>•Vias para bicicletas, passeios à cavalo e trilhas...: 2</li> </ul>	0 a 4
B5 Implicação social	CIT ETH COH DVH DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Participação em associações não profissionais (por associação e limitado a 3, das quais uma profissional): 2</li> <li>•Responsabilidade numa estrutura associativa: 2</li> <li>•Abertura da propriedade à venda direta ou à degustação: 2</li> <li>•Residência na propriedade rural ou nas proximidades: 3</li> </ul>	0 a 9
<b>EMPREGO E SERVIÇO (indicadores B6 a B10)</b>			<b>0 a 33</b>
B6 Valorização em fileiras curtas	COH DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Por fatia de 5% da Renda Bruta: 1</li> <li>•(arredondar para valor mais próximo)</li> <li>•Fileira curta: Venda direta, ou no máximo um intermediário.</li> </ul>	0 a 5
B7 Serviços, pluriatividade	CIT DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Serviços da comercialização permanecendo no local: 2</li> <li>•Agroturismo: 2</li> <li>•Fazenda pedagógica: 2</li> <li>•Prática de inserção e de experimentações sociais: 3</li> </ul>	0 a 5
B8 Contribuição à geração de empregos	EMP CIT DVL ETH	Contribuição ao emprego: CE = superfície ponderada / UTH, Sendo que a superfície é ponderada em função do tipo de cultivo (1ha em estufa=50ha) e da superfície mínima de produção (válido na França)	0 a 11
B9 Trabalho Coletivo	CIT QLV DVH DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uso comunitário de equipamentos e serviços: 3</li> <li>•Banco de trabalho (&gt;de 10 dias/ano):3</li> <li>•Grupamento de empregadores: 2</li> <li>•Trabalho em rede: 5</li> </ul>	0 a 9
B10 Perenidade Provável	QLV EMP DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência quase certa da propriedade daqui a 10 anos: 3</li> <li>•Existência provável: 2</li> <li>•Existência desejada se possível: 1</li> <li>•Desaparecimento provável daqui a 10 anos: 0</li> <li>•(segundo a testemunha do agricultor)</li> </ul>	0 a 3
<b>ÉTICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO (indicadores B11 a B16)</b>			<b>0 a 34</b>
B11 Contribuição ao equilíbrio alimentar mundial e à gestão sustentável dos recursos planetários	COH ETH DVH RNR	Esse indicador está ligado à dependência às importações de alimentos (para gado por ex.), que lidaria à especialização excessiva dos países exportadores desse tipo de produção. Não está aplicável ao Brasil	Não aplicável ao Brasil, especialmente ao RJ
B12 Formação	COH QLV DVH DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Número de dias no ano dedicados à formação por UTH (limite de 5): 1</li> <li>•Acolhida de estagiários (&gt; 10 dias/ano): 2</li> <li>•Acolhida de grupos de profissionais e ou estudantes (por grupo e com valor limite de 2): 2</li> </ul>	0 a 7
B13 Intensidade do Trabalho	COH QLV EMP	•Número de semanas por ano em que o agricultor sente-se sobrecarregado: 7 (1 ponto por semana)	0 a 7
B14 Qualidade de Vida	QLV DVH	•Auto-estimação do agricultor: 0 a 6	0 a 6
B15 Isolamento	QLV	•Auto-estimação do sentimento de isolamento geográfico, social, cultural: 0 a 3	0 a 3

Indicador	Objetivos	Modalidade de Determinação	Valores limites
B16 Acolhida, higiene e segurança	QLV ETH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade da acolhida e hospedagem da mão de obra temporária (estimação): 0 a 2</li> <li>• Segurança das instalações: 2</li> <li>• Local de estocagem dos pesticidas: 1</li> <li>• Local conforme às preconizações: 1</li> </ul>	0 a 6

CrITÉrios de AvaliaÇão da Sustentabilidade de Propriedades Agrícolas - Escala da Sustentabilidade Econômic

CrITÉrio	AvaliaÇão	Modalidade de DeterminaÇão	Valores limites
<b>VIABILIDADE (indicadores C1 a C2)</b>			<b>0 a 30</b>
C1 Viabilidade Econômic	ADA COH QLV DVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>VE = RB - COT</math> onde:</li> <li>• VE = Viabilidade Econômic;</li> <li>• RB = Renda Bruta;</li> <li>• COT = Custo Operacional Efetivo.</li> </ul>	0 a 20
C2 Taxa de EspecializaÇão Econômic	ADA COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O produto mais importante é responsável por: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 25% da RB: 8</li> <li>- entre 25 e 50% da RB: 4</li> <li>- entre 50 a 80% da RB: 2</li> <li>- &gt; 80% da RB: 0</li> </ul> </li> <li>• O comprador mais importante adquire: <ul style="list-style-type: none"> <li>- &lt; 25% da RB: 4</li> <li>- de 25 a 50% da RB: 2</li> <li>- &gt; 50% da RB: 0</li> </ul> </li> <li>• Se é um sistema de integraÇão: -2</li> <li>• Circuitos curtos, se vários produtos propostos: 2</li> </ul>	0 a 10
<b>INDEPENDÊNCIA (indicadores C3 a C4)</b>			<b>0 a 25</b>
C3 Autonomia Financeira	ADA COH QLV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>DF = FB / RB</math>, onde</li> <li>DF: Dependência Financeira</li> <li>FB: Financiamento Bancário</li> <li>RB: Renda Bruta.</li> </ul>	0 a 15
C4 Sensibilidade às ajudas e às cotas	ADA COH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não aplicável no Brasil, já que não beneficia de ajudas</li> <li>=&gt; valor Max = 10</li> </ul>	10
<b>TRANSMISSIBILIDADE (indicador C5)</b>			<b>0 a 20</b>
C5 Transmissibilidade Econômic	ADA COH QLV EMP DVL	Complementa o objetivo de perenizaÇão coberto pelo indicador B10	0 a 20

EFICIÊNCIA (indicador C6)			0 a 20
C6 Eficiência do Processo Produtivo	COH RNR H <sub>2</sub> O	<ul style="list-style-type: none"> <li>•EPP = (Produto – Insumos)/Produto</li> <li>Eficiência:</li> <li>- &lt; 10%: 0</li> <li>- entre 10 e 20%: 3</li> <li>- entre 20 e 30%: 6</li> <li>- entre 30 e 40%: 9</li> <li>- entre 40 e 50%: 12</li> <li>- entre 50 e 60%: 15</li> <li>- entre 60 e 70%: 18</li> <li>- entre 70 e 80%: 21</li> <li>- entre 80 a 90%: 24</li> <li>- &gt; 90%: 25</li> </ul>	0 a 25

**Observação:** por razão de simplificação da apresentação do método, as siglas permanecem correspondendo à versão em Francês, como aparecem na bibliografia de referência.

## APÊNDICE B

### Notas dos cálculos da tabela 18 (método emergético)

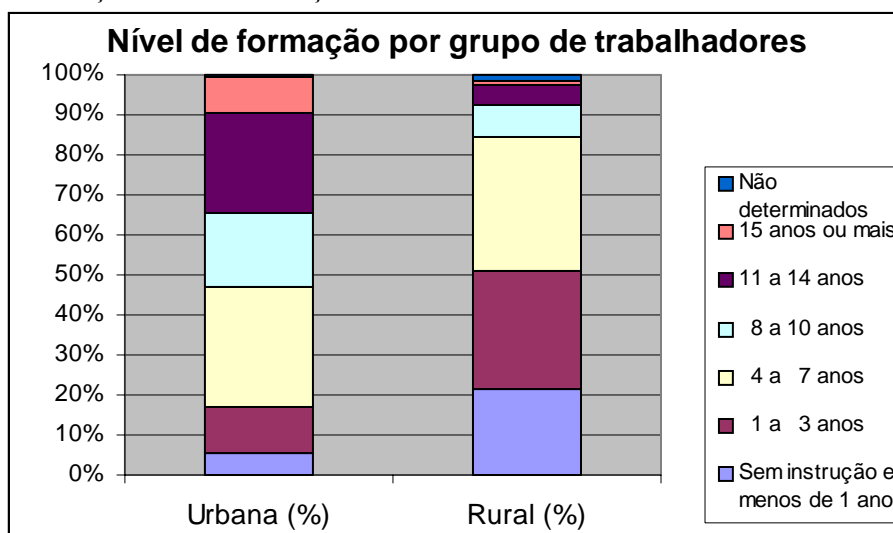
<b>1 Sol, J</b>	Insolação =	1,79E+05	Kcal/cm <sup>2</sup> /a	REFERÊNCIA:
	Albedo =	20%		[Emater-Rio, 2005]
	Energia(J) =	(área incidência)*(insolação média)*(1-albedo)		[estimado]
		= (2000m <sup>2</sup> *10 <sup>4</sup> cm <sup>2</sup> )*(1,79/10 <sup>5</sup> )*0,8*(4186J/Kcal)		
		=	<b>1,20E+16</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	1 sej/J		[definição]
<b>2 Vento, J</b>	Área da propriedade =	2000 m <sup>2</sup>		
	Densidade do ar =	1,30E+00 Kg/m <sup>3</sup>		[Rodriguez et al, 2000]
	Média anual de velocidade do vento =	3m/s		[Emater-Rio, 2005]
	Vento geotrópico =	6,87m/s		[Rodriguez et al, 2000]
	Coef. de arraste =	1,00E-03		[Rodriguez et al, 2000]
	Energia (J)=	(área)*(dens. do ar)*(coef. de arraste)*		
		(velocidade)*(3,15E+07s/ano)		
		= 2000*1,3*(1,00E-3)*3m/s*(3,15E7 s/a)		
		=	<b>2,46E+08</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	2,45E+03 sej/J		[Odum, 2000]
<b>3 Chuva, J</b>	Chuva =	1,17 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /a		[Emater-Rio, 2005]
	Energia da chuva =	5000 J/Kg		
		1000 Kg/m <sup>3</sup>		
	Energia (J)=	(área)*(precipitação)*(energia da chuva)		
		= 2000m <sup>2</sup> *1,17m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /a*5000 J/Kg*1000Kg/m <sup>3</sup>		
		=	<b>1,17E+10</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	4,70E+04 sej/J		[Odum, 2000]
<b>4 Água de poço, J</b>	Consumo =	1,8+E05L/ano		[campo]
	Energia da água =	5000 J/Kg		
		1,0 Kg/L		
	Energia (J)=	(consumo)*(energia)*(1000Kg/m <sup>3</sup> )		
		= 1,8E+05L*5000J/Kg*1,0Kg/L		
		=	<b>9,00E+08</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	1,76E+05 sej/J		[Odum, 2000]
<b>6 Milho e ração, Kg</b>	Energia do milho =	<b>2,08E+12</b>	sej/kg	[Ortega, 2001]
<b>7 Combustível, J (inclui Gasolina e GNV)</b>	Consumo =	2640 L/ano		
	Energia(J) =	(consumo)*(volume de energia)		
		= 2640 L/ano * (1,14E+04Kcal/L)*(4186J/Kcal)		
		=	<b>1,25982E+11</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	1,11E+05 sej/J		[Odum, 1996]
<b>8 Depreciação das instalações, US\$ (galpões, estufas, terreno)</b>	Vida útil=	2 anos (estufas); 7anos (galpões); 20 anos (terreno)		
	Custo anual=	(custo em US\$)/(vida útil)		
		= ((800R\$/2,6)/2a)+((1000R\$/2,6)/7a)+((6000R\$/2,6)/20a)		
	Custo anual=	<b>3,72E+02</b>	<b>US\$/ano</b>	
<b>9 Depreciação dos equipamentos, US\$ (carro de R\$14000)</b>	Vida útil=	5 anos		
	Custo anual=	(custo em US\$)/(vida útil)		
		= (14000/2,6R\$/US\$)/5anos		
		=	<b>1077</b>	<b>US\$/ano</b>
<b>10 Eletricidade, J</b>	Kilowatt Hrs/ano=	1000 Kwh/ano		
	Energia (J)=	(consumo de energia)*(conteúdo da energia)		
		= 1000Kwh * 3,6E+06J/Kwh		
		=	<b>3,60E+09</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	3,36E+05 sej/J		[Odum, 1996]
<b>12 Mão de obra simples, J</b>	Total de homem-dia aplicados =	1,5 pessoas tempo integral o ano todo, e uma 100 hrs mensais durante 9 meses		
	Energia(J) =	(dias trabalhados/ano)*(total metab.energia/dia)*(conteúdo energia)		
		= ((1,5*300dias*8h)+(1*100h*9))*(2500 Kcal/pess/d)*(4186J/Kcal)		
		=	<b>4,71E+10</b>	<b>J/ano</b>
	TRANSFORMIDADE =	1,10E+07 sej/J		[Odum, 1996]
<b>13 Processo produtivo</b>		Produção (Kg/ano)	Energia (J)	J/Kg
	Frango	200	8,93E+08	4464654,816
	Ovos	700	7,48E+10	106814635
	Hortaliças	11000	1,24E+10	1130046,367

## APÊNDICE C

### Perfil da população ativa agrícola no Brasil

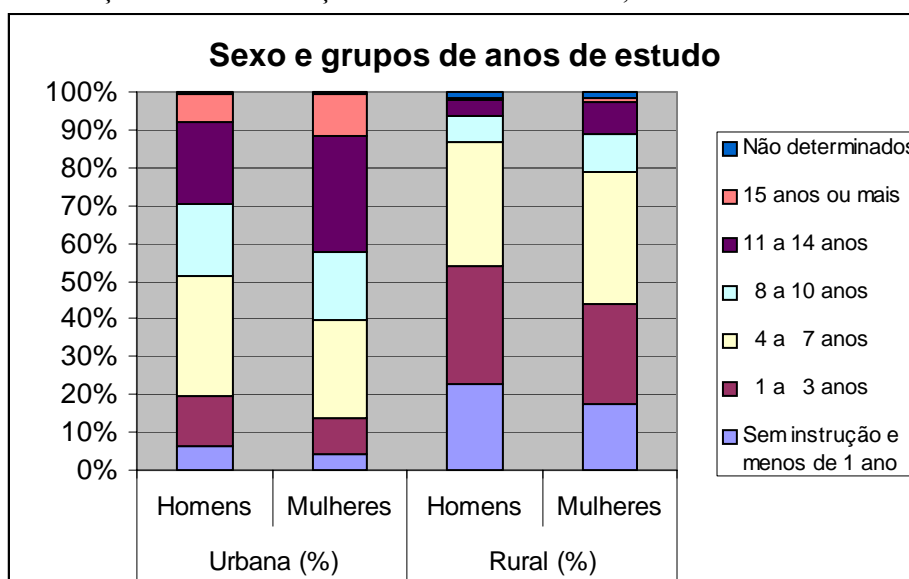
Para interpretar os dados apresentados a seguir, deverá se considerar que o número de trabalhadores nas áreas urbanas é muito maior que o número de trabalhadores rurais (81% da população ativa brasileira em 2000, ou seja 53,5 dos 65,6 milhões de trabalhadores).

Figura C1: Diferença de nível de formação entre os trabalhadores urbanos e rurais



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de IBGE, Censo demográfico 2000

Figura C2: Diferença de nível de formação entre homens e mulheres, nas áreas urbana e rural



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados de IBGE, Censo demográfico 2000