



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Ciências Econômicas

Márcia Monteiro Matos

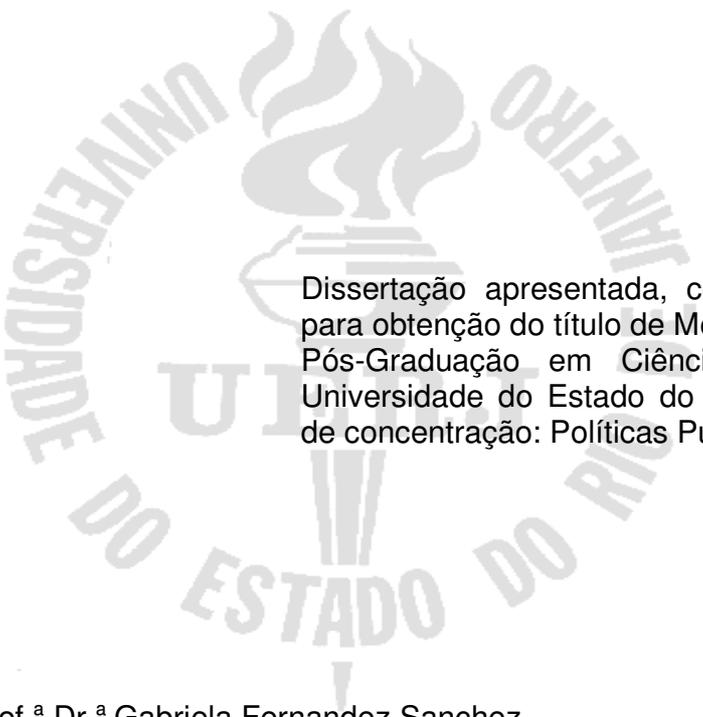
**Proposta Metodológica de Análise Quantitativa da Sustentabilidade de  
Estabelecimentos Agropecuários Fluminenses**

Rio de Janeiro

2012

Márcia Monteiro Matos

**Proposta Metodológica de Análise Quantitativa da Sustentabilidade de  
Estabelecimentos Agropecuários Fluminenses**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Políticas Públicas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gabriela Fernandez Sanchez

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CCS/B

M433 Matos, Márcia Monteiro.  
Proposta Metodológica de Análise Quantitativa da  
Sustentabilidade de Estabelecimentos Agropecuários  
Fluminenses / Márcia Monteiro Matos – 2013.  
156f.

Orientadora: Gabriela Fernandez Sanchez.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.  
Bibliografia: f. 133-151.

1. Economia agrícola – Brasil – Teses. 2. Indicadores  
ambientais – Teses. 3. Agricultura sustentada. I. Sanchez,  
Gabriela Fernandez. II. Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro. Faculdade de Ciências Econômicas. III. Título.

CDU 33:63(81)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Márcia Monteiro Matos

**Proposta Metodológica de Análise Quantitativa da Sustentabilidade de  
Estabelecimentos Agropecuários Fluminenses**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Econômicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Políticas Públicas.

Aprovada em:

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gabriela Fernandez Sanchez (Orientadora)  
Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ

---

Prof. Dr Léo da Rocha Ferreira  
Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ

---

Prof. Dr. Lamounier Erthal Villela  
Departamento de Ciências Econômicas do ICHS/UFRRJ

Rio de Janeiro  
2012

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Maria José e Gilvan, e aos meus irmãos Marília e Maurício*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelas oportunidades, coragem, motivação e realizações nessa vida.

À minha mãe, Maria José Monteiro Matos, pelo companheirismo, carinho e amor incondicional.

A André Gouvea pela paciência, preocupação e incentivo para concluir este trabalho.

Ao Prof. Antônio Salazar Pêsoa Brandão, pelo apoio na minha caminhada, pelo exemplo de ser humano e dedicação ao magistério.

Ao economista José R. Afonso (BNDES) pelo apoio de sempre, principalmente nessa reta final e pela possibilidade de trabalhar em pesquisa.

Aos amigos do mestrado pelo apoio e força nos momentos de dificuldades, em especial Ana Carolina Gonçalves e Júlio César M. Barros.

Aos Professores Doutores do Programa de Pós-graduação em Ciências Econômicas, em especial Alexandre Marinho, Angela Penalva Santos, Elcyon C. R. Lima e Octávio Augusto F. Tourinho, pelas aulas enriquecedoras.

Aos agricultores familiares fluminenses pela disponibilidade em participar das entrevistas e aos entrevistadores pelo bom humor e trabalho.

Aos bolsistas de iniciação científica do Projeto SUSTENAGRO/RJ (Valoração da Sustentabilidade da Agricultura Fluminense) pelo apoio nas entrevistas e na sistematização dos resultados dos indicadores e aos estagiários do Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (CTUR) pelo apoio nas entrevistas.

Aos técnicos da Cooperativa Técnica CEDRO, o Engenheiro Agrônomo Marden M. R. Marques e o Médico Veterinário Leonardo C. Rosas.

Aos especialistas em agricultura fluminense que ajudaram a validar os indicadores.

Por fim, agradeço a minha orientadora, a Professora Doutora Gabriela Fernandez Sanchez pelas orientações e sugestões em todas as fases deste trabalho, bem como por minha participação no Projeto SUSTENAGRO/RJ.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.  
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

*Madre Teresa de Calcutá*

## RESUMO

MATOS, Márcia Monteiro. **Proposta Metodológica de Análise Quantitativa da Sustentabilidade de Estabelecimentos Agropecuários Fluminenses**, 2012. 156f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

O presente trabalho consistiu em realizar uma proposta metodológica de análise quantitativa da sustentabilidade de estabelecimentos agropecuários fluminenses através do emprego do marco metodológico proposto por Sauvenier *et al.* (2006) e van Cauwenbergh *et al.* (2007), denominado SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*). Conforme a aplicação para sistemas agrários realizada por Sánchez-Fernández (2009) e por sua vez, incorporando a quarta dimensão da sustentabilidade (dimensão institucional), ademais das três dimensões clássicas neste tipo de análise (econômica, social e ambiental), seguindo a sugestão do IBGE (2010), com base nas recomendações do 'Livro Azul' da ONU (1996). Esse procedimento contou com a colaboração e validação de um painel composto por 16 especialistas em agricultura fluminense o que permitiu selecionar 20 indicadores de sustentabilidade, derivados de 17 critérios, 8 princípios e 4 dimensões. Dos resultados alcançados e de seus possíveis desdobramentos, a proposta metodológica sugerida pode ser considerada uma ferramenta potencialmente útil para guiar as políticas públicas que incidem sobre o setor.

**Palavras-chave:** Agricultura sustentável. Indicadores de sustentabilidade. Marcos ordenadores. Agricultura fluminense. Estabelecimentos agropecuários.

## ABSTRACT

The aim of this study was to develop a practical methodology for evaluating the sustainability of farms by means of the methodological framework proposed by Sauvenier *et al.* (2006) and van Cauwenbergh *et al.* (2007), called SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*), according to the application for agricultural systems performed by Sánchez-Fernández (2009) and incorporating the fourth dimension of sustainability (institutional dimension) besides the three classical dimensions adopted in this type of analysis (economic, social and environmental), following the suggestions of IBGE (2010), based on the recommendations of the UN *Blue Book* (1996). This procedure was validated by a panel of 16 experts in “fluminense” agriculture that supported the selection of 20 sustainability indicators, derived from 17 criteria, 8 principles and 4 dimensions. Through the results achieved and their possible outcomes, the proposed methodology for agricultural sustainability quantitative analysis could be considered as a potentially useful tool to improve current agricultural policies.

**Keywords:** Agricultural sustainability. Sustainability indicators. Agricultural sustainability evaluation framework. *Fluminense* Agriculture. Agricultural establishments.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Principais marcos ordenadores de análise da sustentabilidade mediante indicadores .....	52
<b>Tabela 2.</b> Características dos sistemas agrários fluminenses .....	77
<b>Tabela 3.</b> Distribuição de questionários por sistema agrário .....	91
<b>Tabela 4.</b> Princípios, Critérios e Indicadores de sustentabilidade selecionados .....	125
<b>Tabela 5.</b> Indicadores de sustentabilidade: definição e significado.....	126

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estrutura do trabalho .....	18
<b>Figura 2.</b> Os sistemas agrários do Estado do Rio de Janeiro.....	75
<b>Figura 3.</b> Esquema metodológico do trabalho .....	83
<b>Figura 4.</b> Estrutura Hierárquica do Marco SAFE .....	85

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABANDONRISK	Risco de abandono da atividade agrária (Indicador de sustentabilidade - S3)
AEA	Agência Europeia do Ambiente
AFILCOOP	Participação em Cooperativas Agrícolas e Associações de Agricultores (Indicador de Sustentabilidade - I2)
AGRODIVER	Diversidade de agroecossistemas (Indicador de Sustentabilidade - A3)
AGROPROF	Adequada dependência da atividade (Indicador de Sustentabilidade - S4)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNi	Balço de nitrogênio por cultivo
BPA	Boas Práticas Agrícolas
CBD	Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade
CEASA	Central de Abastecimento
CECAC	Comité Executivo da Comissão para as Alterações Climáticas
CEPERJ	Centro Estadual de Estatísticas Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro
CIFOR	Center for International Forestry Research
CMDRS	Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável
CMMAD	Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento
COBRAMAB	Comissão Brasileira do Programa Homem e Biosfera
COGEM	Comitês Gestores de Microbacias (Indicador de Sustentabilidade - I5)
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEM	Participação em Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável (Indicador de Sustentabilidade - I1)
COVSOIL	Cobertura do solo (Indicador de Sustentabilidade - A5)
CPF	Cadastro de Pessoas Físicas
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DAP	Declaração de Aptidão ao PRONAF
DENOCs	Departamento Nacional de Obras contra a Seca
DNOS	Departamento Nacional de Obras de Saneamento
DPSIR	Driving forces, Pressure, State, Impact and Response
DSR	Driving forces, State and Response
EMATER	Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENERGYBAL	Balço Energético (Indicador de sustentabilidade - A8)
ENVIRPRACT	Adoção de boas práticas ambientais (Indicador de Sustentabilidade - A4)
ESTALAB	Sazonalidade da contratação de mão de obra (Indicador de Sustentabilidade - S2)
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FESLM	Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
IISD	Institute for Sustainable Development
INFOACCESS	Acesso à informação profissional (Indicador de Sustentabilidade - I3)

INFOTECH	Acesso à tecnologia de informação (Indicador de Sustentabilidade - I4)
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSTMARKT	Aptidão para participação em mercados institucionais (Indicador de Sustentabilidade - E3)
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRENA	International Renewable Energy Agency
MAB	Programa Homem e a Biosfera
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MEC	Ministério da Educação
MESMIS	Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de sustentabilidad
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
NITROBAL	Balço de Nitrogênio (Indicador de Sustentabilidade - A6)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODA	Assistência Oficial ao Desenvolvimento
ONU	Organização das Nações Unidas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PC	Patrulha Costeira
PC&I	Teoria Princípios, Critérios e Indicadores
PER	Pressão, Estado, Resposta
PESTRISK	Risco de degradação ambiental por defensivos agrícolas (Indicador de Sustentabilidade - A2)
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNB	Produto Nacional Bruto
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPA	Plano Plurianual
PROFITEXP	Rentabilidade privada dos estabelecimentos agrários (Indicador de Sustentabilidade - E1)
PROFITSTAB	Estabilidade na renda do produtor Indicador de Sustentabilidade - E2)
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROTECTAREA	Áreas protegidas (Indicador de Sustentabilidade - A1)
PSR	Pressure State Response
QIAm	Quantidade de ingrediente ativo aplicado
QPCn	Quantidade de produto comercial aplicado
RAI	Risco de abandono pela idade
RAR	Risco de abandono pela renda
RTi	Risco de toxicidade individual associado a cada um dos cultivos
SAE	Secretaria de Assuntos Estratégicos
SAFE	Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework)
SARN	Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales
SAU	Superfície Agrícola Útil
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SESP	Serviço Especial de Saúde Pública
SIA	Sistema de Informações sobre Agrotóxicos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TOTALAB	Emprego agrário (Indicador de Sustentabilidade - S1)

UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
CMMA	Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Combate às Alterações Climáticas
WATERUSE	Uso da água de irrigação (Indicador de Sustentabilidade - A7)
WRI	World Resources Institute

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Antecedentes e justificativa do trabalho .....</b>	<b>15</b>
1.1.1. Marco teórico: a sustentabilidade da agricultura .....	15
1.1.2. Desafio metodológico: a seleção de indicadores de sustentabilidade .....	16
<b>1.2. Objetivos .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Metodologia.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Estrutura do trabalho .....</b>	<b>18</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO: A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Desenvolvimento Sustentável: origem, evolução, relevância política e         necessidade de medição .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. O desenvolvimento sustentável na agenda política do Brasil.....	27
<b>2.2. A sustentabilidade da agricultura .....</b>	<b>32</b>
2.2.1. A sustentabilidade da agricultura no Brasil .....	37
<b>2.3. Análise quantitativa da sustentabilidade da agricultura .....</b>	<b>41</b>
2.3.1. Propostas metodológicas de análise da sustentabilidade da agricultura mediante indicadores.....	46
<b>2.4. Desenvolvimento Sustentável segundo a Teoria Econômica .....</b>	<b>59</b>
2.4.1. Sustentabilidade muito débil: a visão tecnocêntrica.....	62
2.4.2. Sustentabilidade débil: a visão antropocêntrica .....	66
2.4.3. Sustentabilidade forte: a visão ecocêntrica.....	68
2.4.4. Sustentabilidade muito forte: a visão preservacionista.....	70
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO .....</b>	<b>73</b>
<b>3.1. Os sistemas agrários fluminenses analisados .....</b>	<b>73</b>
3.1.1. Sistema Agrário 'Região Serrana' .....	77
3.1.2. Sistema Agrário 'Região Norte-Noroeste' .....	79
3.1.3. Sistema Agrário 'Região Médio Paraíba' .....	80
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>82</b>
<b>4.1. Esquema Metodológico .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2. Emprego do Marco SAFE para a obtenção de indicadores de         sustentabilidade da agricultura.....</b>	<b>84</b>
<b>4.3. Origem da informação para o cálculo dos indicadores de sustentabilidade .....</b>	<b>87</b>
4.3.1. Questionário .....	88
4.3.2. Seleção e representatividade da amostra .....	90
4.3.3. Processo de aplicação dos questionários.....	92
4.3.4. Informações secundárias .....	92
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>93</b>
<b>5.1. Indicadores Econômicos .....</b>	<b>93</b>
<b>5.2. Indicadores Sociais .....</b>	<b>97</b>
<b>5.3. Indicadores Ambientais .....</b>	<b>104</b>

<b>5.4. Indicadores Institucionais .....</b>	<b>118</b>
<b>6. CONCLUSÕES E FUTURAS LINHAS DE PESQUISA.....</b>	<b>128</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>

## INTRODUÇÃO

### 1.1. Antecedentes e justificativa do trabalho

#### 1.1.1. Marco teórico: a sustentabilidade da agricultura

Na literatura encontra-se, por um lado, o esforço de muitos autores no sentido de determinar um conceito de '*desenvolvimento sustentável*' e, por outro, o trabalho de outros tantos mostrando as insuficiências dos conceitos existentes. Porém, dentre essas inúmeras tentativas, destaca-se o conceito proposto pela Comissão da Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, mais conhecida como a Comissão Brundtland, que propôs a definição mais distendida de '*desenvolvimento sustentável*', como aquele que permite cobrir as necessidades da geração atual sem comprometer as possibilidades das gerações futuras para cobrir as suas próprias necessidades (CMMAD, 1987).

Assim, a partir da década de 90, o desenvolvimento sustentável tem se tornado uma questão recorrente para guiar os processos de desenvolvimento, ao passo que vem se constituindo no princípio reitor do desenho e implantação de políticas públicas.

Verifica-se também que, dentre todos os setores econômicos que intervêm no desenvolvimento da humanidade, a agricultura apresenta indiscutível papel fundamental, na medida em que abastece o conjunto da população de bens básicos para a sua sobrevivência, como são os alimentos. De fato, pode-se afirmar que a existência de uma '*agricultura sustentável*' é condição *sine qua non* para atingir um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Porém, *o que é realmente a agricultura sustentável?* A resposta para esta pergunta vem gerando um interessante debate científico sobre como compatibilizar o incremento da produção para satisfazer as necessidades de alimentos e fibras de uma população crescente, com a conservação dos recursos naturais empregados para tal produção. Nesse sentido, apesar de existirem inúmeras definições e enfoques

alternativos, verifica-se certo consenso em definir a agricultura sustentável como aquela que cumpre os seguintes requisitos: a) promove a suficiência alimentar, b) conserva os recursos naturais e protege o meio ambiente, c) é economicamente viável e d) é socialmente aceitável (equitativa e justa).

Entretanto, apesar de que o enfoque anteriormente descrito resulte relativamente fácil de estabelecer, o desenvolvimento de uma definição mais aplicada de agricultura sustentável, a partir da qual se derivem metodologias pragmáticas que permitam avaliar quantitativamente o grau de sustentabilidade dos sistemas agrários reais, e que em última instância permitam subsidiar as políticas públicas, redonda em uma tarefa muito mais complicada de realizar.

#### 1.1.2. Desafio metodológico: a seleção de indicadores de sustentabilidade

A agricultura pode ser interpretada como uma atividade multifuncional, capaz de fornecer ao conjunto da sociedade em que se insere, elementos positivos de suas *funções 'econômica'* (atividade rentável), *'social'* (divisão justa e equitativa da riqueza gerada) e *'ambiental'* (compatível com a manutenção dos ecossistemas naturais). Assim, o caráter multifuncional da atividade correlaciona-se com as múltiplas dimensões da sustentabilidade, pelo que desde uma perspectiva científica, esta abordagem apresenta a virtude de permitir a quantificação da sustentabilidade da atividade, utilizando-se para isso, sistemas de indicadores que abarquem cada uma das dimensões do conceito.

No entanto, o emprego de indicadores deve ser inserido dentro de um contexto maior de análise da sustentabilidade da agricultura. Nesse sentido, a literatura técnica evidencia a necessidade do desenvolvimento e recomenda a adoção de estruturas mais complexas para a avaliação da sustentabilidade, como são os *marcos ordenadores*. Estas estruturas metodológicas flexíveis permitem fundamentar o processo de análise da sustentabilidade de uma atividade econômica, incluídas as etapas de seleção, desenho e interpretação de indicadores, assim como a organização dos dados e a

comunicação dos resultados finais. Desse modo, tais marcos apresentam dupla contribuição: por um lado constituem a base conceitual lógica que permite guiar o processo de análise da sustentabilidade, e por outro, propiciam a geração de resultados que permitem orientar o desenvolvimento de políticas e programas de promoção da sustentabilidade.

No entanto, a maioria dos marcos existentes são desenvolvidos para atuar em escala nacional e poucos são os esforços adotados para concretizar marcos metodológicos que combinem rigor teórico com aplicabilidade prática, especificamente em nível de sistemas agrários e estabelecimentos agropecuários.

## **1.2. Objetivos**

Dentro desse contexto geral, este trabalho tem como objetivo realizar uma proposta metodológica de análise quantitativa da sustentabilidade de estabelecimentos agropecuários fluminenses, através da seleção e desenho de um conjunto de indicadores, que levem em consideração as quatro dimensões do conceito (econômica, social, ambiental e institucional), tratando de superar as dificuldades antes comentadas. Esta metodologia será aplicada em estudos posteriores para a construção de indicadores sintéticos (ou índices) de sustentabilidade que ajudem a guiar as políticas públicas que incidem sobre o setor.

## **1.3. Metodologia**

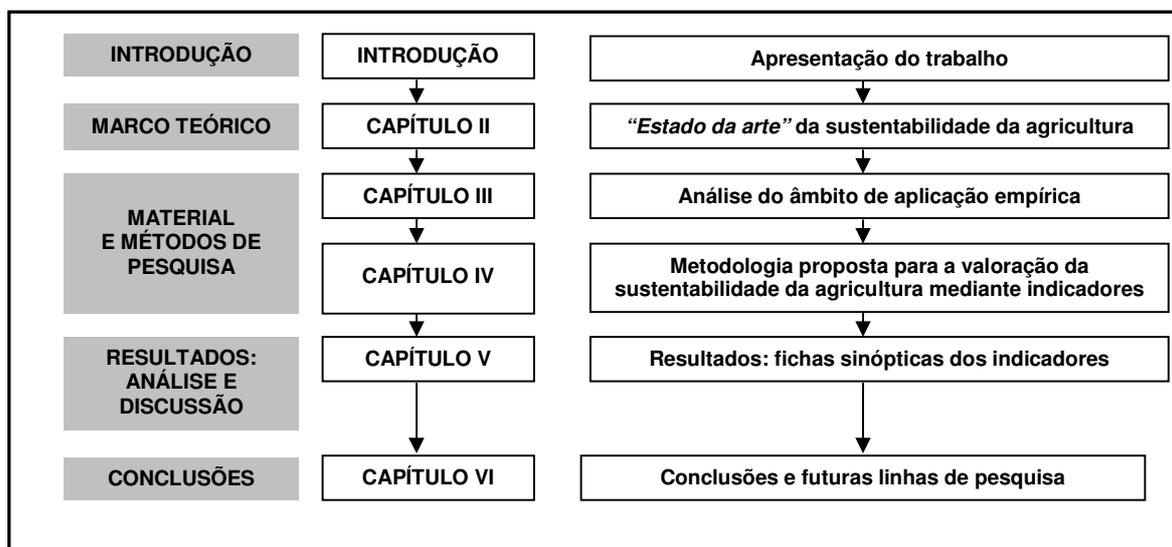
O desenvolvimento metodológico adotado no presente trabalho, baseia-se na seleção e desenho de indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense, através do emprego do marco metodológico proposto por Sauvenier *et al.* (2006) e van Cauwenbergh *et al.* (2007), denominado SAFE (*Sustainability Assessment of Farming*

*and the Environment Framework*), conforme a aplicação para sistemas agrários realizada por Sánchez-Fernández (2009) e por sua vez, incorporando a quarta dimensão da sustentabilidade (dimensão institucional), ademais das três dimensões clássicas neste tipo de análise (econômica, social e ambiental), conforme a sugestão do IBGE (2010a), com base nas recomendações do ‘Livro Azul’ da ONU (1996).

#### 1.4. Estrutura do trabalho

A estrutura da Dissertação proposta aparece organizada em várias etapas, através das quais pretende-se dotar este trabalho de um arcabouço que permita alcançar sucessivamente os diferentes objetivos assinalados anteriormente. Assim, para a consecução dos mesmos, este trabalho estrutura-se conforme o esquema da **Figura 1** abaixo.

**Figura 1.** Estrutura do trabalho



Fonte: Elaboração própria (2012).

Após esta seção de introdução acerca do trabalho, no *Capítulo II* apresenta-se o ‘estado da arte’ do desenvolvimento sustentável, com foco na sustentabilidade da agricultura e no emprego de indicadores e marcos ordenadores ao longo das últimas décadas. Em seguida, no *Capítulo III* expõe-se uma breve caracterização dos sistemas agrários do Estado do Rio de Janeiro selecionados como objeto de estudo (‘Região Serrana’, ‘Região Norte-Noroeste’ e ‘Médio Paraíba’). No *Capítulo IV* descreve-se a metodologia empregada no desenho e seleção dos indicadores. No *Capítulo V*, apresenta-se os resultados alcançados (indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense no formato de fichas sinópticas similar ao adotado pelo IBGE). Para finalizar, no último capítulo destaca-se as conclusões mais relevantes do presente trabalho.

## 2. MARCO TEÓRICO: A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA

O presente capítulo pretende facilitar a contextualização deste trabalho de pesquisa a partir da introdução de determinados conceitos básicos sobre o tema *'desenvolvimento sustentável'*. No entanto, deve-se esclarecer ao leitor que não se pretende aprofundar nos elementos mais transcendentes da sustentabilidade (enfoques, conceitos, campos de estudo etc.). Pelo contrário, a exposição de todas as definições aqui apresentadas tem como finalidade facilitar a compreensão por parte do leitor do significado da sustentabilidade da agricultura (*marco teórico-conceitual do trabalho*) e o emprego de marcos ordenadores para a seleção e desenho de indicadores de sustentabilidade (*marco metodológico do trabalho*).

Com este propósito, este capítulo está dividido em quatro seções. Na primeira seção verifica-se a origem, evolução, relevância política e necessidade de medição do desenvolvimento sustentável. A seguir, na única subseção desta primeira parte, discute-se a evolução do conceito na agenda política do Brasil. Evidencia-se como, a partir da participação da delegação brasileira na Conferência de Estocolmo (1972), o País passa a conceder importância crescente à questão ambiental. A segunda seção, trata especificamente da sustentabilidade da agricultura. Versa sobre as consequências do novo padrão produtivo, com seus inegáveis avanços produtivos acompanhados de uma série de impactos ambientais e sociais, e também a diversidade de enfoques alternativos que tentam definir o termo. Na subseção que acompanha esta segunda parte, aborda-se a busca pela sustentabilidade da agricultura no Brasil. Explicita-se como os setores do agronegócio e da agricultura familiar, apesar de apresentarem resultados importantes no Produto Interno Bruto (PIB), no abastecimento interno e no emprego de contingente significativo de mão-de-obra, também provocam impactos relevantes ao meio ambiente. Na terceira seção, aborda-se o emprego de indicadores para a análise da sustentabilidade da agricultura. Na subseção desta parte, apresentam-se as principais propostas metodológicas desenvolvidas com esta finalidade. Finalmente, na quarta e última seção, descreve-se as concepções do

desenvolvimento sustentável segundo a Teoria Econômica. Ressalta-se a discussão das principais correntes teóricas em torno da noção de desenvolvimento.

## **2.1. Desenvolvimento Sustentável: origem, evolução, relevância política e necessidade de medição**

O surgimento do debate sobre o '*desenvolvimento sustentável*' (ou '*sustentabilidade*') poderia ser fixado no final dos anos 60 e início dos anos 70. Nesse momento, a conjunção de uma série de fatores estruturais trouxe para discussão, no âmbito das ciências econômicas, a preocupação acerca dos conflitos existentes entre crescimento econômico e aumento da degradação ambiental.

Ao longo dos anos 60, observou-se crescente aumento das discussões sobre as questões ambientais em vários países. O escopo dos debates incluía temas como a redução dos níveis de poluição do ar, água e solo, bem como a implantação de um modelo de *desenvolvimento sustentável*. Alguns autores consideram o livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson (1962), como o começo das discussões internacionais acerca da importância do meio ambiente (GODOY, 2007). No final da década, em 1968, constitui-se o Clube de Roma, composto por cientistas, industriais e políticos, tendo como objetivo principal discutir e analisar os limites do crescimento econômico levando em conta o uso crescente dos recursos naturais.

Posteriormente, ao longo das décadas de 70 e 80, evidencia-se o amadurecimento dos debates, fato que proporciona a conseguinte criação de uma rede de instituições voltadas para as questões ambientais. Em 1972, um grupo de pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), contratado pelo Clube de Roma, publica o relatório intitulado "Os limites do crescimento" (MEADOWS *et al.*, 1972). A publicação gera repercussão internacional, principalmente, no direcionamento do acirrado debate, ocorrido no mesmo ano de 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como a Conferência de Estocolmo.

A Conferência de Estocolmo apresenta importância singular, uma vez que constitui o primeiro grande encontro internacional, com representantes de diversas nações, reunidos expressamente para a discussão dos problemas ambientais (DIAS, 2006). Durante o evento, consolida-se e discute-se a relação entre desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente. A conferência promove a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e aborda a formulação do conceito de *'ecodesenvolvimento'*, análogo ao atual termo *'desenvolvimento sustentável'* (CAVALCANTI, 1998).

Idealizado por Maurice Strong em 1973, e largamente difundido por Ignacy Sachs a partir de 1974, o conceito de *ecodesenvolvimento* surge, no entanto, associado ao desenvolvimento de áreas rurais dos países do Terceiro Mundo, de modo a não degradar o meio ambiente e não comprometer a capacidade de renovação dos recursos naturais. Tão somente a partir da Declaração de Cocoyoc, acordada no México em 1974, passa-se a incluir também as cidades do Terceiro Mundo no conceito de *ecodesenvolvimento* (LAYRARGUES, 1997).

Já em 1980, dando continuidade aos debates, a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) publica o relatório intitulado "A Estratégia Global para a Conservação", aonde aparece por primeira vez a expressão *'desenvolvimento sustentável'*, porém ainda com enfoque predominantemente ambiental (CAVALCANTI, 1998). Nos anos seguintes, o termo ganha destaque internacional ao ser introduzido no relatório 'Nosso Futuro Comum', elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), criada em 1983 pela Organização das Nações Unidas (ONU). O documento, também conhecido como *'Relatório Brundtland'*, populariza o conceito, ao apresentar a definição mais distendida e mundialmente empregada do mesmo: *"Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades"* (CMMAD, 1987).

Segundo o Relatório Brundtland, os problemas ambientais devem ser analisados através de abordagem holística, pois, apresentam causas cujo estudo requer a orientação desde diversas áreas do conhecimento (ecologia, sociologia, economia, direito, dentre outras) (CMMAD, 1987). Nesse sentido, o documento constitui importante

contribuição para os debates internacionais a respeito dos impactos econômicos sobre os recursos naturais, ao passo que evidencia a necessidade de medir e avaliar os processos de desenvolvimento.

No entanto, cabe destacar que tratou-se de um documento intencionalmente político, mais do que de um tratado científico (BARBIERI e LAGE, 2001). Sua proposta mais forte residia nas transformações legais e institucionais que deveriam ser aplicadas nos níveis nacional e internacional em matéria de meio ambiente. Fundamentalmente, constituiu importante instrumento de politização da questão ambiental, ao relacionar as questões de desigualdade e pobreza com as políticas de comércio internacional. Assim, sua maior contribuição consistiu em introduzir a preocupação com o pacto intergeracional, na medida em que expressava a preocupação com o atendimento das necessidades das gerações futuras, e também o aspecto intrageracional, manifestado nas preocupações com a equidade, o atendimento das necessidades básicas e a retomada do crescimento (BARBIERI e LAGE, 2001).

O conceito de *desenvolvimento sustentável* apresentado pelo relatório, embora vago e esvaziado de discussões técnicas a respeito de sua forma de obtenção, tornou-se o mais aceito pelas diferentes nações e, portanto, predominante no cenário internacional a partir do final da década de 1980 (MARTINS, 2006).

Posteriormente, já na década de 90, a divulgação do Relatório Brundtland repercutiu no surgimento de outro importante encontro internacional, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) mais conhecida como “Rio-92”, como referência à cidade sede que a abrigou, Rio de Janeiro (Brasil), ou também como “Cúpula da Terra”, por ter mediado acordos entre os Chefes de Estado presentes. Os países participantes da Rio-92 acordaram e assinaram a “*Agenda 21 Global*”, um programa de ação composto por um documento de 40 capítulos, que constitui a mais abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, denominado “*desenvolvimento sustentável*”. O termo “*Agenda 21*” foi usado no sentido de intenções, desejo de mudanças, para esse novo modelo de desenvolvimento almejado para o século XXI (MMA, 2012). Esta conferência contou com a presença de representantes de 179 países, sendo 118 chefes de Estado, e a partir deste momento o conceito de *desenvolvimento sustentável*

abordado no relatório passou a ser sancionado pelas nações signatárias presentes (FELDMANN, 2002).

Os primeiros relatórios do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas<sup>1</sup> apontavam para a possível existência de interferência humana na mudança do clima global; as estimativas sobre a perda de biodiversidade genética eram progressivamente mais alarmantes; e a desertificação de áreas desmatadas, bem como a sobre-exploração dos oceanos, crescentes. Esses problemas, cada vez mais documentados em múltiplos relatórios do PNUMA, serviram como base para as discussões ambientais levadas a cabo na Conferência Rio-92 (CECAC, 2010).

Esses documentos representaram a resposta da comunidade internacional às crescentes preocupações sobre tendências de degradação do ecossistema global. É nesta conjuntura que são assinados vários documentos, entre os quais predominam três Tratados: a Convenção-Quadro das Nações Unidas para o Combate às Alterações Climáticas (UNFCCC); a Convenção sobre Diversidade Biológica, ou Convenção da Biodiversidade (CBD); e a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD). Nesse período, a noção da questão ambiental global ainda era recente e por primeira vez a comunidade internacional questionava-se acerca das instituições necessárias para a gestão do conceito (CECAC, 2010).

Desse modo, a partir da Rio-92, o debate em torno do conceito de desenvolvimento sustentável tornou-se mais normativo e ambíguo, e menos factual e pragmático, esvaziando em parte seu significado. A partir desse encontro, o PNUMA fica responsável pela elaboração de um conjunto de indicadores de sustentabilidade que permita avaliar os avanços das medidas acordadas durante a reunião.

Em anos posteriores, as conferências internacionais que se seguiram, como a “Rio+5” e a “Rio+10”, apresentaram enfoque predominantemente normativo, mais voltado para as discussões sobre a consolidação dos direitos das gerações futuras e também das gerações presentes dos países pobres, apresentando poucos resultados práticos e escassos comprometimentos políticos dos governos em prol da sustentabilidade global (JACOBI, 2005).

---

<sup>1</sup> O Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas, órgão criado em 1988 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para estudar majoritariamente o problema das mudanças climáticas. É um órgão intergovernamental aberto para os países membros do PNUMA e da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Durante a realização da Rio+5, em 1997, na sede da ONU em Nova Iorque, fica constatado que transcorridos cinco anos após a realização da Rio-92, muito pouco se havia avançado sobre os principais pontos a serem equacionados (atmosfera, energia, recursos hídricos, tecnologia e comércio internacional), principalmente nos assuntos relacionados à promoção de maior equidade social e redução da pobreza (FELDMANN, 2002).

Após 10 anos, em 2002, realiza-se novo encontro, conhecido como a “Cúpula do Milênio” ou “Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável”, posteriormente também conhecido como Rio+10, organizado pela ONU, em Johannesburgo, África do Sul. Os objetivos do encontro foram a implementação efetiva da Agenda 21 Global, a avaliação dos obstáculos encontrados para atingir as metas propostas na Rio-92 e a apresentação dos resultados alcançados ao longo dos dez últimos anos (ONU, 2002). Nessa reunião, verifica-se que a pobreza e a degradação ambiental haviam aumentado, pelo que constata-se não haver necessidade de determinação de nova Agenda, uma vez que os objetivos da Agenda 21 claramente ainda não haviam sido atingidos. Das reuniões oficiais da Rio+10, resultaram dois documentos principais: uma declaração política, que expressa os compromissos e os rumos para implementação do desenvolvimento sustentável; e um plano de ação, que estabelece metas e ações de forma a guiar a implementação dos compromissos assumidos pelos países (JURAS, 2002). Nessa conferência também foi firmado o papel fundamental da ciência como ferramenta para abordar as questões sobre desenvolvimento sustentável, com o objetivo de auxiliar o desenho e a implementação de políticas públicas. Algumas ferramentas essenciais apresentadas na Rio+10 incluíam os *‘marcos ordenadores’*<sup>2</sup> para a seleção e desenho dos *‘indicadores’* e *‘índices’* a serem adotados na análise da sustentabilidade (ONU, 2002).

Mais recentemente, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro (Brasil) em junho de 2012, marca o 20º aniversário da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), e o 10º aniversário da Cúpula Mundial sobre

---

<sup>2</sup> Os marcos ordenadores são desenvolvimentos teóricos que propõem estruturas analíticas flexíveis para fundamentar o processo de análise da sustentabilidade de uma atividade econômica, incluídas as etapas de seleção, desenho e interpretação de indicadores, assim como a organização dos dados e a comunicação dos resultados finais (BELL e MORSE, 2008).

Desenvolvimento Sustentável (Rio + 10) de Johannesburgo. O evento teve a participação de mais de uma centena de Chefes de Estado, além de representantes da sociedade civil e do setor privado. A “Rio+20” apresentou como objetivo garantir um compromisso renovado da comunidade internacional para o desenvolvimento sustentável, avaliar o progresso alcançado nos últimos dez anos para identificar lacunas na implementação das medidas acordadas na Conferência Rio+10, assim como enfrentar novos e emergentes desafios, como a ‘*economia verde*’<sup>3</sup> e a ‘*erradicação da pobreza*’ no contexto do desenvolvimento sustentável, bem como o ‘*quadro institucional*’ para implementação desse desenvolvimento (ONU, 2012).

Com relação aos dois primeiros temas, a ‘*economia verde*’ e a ‘*erradicação da pobreza*’, os debates incidiram sobre os desafios da adoção de um desenvolvimento que resulte em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduza significativamente riscos ambientais e escassez ecológica (ONU, 2012).

O desafio representado pela transição dos atuais sistemas produtivos em direção ao conceito de *economia verde*, esbarra na dependência em que se encontram as principais economias do mundo, de recursos naturais exauríveis, como o carvão, o petróleo e o gás. Nesse sentido, o incentivo ao emprego de tecnologias “mais limpas” demanda novos investimentos, por parte da iniciativa privada e pública, bem como a adoção de reformas políticas e mudanças na regulamentação (PNUMA, 2011).

Por sua vez, o terceiro ponto discutido na reunião, o ‘*quadro institucional*’, abordou formas para melhorar a coordenação e a eficácia das atividades desenvolvidas pelas diversas instituições do sistema ONU que se dedicam aos diferentes pilares do desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental). O evento discutiu o papel das instituições criadas na Rio-92, como a Comissão de Desenvolvimento Sustentável, encarregada da gestão do *Global Environment Facility* (GEF)<sup>4</sup>. Também tratou-se da

---

<sup>3</sup> A Economia Verde em contraposição com a atual Economia Marrom, considerada como degradante e poluente, consiste na adoção de tecnologias “verdes” por parte do sistema produtivo, que não só protejam o meio ambiente (menor emissão de carbono e poluição, emprego de fontes alternativas de energia, prevenção de perdas de biodiversidade e serviços ecossistêmicos) como gerem justiça social. Uma Economia Verde se caracteriza pelo foco dos investimentos em atividades que, visando tais resultados, aproveitam e potencializam o capital natural, social e humano, considerando em suas decisões os limites do planeta e os interesses sustentáveis da sociedade.

<sup>4</sup> O Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), criado pela comunidade internacional em 1991, constitui o principal mecanismo internacional de financiamento de projetos e programas de proteção do meio ambiente global. Por meio

evolução de uma série de acordos cruciais, incluindo a Declaração do Rio, a Agenda 21 e as marcantes “Convenções do Rio” (Mudança climática, Biodiversidade e Desertificação).

Em síntese, evidencia-se assim, como a partir da evolução da discussão sobre o conceito de *desenvolvimento sustentável*, ao longo dos encontros internacionais celebrados durante os últimos 25 anos, ganha destaque uma nova necessidade, a de mensurar a sustentabilidade através de sistemas de indicadores. Ou seja, a crescente preocupação internacional e nacional em relação ao desenvolvimento sustentável, gera cada vez mais a necessidade de adotar formas de medir como as mudanças nas atividades econômicas (produção e consumo) impactam na consecução do objetivo de crescimento sustentável desejado.

#### 2.1.1. O desenvolvimento sustentável na agenda política do Brasil

No caso do Brasil, o reconhecimento da abundância de seus recursos naturais pode-se dizer que remonta ao período do descobrimento, quando em carta datada de 1º de maio de 1500, enviada ao Rei de Portugal, o escrivão Pero Vaz de Caminha relata as belezas naturais e o patrimônio verde existentes no país (STURARI, 2006). Ao longo da história do país, em função das áreas de interesse econômico de cada época, os recursos naturais foram tradicionalmente empregados como meros recursos de produção e depositários de resíduos inaproveitáveis das atividades econômicas então vigentes. Durante grande parte da história, predominava a idéia de que os recursos naturais eram abundantes e infinitos, pelo que não se pensava em conciliar, de alguma forma, o crescimento econômico com a conservação dos recursos naturais, em muitos casos, escassos (OLIVEIRA e JUNIOR, 2004). Apenas recentemente, a partir da crise ambiental, evidenciada no final da década de 60, fruto da crise civilizatória de insustentabilidade ecológica da racionalidade econômica, nasce o conceito de sustentabilidade (LEFF, 2010). Nesse sentido, a relevância da preservação do meio

---

do GEF, o PNUMA apóia 139 países no cumprimento das obrigações assumidas em convenções ambientais e na criação de capacidades para implementá-las (MEYER-OHLENDORF e KNIGGE, 2007).

ambiente, bem como sua gestão, são relativamente novos no cenário nacional. Durante as últimas décadas, o país vem adotando instrumentos legais e criando órgãos públicos relacionados majoritariamente à área do meio ambiente (BEZERRA, 2007). No entanto, o conceito de sustentabilidade, na presente conjuntura nacional, ainda é predominantemente abordado pelo viés ambiental (COSTA NETO, 2006). Ainda não se traduz em efetiva consciência de novas formas de produção e consumo em um sentido amplo, que ademais de aspectos econômicos e ambientais, também incluem aspectos sociais e institucionais.

Durante os primeiros quatrocentos anos de história do Brasil, desde o período Colonial ao período do Império (1500 à 1889), a economia nacional dependia quase que exclusivamente da agricultura, e posteriormente da mineração, pelo que, os recursos naturais eram explorados com interesses predominantemente econômicos, nas atividades agrícolas, pecuárias e mineradoras. O interesse econômico-político vigente primava pela derrubada de grandes extensões de mata para o plantio de monoculturas destinadas à exportação, produzidas em larga escala e com baixos custos de produção, mediante a utilização de latifúndios e mão-de-obra escrava, no sistema de produção conhecido como *plantation*<sup>5</sup>. Tal modo de exploração empobrecia e exauria os solos, motivando o avanço do desmatamento para garantir a continuidade da produção dos cultivos lucrativos (DIAS, 2003). No entanto, ainda no período Imperial, em 1808, motivado pela pioneira consciência ambiental do segundo Imperador, Dom Pedro II, foi criado o Jardim Botânico do Rio de Janeiro, considerado como a primeira área de proteção ambiental, destinada à preservação de espécies e a promoção de estudos científicos (MARTINI, 2004).

Posteriormente, o período compreendido entre 1930 e 1960, caracterizou-se por um processo crescente de industrialização, acompanhada de urbanização, que inexoravelmente culminou em grandes impactos ambientais no país. Na fase da industrialização, que ocorreu preponderantemente devido ao processo de substituição de importações adotado pelo país, os investimentos realizados na construção de grandes pólos indústrias, bem como rodovias e ferrovias, aumentaram as emissões de

---

<sup>5</sup> *Plantation* é um modo de produção agrícola que predominou durante o período colonial, tanto no Brasil quanto nos demais países da América Latina, voltado para a exportação de *commodities* agrícolas para as metrópoles. Baseava-se na redução de custos de produção agrícola mediante o plantio de monoculturas em larga escala (latifúndios) e baixos custos de mão-de-obra (predominantemente escrava) (STEDILE, 2005).

poluentes e detritos indesejáveis no meio ambiente, intensificando a degradação ambiental. O resultado do processo de urbanização realizado sem planejamento, impactou de forma direta e imediata no meio ambiente, gerando desequilíbrios ambientais, assim como desintegração social e perda da identidade cultural (LEAL *et al.* 2008).

Assim, em função das mudanças socioeconômicas e ambientais ocorridas no cenário nacional, a partir dos processos de urbanização e industrialização, o país cria novas instituições e dispositivos legais para monitorar e acompanhar os novos investimentos que de alguma forma geram impactos negativos no meio ambiente. Contudo, nesse momento, apesar da preocupação respeito à preservação do meio ambiente ainda não apresentar caráter global, passa-se a adotar medidas voltadas para a preservação ambiental, ainda que de forma isolada.

Como pioneiras ações, citam-se os primeiros documentos legais de cunho ambiental criados no Brasil, como o Código das Águas (1934) e o Código de Minas (1964). Desde sua concepção, ambas normas impunham aos proprietários de terras o dever de explorar suas propriedades sem causar qualquer dano ao próximo, evitando a poluição do meio e conservando o mesmo. A seguir, órgãos ambientais foram criados para resolver os principais problemas urbano-industriais existentes, como o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), o Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DENOCS), a Patrulha Costeira (PC) e o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), para abordar aspectos ambientais relacionados respectivamente à falta de saneamento, urbanização, problemas provocados pelas secas e enchentes, e a conservação e preservação do patrimônio natural, histórico e artístico do país (BDTA, 2005).

Mais recentemente, a partir da década de 60, verifica-se um ponto de inflexão na preocupação ambiental, fruto da participação do país em convenções e reuniões internacionais. A partir desse momento, o Governo brasileiro enquanto signatário de acordos, pactos, termos de responsabilidade e tratados internacionais, passa a se comprometer de modo mais efetivo com a preservação do meio ambiente.

Em 1968, a partir da participação do país na Conferência Internacional sobre a Utilização Racional e a Conservação dos Recursos da Biosfera, promovida pela

UNESCO em Paris, foram definidas as bases para a criação, em 1970, do Programa Homem e a Biosfera (Programa MAB)<sup>6</sup>. O Brasil aderiu ao programa, em 1974 quando cria a Comissão Brasileira do Programa Homem e Biosfera (COBRAMAB), primeiro órgão nacional a analisar as interações entre o homem e o meio, ou seja, promover o conhecimento para implementar boas relações entre a população e o meio ambiente (RBMA,1999).

Em sequência, em 1972, o Brasil envia delegação para participar da Conferência das Nações Unidas para o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia, e passa a adotar medidas efetivas com relação ao meio ambiente criando agências responsáveis pela administração da questão ambiental e implantando um arcabouço legal e normativo (McCORMICK, 1992).

Assim, como saldo de sua participação na Conferência de Estocolmo, o Brasil passa a colocar em prática alguns pontos discutidos no encontro e, em 1973, cria a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA). O órgão propunha discutir a questão ambiental junto à opinião pública e dedicava-se a defender dois grandes objetivos: estar atento e monitorar a poluição, principalmente a de caráter industrial, mais visível, e proteger a natureza. Várias medidas legais foram tomadas posteriormente com o objetivo de preservar e conservar os recursos ambientais e de controlar as diversas formas de poluição (MMA, 2012).

Posteriormente, nas décadas de 80 e 90, consolida-se o arcabouço institucional de gestão ambiental no país. Em 1981, a partir da criação da SEMA, o Governo Federal institui a Política Nacional do Meio Ambiente. A nova política determinava a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com poderes regulamentadores e de estabelecimento de padrões de manejo do meio ambiente. A partir da criação desses órgãos, identificou-se a necessidade de elaborar a primeira lei ambiental no país, destinada à proteção da natureza. A Lei de Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) foi responsável pela inclusão do componente ambiental na gestão das políticas públicas e decisiva inspiradora da inclusão do capítulo sobre meio ambiente na Constituição de 1988.

---

<sup>6</sup> O Programa MAB (siglas derivadas do acrônimo inglês para “Man and Biosphere”), criado em 1970 pela UNESCO, foi um programa internacional dedicado ao ‘Homem e a Biosfera’ que tinha como objetivo ampliar o entendimento da relação entre os humanos e o meio ambiente, e promover o conhecimento, a prática e os valores humanos para implantar as boas relações entre as populações e o meio ambiente em todo o planeta.

Nesse sentido, a importância da PNMA reside na transformação da visão sobre a temática ambiental nos empreendimentos brasileiros, criando os alicerces que fundamentaram a evolução do país rumo ao desenvolvimento sustentável (FIORI *et al.*, 2006). Por sua vez, a Constituição de 1988 foi um passo decisivo para a formulação da política ambiental brasileira. Pela primeira vez na história de uma nação, uma constituição dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente, dividindo entre o governo e a sociedade a responsabilidade por sua preservação e conservação (IBAMA, 2012).

Na década de 90, o conceito de desenvolvimento sustentável ganha relevância no Brasil com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) e a conseguinte criação do Ministério do Meio Ambiente (MMA)<sup>7</sup>. A partir da Rio-92, foi adotado o conceito de sustentabilidade para a realização de uma Agenda para o século XXI (Agenda 21), com formulação marcadamente participativa, contemplando as questões ambientais, as questões sociais e os direitos humanos. Com enfoque na promoção da sustentabilidade enquanto processo de construção social, a Agenda 21, é constituída de ações que estabelecem os temas, projetos, objetivos, metas, planos e mecanismos de execução para os diferentes assuntos ambientais tratados na conferência. No processo de implantação nacional da Agenda 21, o MMA definiu como prioridade o incentivo e o apoio à adoção das '*Agendas 21 Locais*'.

No período mais recente, a Agenda 21 foi inserida como parte do programa do Plano Plurianual (PPA) do governo, o que lhe confere maior alcance e importância como política pública. O Governo Federal, para acompanhar evolução dos avanços das Agendas 21 Locais estabeleceu um sistema de monitoramento (o Sistema Agenda 21), realizado pelo IBGE através dos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) (MMA, 2011).

Evidencia-se assim, ao longo deste relato, como a participação do Brasil nas principais reuniões de cúpula internacionais impulsionou a nação, como signatária dos

---

<sup>7</sup> O Ministério de Meio Ambiente do Brasil foi criado em 1992, devido à repercussão internacional dos temas discutidos na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio 92). O MMA, órgão de hierarquia superior, foi criado com o objetivo de estruturar a política do meio ambiente, tendo como missão promover a adoção de princípios e estratégias para o conhecimento, a proteção e a recuperação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais, a valorização dos serviços ambientais e a inserção do desenvolvimento sustentável na formulação e na implementação de políticas públicas, de forma transversal e compartilhada, participativa e democrática, em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade (MMA, 2012).

principais acordos internacionais em matéria de meio-ambiente, a criar e implantar mecanismos de gestão ambiental. Atualmente, o país passa a adotar uma postura mais consciente acerca de suas atividades socioeconômicas e ambientais, mensurando e avaliando suas ações rumo ao desenvolvimento sustentável. Apesar das discussões atuais ainda estarem bastante voltadas para preservação da biodiversidade (IBGE, 2010b).

## 2.2. A sustentabilidade da agricultura

Com o advento da modernização da agricultura operada no século XX, sob o nome de '*Revolução Verde*'<sup>8</sup>, por causa dos métodos de produção adotados, houve uma intensificação da destruição da natureza pelos processos agrícolas. Estes processos inegavelmente maximizaram a produção de alimentos, todavia representaram um agravamento dos problemas ambientais, bem como socioeconômicos. Os desdobramentos da *Revolução Verde* e, principalmente, seus impactos ambientais, fizeram-se sentir a partir das décadas de 70 e 80, quando os chamados países desenvolvidos passaram a se dar conta dos problemas ambientais resultantes daquele modelo de agricultura (VIEITES, 2010).

Como resposta aos impactos socioeconômicos e ambientais negativos oriundos da '*agricultura convencional*', fomenta-se e inicia-se o debate sobre a sustentabilidade da agricultura, com a proposição de um desenvolvimento fundamentado na conservação dos recursos naturais, assegurando-se também às gerações futuras a utilização desses mesmos recursos. Resulta evidente que, dentre todos os setores econômicos que intervêm no desenvolvimento da humanidade, a agricultura apresenta indiscutível papel fundamental, na medida em que abastece o conjunto da população de bens básicos para a sua sobrevivência, como são os alimentos. De fato, pode-se afirmar que a existência de uma '*agricultura sustentável*' é condição *sine qua non* para

---

<sup>8</sup> O termo '*Revolução Verde*' refere-se ao modelo de produção agrícola baseado no uso intensivo de fatores de produção (principalmente agroquímicos, fertilizantes sintéticos e instrumentos mecânicos), adotado em escala mundial, após a 2ª Guerra Mundial, com a promessa de uma oferta maior de alimentos para erradicar a fome (GASPI e LOPES, 2008).

atingir um desenvolvimento verdadeiramente sustentável (CONWAY e BARBIER, 1990).

Entretanto, identificar as características básicas desse novo padrão produtivo não resulta tarefa fácil. Percebe-se que a discussão em torno do conceito '*agricultura sustentável*' permanece cercada de dúvidas e contradições, tanto no campo conceitual como operacional (EHLERS, 1999). Assim, *o que é realmente a agricultura sustentável?* A resposta para esta pergunta vem gerando um interessante debate científico sobre como compatibilizar o incremento da produção para satisfazer as necessidades de alimentos e fibras de uma população crescente, com a conservação dos recursos naturais empregados para tal produção (SANCHEZ *et al.*, 2012).

Nesse sentido, apesar de existirem inúmeras definições e enfoques alternativos, verifica-se certo consenso em definir a *agricultura sustentável* como aquela que cumpre os seguintes requisitos: a) Promover a suficiência alimentar, b) Conservar os recursos naturais e proteger o meioambiente, c) Ser economicamente viável e d) Ser socialmente aceitável, ou seja, equitativa e justa (REIJNDERS *et al.*, 1992).

Entretanto, apesar de que o enfoque anteriormente descrito resulte relativamente fácil de estabelecer, o desenvolvimento de uma definição mais aplicada de agricultura sustentável, a partir da qual se derivem metodologias pragmáticas que permitam avaliar o grau de sustentabilidade dos sistemas agrários reais, e que em última instância permitam subsidiar a tomada de decisão em matéria de políticas públicas, redundam em uma tarefa muito mais complicada de realizar (SANCHEZ *et al.*, 2011).

O conceito de *agricultura sustentável* não goza de significado unívoco. Ante a polissemia do termo, Hansen (1996) identifica dois grandes grupos de interpretação, diferenciados entre si segundo o enfoque de partida adotado: *normativo* ou *descritivo*.

A primeira visão apresenta caráter normativo (prescritivo) e considera a sustentabilidade como um '*enfoque*' ou uma '*diretriz*' para guiar a evolução da agricultura. Essa interpretação surge como resposta aos impactos socioambientais negativos provocados pela agricultura '*convencional*', e objetiva a promoção de formas '*alternativas*' de exercer a agricultura (tais como a agricultura ecológica, a agricultura de conservação, etc.), através das quais, os autores acreditam poder superar tais problemas (SCHALLER, 1993). Os defensores dessa primeira visão interpretam a

sustentabilidade da agricultura mais como uma aproximação ideológica do que científica, contemplando exclusivamente aspectos relativos às tecnologias de produção adotadas (SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, 2009).

Entretanto, esta definição não pode ser considerada válida sob uma perspectiva científica por três motivos, tal como evidenciam Hansen (1996), Smith e McDonald (1998), Qiu *et al.* (2007) e Gómez-Limón e Riesgo (2008):

- Baseia-se na pressuposição de que práticas alternativas de agricultura são mais benéficas do que as convencionais do ponto de vista ambiental, sem apresentar resultados estatísticos de comprovação;
- Práticas de agricultura consideradas sustentáveis em países desenvolvidos podem não sê-lo em outros;
- Visão ideologicamente distorcida acerca da agricultura convencional.

A segunda visão apresenta um caráter positivo (descritivo), e qualifica a sustentabilidade como uma *'propriedade'* intrínseca da agricultura. Neste sentido, um sistema agrário seria sustentável se fosse capaz de satisfazer um conjunto diversificado de objetivos de forma contínua no tempo. Em outras palavras, um sistema agrário seria sustentável quando as taxas de intercâmbio entre os objetivos considerados pela valoração pública de seu desempenho: *objetivos econômicos* (como o crescimento da renda dos produtores e a manutenção da estabilidade macroeconômica), *objetivos sócio-culturais* (como a equidade ou a cobertura das necessidades alimentares básicas) e *objetivos ambientais* (como a proteção dos ecossistemas ou a regeneração dos recursos naturais), atingissem valores aceitáveis para o conjunto da sociedade (HEDIGER, 1999; KATES *et al.*, 2001; STOORVOGEL *et al.*, 2004).

Nessa linha, interpreta-se a agricultura como uma atividade multifuncional, capaz de fornecer ao conjunto da sociedade em que se insere, elementos positivos de suas *funções 'econômica'* (atividade rentável), *'social'* (divisão justa e equitativa da riqueza gerada) e *'ambiental'* (compatível com a manutenção dos ecossistemas naturais) (SOARES, 2001). Outrossim, alguns autores identificam determinadas *propriedades*<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Segundo Masera *et al.* (1999), um sistema agrário para ser considerado sustentável deve apresentar um conjunto de 7 propriedades: a) *Produtividade* (capacidade do agroecossistema de gerar o nível desejado de bens e serviços por unidade de insumo); b) *Estabilidade* (busca de constância da produtividade no longo prazo); c) *Confiança*

consideradas como inerentes aos sistemas agrários sustentáveis, tais como: produtividade, estabilidade, confiança, resiliência, adaptabilidade, equidade e autonomia (CONWAY, 1985; MASERA *et al.*, 1999; ASTIER *et al.*, 2000, ALTIERI, 2002; MÜLLER, 1997). Ambas interpretações multiatributo tem contribuído para descentralizar a atenção exclusiva na produtividade dos sistemas agrários, normalmente considerada, por norma tácita, como sendo a única variável-chave de valoração da sustentabilidade (GLIESSMAN, 2001).

No entanto, essa segunda visão sobre o conceito de sustentabilidade da agricultura não está isenta de problemas de caráter operativo, sejam eles: a) Problemas de natureza temporária e b) Dificuldade de determinar as preferências da cidadania com relação ao conceito de agricultura sustentável (BECKER, 1997).

Com o intuito de superar as dificuldades antes referidas, desde uma perspectiva eminentemente pragmática, vem sendo consolidada a ideia de que a valoração empírica da sustentabilidade da agricultura deva estar baseada na três dimensões do conceito: econômica, ambiental e social. Nesse sentido, ante a inexistência de significado unívoco do termo, o único consenso existente em literatura parece consistir na interpretação conjunta das dimensões que compõem os pilares da sustentabilidade (SANCHEZ *et al.*, 2012).

Neste sentido, o largamente difundido esquema do triângulo da sustentabilidade proposto por Munasinghe (1993) identifica as seguintes três dimensões (NETO apud LAGE e BARBIERI, 2001):

- *Sustentabilidade na dimensão econômica.* Inclui a criação de mecanismos para um novo sistema produtivo, integrado e de base local, nos quais sejam estimuladas a diversidade e a complementaridade de atividades econômicas, gerando uma cadeia de iniciativas de modo que a agricultura, a indústria, o comércio e setor de serviços

---

(capacidade do sistema de manter os benefícios desejados em níveis próximos do equilíbrio, reagindo a perturbações normais do ambiente, sem aumentos ou decréscimos importantes na produtividade); d) *Resiliência* (habilidade do ecossistema de, após a ocorrência de perturbações graves, retornar à sua capacidade de manutenção das condições de vida de populações e espécies); e) *Adaptabilidade* (capacidade do sistema de encontrar novos níveis de equilíbrio, mantendo determinado nível de produtividade após mudanças ambientais de longo prazo); f) *Equidade* (capacidade do sistema distribuir de forma justa, aos beneficiários humanos, os custos e benefícios resultantes, intra e intergeracionalmente) e g) *Autonomia* (capacidade de regular e controlar as interações do sistema com o exterior). No entanto, o problema de conferir conteúdo empírico à esta interpretação da sustentabilidade, baseada em propriedades dos agroecossistemas, se complica devido às distintas escalas geográficas nas quais é possível efetuar a análise (HOWE, 1997).

gerem melhorias nas condições de vida para todos os sistemas envolvidos, quer sejam sociais ou naturais.

- *Sustentabilidade na dimensão ambiental.* Inclui a gestão integrada dos recursos naturais, manejo sustentável dos recursos, a preservação, a reciclagem e reutilização, o combate ao desperdício, a conservação de recursos finitos, mantendo-se uma ética ambiental mais solidária com a natureza e as gerações futuras.
  
- *Sustentabilidade na dimensão social.* Inclui o atendimento às necessidades essenciais de uma sociedade, como saúde, educação, habitação, infra-estrutura e saneamento básico, bem como a garantia dos direitos fundamentais do ser humano, como também o trabalho de redução das desigualdades sociais, combatendo prioritariamente a pobreza.

Ademais, nos últimos anos vem se consolidando o estudo de uma quarta dimensão da sustentabilidade, a institucional. Recomendada inicialmente pelo 'Livro Azul' da ONU (1996) e aprofundada por Lehtonen (2004), a análise da dimensão institucional da sustentabilidade, adotada pioneiramente no caso brasileiro pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010b), faz-se necessária no contexto nacional, aonde o aumento da auto-suficiência organizativa do produtor assim como a atuação das principais instituições (não necessariamente governamentais) responsáveis por temas de desenvolvimento sustentável, constituem as entidades últimas capazes de levar a cabo as medidas referentes aos outros três pilares da sustentabilidade (SANCHEZ *et al.*, 2011).

Assim, o caráter multifuncional da atividade estaria correlacionado às múltiplas dimensões da sustentabilidade, pelo que desde uma perspectiva científica, esta abordagem apresentaria a virtude de permitir sua quantificação, utilizando-se para isso, sistemas de indicadores que abarquem cada uma dessas dimensões (BELL e MORSE, 2008).

Verifica-se, assim, que no Brasil e também nas demais nações, o entendimento desse caráter multifuncional da agricultura é a chave para a análise do desenvolvimento sustentável da atividade agrícola.

### 2.2.1. A sustentabilidade da agricultura no Brasil

O Brasil, país de dimensões continentais, que guarda desigualdades sociais e econômicas acentuadas, tem sua história marcada pela agricultura. Desde o século XVI, quando o Brasil colônia era exportador de pau-brasil, até os dias de hoje, a riqueza do país se apóia na produção de produtos primários, com a exportação de produtos agrícolas respondendo por parte importante do Produto Interno Bruto (PIB) (ASSAD e ALMEIDA, 2004).

Nas últimas décadas a agricultura apresentou tendência de queda na composição do PIB, porém, ainda é responsável por uma produção que representa aproximadamente 8% do PIB com participação de 5,175 milhões de estabelecimentos agropecuários, que em 2006, segundo o último Censo Agropecuário, absorviam cerca de 16 milhões de pessoas (IBGE, 2007). Portanto, a agricultura ainda apresenta importância econômica e social superior à sugerida nas contas nacionais, em razão das demandas que sua atividade produtiva gera para os demais setores de atividades econômicas, e de seu papel na oferta de alimentos a preços adequados ao perfil de renda da população. Portanto, o desempenho do setor deve ser considerado estratégico para a economia e para a sociedade brasileira (BUAINAIN e DEDECCA, 2010).

Até a década de 50, o crescimento da produção agrícola no Brasil se dava basicamente por meio da expansão da área cultivada. Na década de 60, o uso de máquinas, adubos e defensivos químicos, passou a ter, também, importância no aumento da produção agrícola. De acordo com os parâmetros da chamada '*Revolução Verde*', incorporou-se determinado pacote tecnológico à agricultura, com vistas ao incremento de produtividade dos fatores, tendo a mudança da base técnica resultante

passado a ser conhecida como '*modernização da agricultura brasileira*' (SANTOS, 1986).

A partir da década de 70, em parte pela fase conclusiva do processo de substituição de importações e pela internalização de indústrias produtoras de bens de capital e de insumos modernos (entrada no país de multinacionais produtoras de tratores, fertilizantes, herbicidas etc.) observa-se aumento da modernização da agricultura brasileira. O maior incremento no uso de insumos agrícolas coincide justamente com a entrada dessas empresas no país. A partir de então, o desenvolvimento da agricultura não pode mais ser visto como autônomo. A dinâmica industrial passou a comandar, definitivamente, o desenvolvimento da agricultura, convertendo-a num ramo industrial, que compra insumos e vende matérias-primas para outros ramos industriais (MARTINE, 1990).

A modernização da agricultura estava então vinculada à adoção de um pacote tecnológico associado aos financiamentos concedidos pelo governo, o que proporcionou notável crescimento da produção agrícola. Entretanto, a política de créditos era onerosa para o Estado e os prejuízos foram ficando mais explícitos, à medida que as taxas de inflação aumentavam e as instituições financeiras e o próprio governo sofriam de escassez de recursos (BACHA e ROCHA, 1998).

Na década de 80, em função do agravamento da crise fiscal e da crise inflacionária, houve uma diminuição considerável da utilização dos tradicionais instrumentos de política agrícola, como a política de crédito agrícola subsidiado. A primeira reação do setor foi exercer pressão em favor da retomada dos mecanismos de crédito, sob a alegação de riscos de estagnação (ARAÚJO e NASCIMENTO, 2004).

No Brasil, dois setores contribuem para a participação significativa da agricultura comercial no PIB: o agronegócio e a agricultura familiar. Nos últimos anos, porém, nos meios acadêmicos brasileiros e no debate social sobre o papel do agronegócio e da agricultura familiar, tem sido comum apresentar esses dois "setores" como tendo interesses muito antagônicos. Vários estudos têm provado que, além de empregar um contingente significativo de pessoas, um segmento consolidado da agricultura familiar tem contribuído muito para as exportações e para o atendimento do mercado interno, em nada devendo às dinâmicas produtivas do agronegócio. Assim, parece equivocado

associar agronegócio unicamente à agricultura patronal, bem como associar a agricultura familiar exclusivamente à produção de subsistência (ASSAD e ALMEIDA, 2004).

Do ponto de vista ambiental, toda agricultura destinada à comercialização, independentemente da escala de produção e da mão de obra empregada (agricultura familiar ou agricultura patronal), realizada conforme o paradigma da modernização, tem gerado inúmeros impactos ambientais. No Brasil, tem-se que, 75% das emissões de gases que provocam o efeito estufa são derivados das práticas agrícolas, através das queimadas e desmatamentos (BERMANN, 2008). Por sua vez, o desmatamento da Amazônia brasileira para expansão da fronteira agrícola, em 2003, chegou a 16,3% (INPE, 2004). Outro aspecto preocupante em matéria ambiental, é o uso de agroquímicos, no qual o país é líder mundial em consumo, segundo o último relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (ANVISA, 2011).

Do ponto de vista social, a industrialização da agricultura com base na política de créditos agrícolas ocasionou a descapitalização e a conseguinte expulsão continuada de vários agricultores do campo. Como reação a esse fenômeno, surgiram diversos movimentos sociais ao longo da década de 80 que empreenderam lutas pela redistribuição das terras e por formas alternativas de vida no campo, e, em diversos espaços, manifestaram-se as resistências de grupos múltiplos (camponeses, indígenas, artesãos, agricultores familiares, etc.) frente às grandes corporações do agronegócio (WEDIG, 2009).

Assim, em decorrência do modelo de produção agrícola insumo-intensivo adotado, verifica-se, no final da década de 80 e início dos anos 90, o surgimento de um movimento mundial de preocupação com os impactos socioeconômicos e ambientais gerados pela agricultura. Sendo o Relatório Brundtland (CMMAD, 1987), considerado como o marco inicial do alarme, são necessárias outras formas de se fazer a agricultura, levando em conta a sustentabilidade dos agroecossistemas (GASPI e LOPES, 2008).

No Brasil, a busca pela '*agricultura sustentável*' apresenta décadas de história ao lado de inegáveis avanços em produtividade e uma série de impactos ambientais e sociais (EHLERS, 1999). No entanto, somente a partir de 1997, através da construção

da Agenda 21 brasileira, acordada após a Conferência Rio-92, a *agricultura sustentável* foi finalmente considerada como tema central integrante da agenda política do Brasil. Tal preocupação fez com que a sociedade brasileira se debruçasse sobre o tema em diversos seminários ocorridos ao longo dos últimos anos, para a elaboração da agenda 21 brasileira em relação à agricultura sustentável (BEZERRA e VEIGA, 2000).

Constata-se, pois, que a atividade agrícola, reconhecidamente essencial para a produção de produtos de primeira necessidade para o bem-estar humano, gera também inúmeros desafios. Embora atualmente no Brasil, a sustentabilidade da agricultura seja defendida e almejada por diferentes setores produtivos e por diferentes segmentos sociais, ela ainda se apresenta utópica (ASSAD e ALMEIDA, 2004), havendo poucos estudos relacionados à análise quantitativa da sustentabilidade.

### 2.3. Análise quantitativa da sustentabilidade da agricultura

Historicamente, o emprego de indicadores vem sendo amplamente utilizado como instrumento para a avaliação do estado de desenvolvimento social e econômico de países e regiões. No entanto, somente a partir do início dos anos 80, no que concerne à análise quantitativa da sustentabilidade, começam a ser desenvolvidos conjuntos de estatísticas e de indicadores visando avaliar de que forma a ação humana impacta sobre o meio ambiente (BARDE, 1993). A partir da celebração da Conferência Rio-92, o debate em torno do conceito *desenvolvimento sustentável* torna-se mais pragmático e as pesquisas sobre indicadores de sustentabilidade como forma de medir seu grau de alcance ganham relevância. Concretamente, no que concerne à sustentabilidade da agricultura, também a partir desse encontro, os governos passam a reconhecer o aspecto multifuncional da agricultura, particularmente com relação à segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável.

Como formas de avaliar a sustentabilidade da atividade agrícola, Hansen (1996) e Smith e McDonald (1998) identificam quatro diferentes enfoques metodológicos:

- *Indicadores e índices de sustentabilidade.* Enfoque baseado na interpretação da sustentabilidade como uma *'propriedade intrínseca'* que apresentam os sistemas agrários de satisfazer as preferências da sociedade, que pode ser medida de forma aproximada mediante indicadores e índices de sustentabilidade. A principal vantagem desse enfoque consiste em tornar operativo o conceito de sustentabilidade da agricultura, permitindo sua mensuração, ainda que de forma aproximada e não isenta de críticas. A principal desvantagem desta abordagem reside na dificuldade de diagnosticar as causas de insustentabilidade assim como avaliar os efeitos das intervenções propostas (SMITH e McDONALD, 1998). No entanto, com relação a esta última dificuldade, mesmo para um horizonte de tempo relativamente curto, novos estudos tentam incluir a dimensão temporal da sustentabilidade no enfoque dos indicadores e índices, para poder identificar como as necessidades sociais variam ao longo do tempo.

- *Tendências temporais.* Conjunto de metodologias que analisam a sustentabilidade em termos de identificação de tendências de mudanças (direção e grau) das propriedades dos sistemas agrários ao longo do tempo. Apesar de considerar o aspecto temporal da sustentabilidade, esta abordagem apresenta duas desvantagens: a) a dificuldade de inferir mudanças nos níveis de sustentabilidade da agricultura, mediante estatísticas e séries temporais, devido ao pouco tempo de existência do conceito bem como a falta de consenso sobre os métodos de sua medição e b) a incapacidade de determinar a sustentabilidade (ou a insustentabilidade) dos sistemas nos casos em que os *inputs* e os *outputs* sofram aumento (ou redução) ao mesmo tempo (MONTEIH, 2000). Por último, diferentemente da primeira abordagem (indicadores e índices), este enfoque e os dois seguintes, embora considerem o aspecto temporal da sustentabilidade, não permitem a inclusão das necessidades e das demandas sociais nas avaliações que realizam.
  
- *Resiliência e sensibilidade.* Enfoque baseado na capacidade do sistema de permanecer sustentável ao longo do tempo. O significado de sustentabilidade para este enfoque não goza de significado unívoco, variando entre os autores desde a manutenção da capacidade produtiva (BLAIKIE e BROOKFIELD, 1987; LYNAM e HERDT, 1989; JODHA, 1990), a agricultura como principal uso da terra (HAMBLIN, 1991), o tempo de vida do sistema agrícola (HILDEBRAND, 1990) até a capacidade de superar eventos exógenos inesperados (ALTIERI, 1987; CONWAY, 1985; CONWAY e BARBIER, 1990). Assim, a maior dificuldade desta abordagem é a obtenção de uma medição adequada de ambos atributos (resiliência e sensibilidade) do sistema agrário analisado (SMITH e McDONALD, 1998).
  
- *Simulação.* Os modelos de simulação da dinâmica do solo e das culturas também podem ser empregados para a avaliação da sustentabilidade quando são desenvolvidos para avaliar os impactos de diferentes alternativas de intervenção no longo prazo (HANSEN e JONES, 1996). A limitação desse enfoque reside na capacidade dos modelos de simulação de prever o comportamento futuro de

sistemas tão complexos como os agrários.

A mensuração da sustentabilidade através de um conjunto de indicadores, levada à cabo pioneiramente pelo PNUMA, em 1995, vem sendo popularizada pelo que atualmente, observam-se governos e agências aplicando substanciais recursos para o desenvolvimento e implementação dos indicadores de sustentabilidade. A importância da obtenção de indicadores de sustentabilidade reside na possibilidade de proporcionar aos responsáveis políticos, um parâmetro que apresente informações, de forma concisa e representativa, de modo que estas possam ser facilmente compreendidas e usadas no processo de tomada de decisão política (MOLDAN e DAHL, 2007).

De acordo com a OCDE (1993), de forma geral, um indicador é um parâmetro que identifica e fornece informações ("*um instrumento que indica algo*") sobre um atributo (característica, qualidade, propriedade) de um sistema objeto de análise (processo, meio ambiente ou área), com um significado que se estende para além do valor diretamente associado ao parâmetro. Mais concretamente, um indicador é uma variável explicativa e/ou descritiva, considerada isoladamente ou combinada com outras, para quantificar e simplificar um fenômeno, facilitando o entendimento de realidades complexas e informando sobre mudanças em um sistema (COSTA, 2010).

Segundo Claverias (2000), os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos. Os indicadores quantitativos (ou objetivos) são aqueles quantificáveis de forma exata ou generalizada, podendo ser de medida direta ou indireta (*proxy*). Por sua vez, os indicadores qualitativos (ou subjetivos) fazem referência à informações baseadas em percepções subjetivas da realidade quando esta é difícil de quantificar.

Um indicador deve permitir: a) Avaliar condições e tendências; b) Comparar lugares e situações em relação a metas e objetivos; c) Permitir um alerta precoce; e d) Antecipar condições e tendências futuras (ROBLETO, 2004).

Desde uma perspectiva científica, a abordagem da sustentabilidade como sendo um compêndio de dimensões, apresenta a virtude de permitir sua quantificação, utilizando-se para isso, sistemas de indicadores que abarquem cada uma das dimensões analisadas (BELL e MORSE, 2008). No que concerne ao cálculo de indicadores relativos aos aspectos econômicos e sociais, cabe afirmar que já se dispõe

de análises teóricas suficientemente contrastadas e suscetíveis de aplicação empírica. Entretanto, a definição de indicadores ambientais, se apresenta algo menos desenvolvida, apesar de que se constatam importantes avanços nesta linha ao longo da última década. Tais avanços se devem tanto aos trabalhos desenvolvidos no âmbito de instituições internacionais como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1999a, 1999b, 1999c e 2001) e a Agência Europeia do Ambiente (AEA, 2005 e 2006), como pelas contribuições de diferentes grupos de pesquisadores que vêm imprimindo suas propostas na literatura científica (BROUWER e CRABTREE, 1999; VAN DER WERF e PETIT, 2002; NIEMEIJER, 2002; PAYRAUDEAU e VAN DER WERF, 2005). No que se refere aos indicadores institucionais, apesar de sua crescente importância, as contribuições ainda resultam incipientes (IBGE, 2010a).

Em relação à aplicação de indicadores para medir a sustentabilidade da agricultura tem-se a contribuição de diversos pesquisadores em nível internacional como Brouwer e Crabtree (1999); Van der Werf e Petit (2002) e Payraudeau e Van der Werf (2005) e ainda trabalhos incipientes em nível nacional como Jesus (2003); Verona (2008), Correa (2007) e Rodrigues e Campanhola (2003).

Segundo Bell e Morse (2008), o uso de indicadores apresenta determinados problemas:

- *Correta seleção, organização e desenho dos indicadores.* O problema relacionado à *seleção* reside na difícil definição do número total de indicadores que deverão integrar o conjunto da análise. Nesse sentido, Rigby *et al.* (2000) sugere: a) Selecionar uma lista final com o menor número possível de indicadores, ainda assim capaz de abordar os principais aspectos da sustentabilidade do sistema objeto de análise; e b) Evitar selecionar indicadores altamente correlacionados para não incorrer no problema da dupla contagem.

Para enfrentar as dificuldades relacionadas à *organização e seleção de indicadores*, a literatura científica sugere o emprego de '*marcos ordenadores*'. Tais marcos permitem realizar uma cuidadosa e equilibrada seleção inicial e organização dos indicadores. Ou seja, sem o emprego de um marco metodológico de partida, qualquer seleção de indicadores derivaria em um processo de análise incompleto, *ad hoc*, baseado exclusivamente na experiência ou no interesse de pesquisa dos

autores, podendo assim resultar denso em algumas áreas do conhecimento e difuso ou simplesmente ignorante em outras (BOSSEL, 1999).

Ainda com relação às dificuldades de *seleção de indicadores*, os autores comumente adotam os chamados '*critérios de seleção*'. Nesse sentido, citam-se os sete critérios propostos por Sauvenier *et al.* (2006): a) Sensibilidade à mudanças espaço-temporais; b) Base de análise sólida; c) Mensurabilidade d) Transparência; e) Relevância política; f) Possibilidade de transferência; e g) Relevância para a sustentabilidade do sistema em questão.

- *Análise simultânea de conjuntos de múltiplos indicadores*. Problema relacionado à forma de comunicação dos resultados finais. Consiste na dificuldade de interpretar de forma conjunta resultados compostos por múltiplos indicadores, o que em última instância, poderá tolher a utilização dos mesmos como ferramenta prática de apoio à tomada de decisões públicas. A análise conjunta de um grande grupo de indicadores por vezes não é tarefa fácil. Para solucionar este problema, especialistas recomendam a aplicação de métodos de sintetização desses conjuntos multidimensionais em *indicadores sintéticos (ou índices)*. A solução da sintetização de indicadores vem sendo amplamente utilizada no contexto agrário, entre outros, por Andreoli e Tellarini (2000), Hajkowicz (2006), Pirazzoli e Castellini (2000), Qiu *et al.* (2007), Rigby *et al.* (2000), Sands e Podmore (2000), Stockle *et al.* (1994) e van Calker *et al.* (2005). No entanto, a sintetização tem sido criticada pelo caráter 'subjetivo' dos métodos empregados (concretamente a escolha das formas funcionais para a agregação e a ponderação dos diferentes indicadores individuais), como comentado por Ebert e Welsch (2004), Hueting e Reijnders (2004), Böhringer e Jochem (2007), Morse *et al.* (2001) e Munda (2008).

Nesse sentido, evidencia-se como o emprego de indicadores para a avaliação da sustentabilidade da agricultura, deve ser inserido dentro de um contexto maior de análise, composto por diversas etapas (desenho, seleção, organização e comunicação de resultados), justificando-se assim, o desenvolvimento e a adoção de estruturas mais complexas para a avaliação da sustentabilidade, como são os *marcos ordenadores*.

Resulta evidente que a utilidade de selecionar um conjunto de indicadores depende em última instância da existência de um modelo conceitual de partida que permita guiar todo o processo de avaliação (ANTEQUERA, 2005).

### 2.3.1. Propostas metodológicas de análise da sustentabilidade da agricultura mediante indicadores

Com a popularização do termo '*desenvolvimento sustentável*' uma nova preocupação foi incluída na pauta das agendas políticas dos países: a necessidade de medir a sustentabilidade dos agroecossistemas mediante indicadores. Assim, intensificaram-se as pesquisas sobre indicadores de sustentabilidade da agricultura, procurando definir, de forma mais objetiva, conceitos, enfoques e critérios para a construção dos mesmos, bem como instrumentos adequados para a avaliação da sustentabilidade em diferentes contextos (MOURA, 2002).

Em relação à sustentabilidade da agricultura, considerando-se as diferentes contribuições disciplinares, faz-se necessário um conjunto de instrumentos e métodos construídos para analisar as condições e modalidades de exploração agrícola do meio pelas comunidades rurais, em toda a sua diversidade e complexidade. Assim, a adoção de uma metodologia que seja transparente e não deixe dúvidas sobre quais princípios estão na base do processo, tanto para a determinação do indicador quanto para a sua leitura e interpretação final, torna-se algo não trivial no processo de mensuração da sustentabilidade da agricultura. Resulta então evidente a necessidade de adotar os chamados '*marcos ordenadores*' para guiar o processo de escolha e análise dos indicadores de sustentabilidade.

De modo mais preciso, os '*marcos ordenadores*' são desenvolvimentos teóricos que propõem estruturas analíticas flexíveis para fundamentar o processo de análise da sustentabilidade de uma atividade econômica, incluídas as etapas de seleção, desenho e interpretação de indicadores, assim como a organização dos dados e a comunicação dos resultados finais (BELL e MORSE, 2008). Um *marco ordenador* pode ser entendido como uma proposta de se organizar indicadores em categorias, ou pode estar

relacionado à uma concepção teórica, específica ao tema estudado, facilitando, desse modo, a interpretação e a análise dos resultados apresentados (NETO, 2006).

Convém destacar que a prática totalidade dos marcos metodológicos desenvolvidos até a presente data, apresenta-se em linha com os 'Princípios de Bellagio'<sup>10</sup> (HARDI e ZDAN, 1997). Conforme estes princípios, resulta evidente que a seleção de indicadores não deve de representar um fim *per se*, mas sim constituir uma etapa integrante de um processo de avaliação maior.

De forma geral, estes procedimentos têm início, com a caracterização geral do espaço que será avaliado, de acordo com a escala geográfica considerada. Dentro dessa realidade é efetuado um levantamento dos aspectos que têm relevância para a sustentabilidade do agroecossistema. A partir desses aspectos, desenvolvem-se, então, os indicadores como ferramentas de avaliação das condições de sustentabilidade (HANSEN, 1996). Assim, um *marco ordenador* parte da adoção de um determinado tipo de modelo conceitual desde o qual o modelizador procura analisar a realidade observada (HARDI e ZDAN, 1997). Como expressa Kammerbauer (2001), em função do modelo conceitual de partida, os marcos *metodológicos* de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores podem ser classificados em três tipos:

- **Marcos analíticos:** marcos baseados em *modelos causais*, ou seja, em um processo analítico que procura identificar as relações de causa e efeito do sistema analisado.

Este enfoque parte do pressuposto que os sistemas ambientais provêm recursos naturais e assimilam os resíduos das atividades de produção e consumo, sendo o uso racional dos recursos o paradigma que rege essa interação. A análise da sustentabilidade no contexto desses marcos consiste na aplicação de um modelo de *estímulo-estado-resposta*, ou seja, um modelo causal. Desenha-se um menu de cadeias de causa-efeito-resposta do sistema ecológico, a partir das quais derivam-se

---

<sup>10</sup> Os dez Princípios de Bellagio surgiram como resultado do debate científico levado a cabo na Conferência sobre "Medida do Desenvolvimento Sustentável", organizada pelo Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD), e celebrada em 1996 na cidade italiana de Bellagio. O debate centrou-se na necessidade de que qualquer processo de medida e avaliação da sustentabilidade deveria ser guiado por uma visão operativa do desenvolvimento sustentável baseada em objetivos claros, com adoção de um enfoque compreensivo e holístico. O compêndio dos resultados da Conferência (Os Princípios de Bellagio) foi publicado no ano seguinte por Hardi e Zdan (1997). Tal publicação consiste em uma das poucas declarações oficiais que sugerem uma base conceitual teórica acerca dos requisitos a serem considerados no desenho e seleção de indicadores de sustentabilidade.

os indicadores de sustentabilidade. Os indicadores assim levantados permitem monitorar e avaliar as mudanças nas estruturas e nas funções dos ecossistemas. Entretanto, os marcos analíticos apresentam algumas limitações, como por exemplo: a impossibilidade de estabelecer os valores limites dos indicadores mediante critérios científico-ecológicos, a existência de fatores exógenos físicos e biológicos inesperados, de difícil previsão, e que exerçam influência sobre o sistema, ou a identificação das complexas relações ecológicas entre as espécies (MANGEL *et al.*, 1993; KAMMERBAUER, 2001).

Como exemplos de marcos metodológicos de desenho e análise de indicadores de sustentabilidade mediante o enfoque analítico citam-se os amplamente difundidos marcos: PER (OCDE, 1993), DPSIR (AEA, 1995) e o enfoque de sistemas (MÜLLER, 1997), além das experiências setoriais como o Marco CIFOR (CIFOR, 1999) para florestas.

- **Marcos sistêmicos:** marcos baseados em *modelos sistêmicos* que propiciam uma interpretação sistêmica do sistema<sup>11</sup>.

Neste enfoque, o sistema econômico-social é interpretado como parte integrante do agroecossistema, pelo que as regras ecológicas determinam as regras econômicas e sociais. O pressuposto de base é que a complexidade ambiental não permite que o ser humano entenda o funcionamento dos sistemas em sua totalidade. Reconhece-se a existência de suficiente conhecimento científico sobre estes sistemas abertos, cujos processos de evolução, por serem incertos, dinâmicos e em parte irreversíveis, encontram-se fora do alcance da compreensão humana. Esta ignorância e a incerteza levam à priorização das “regras de dedo” (O’Connor, 1994), ou seja, ao invés de realizar-se medições exatas, busca-se identificar os princípios gerais (ou atributos de caráter fundamental) dos ecossistemas e os respectivos impactos humanos mediante mapas sistêmicos (CONWAY, 1994). Diferentemente dos marcos analíticos que empregam modelos causais, os marcos sistêmicos

---

<sup>11</sup> Os sistemas são estruturas complexas, que se caracterizam por apresentar uma grande variedade de componentes, possuindo funções especializadas, constituindo-se eles mesmos em sub-sistemas dentro de um sistema maior, organizados em níveis hierárquicos, mantendo numerosas e diversificadas interrelações ou ligações. Em suma, apresentam elevado grau de complexidade, o que dificulta sua análise, não resultando diferente para os sistemas agrários (WÜNSCH, 2010).

empregam modelos de relações sistêmicas.

Nos marcos sistêmicos, os indicadores de sustentabilidade são derivados dos pontos críticos previamente identificados para cada um dos princípios do agroecossistema de estudo. Uma vez que a complexidade dos agroecossistemas costuma ser de difícil mensuração, o resultado desse enfoque sistêmico costuma gerar indicadores majoritariamente qualitativos (van CAUWENBERGH *et al.*, 2007) posteriormente agregados em '*indicadores sintéticos*', como por exemplo: os índices de impacto ambiental e capacidade de carga (EHRlich e HOLDREN, 1971), a mochila ecológica (SCHMIDT-BLEEK, 2004), a pegada ecológica (WACKERNAGEL e REES, 1996), os balanços energéticos (SCHROLL, 1994) e os índices do Projeto INSURE (CARATTI *et al.*, 2005), entre outros.

Como exemplos de marcos sistêmicos merecem destaque o Marco SARN (CAMINO e MÜLLER, 1993) desenvolvido pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), o Marco *Dashboard of Sustainability* (HARDI e ZDAN, 2000) desenvolvido pelo *International Institute for Sustainable Development* (IISD) e o Marco Apoiado Novo-Rural (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003) desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

- **Marcos normativos:** marcos baseados em *modelos hierárquicos*, aonde os objetivos para alcançar um conteúdo disciplinar específico apresentam-se listados de forma hierárquica (seguem os passos do planejamento voltado para objetivos). Sob este enfoque, o conceito de sustentabilidade requer uma abordagem multidimensional, considerando aspectos ambientais, econômicos e sociais. A opção de analisar a sustentabilidade em dimensões é uma abordagem normativa que permite definir objetivos ou metas de sustentabilidade para setores econômicos ou unidades produtivas. A vantagem desse procedimento é seu aspecto participativo que permite a troca de informações entre as partes interessadas, como especialistas científicos ou agricultores (KAMMERBAUER, 2001). As estratégias de mudanças propostas por estes marcos costumam ser plasmadas sob a forma de recomendações políticas para o manejo e distribuição dos recursos. Os indicadores são derivados tanto das relações causa-efeito (típicas dos marcos

analíticos) como do estabelecimento de princípios gerais de sustentabilidade (identificados a partir de análise sistêmica). Conjuntamente com o marco analítico, o marco normativo vem sendo um dos mais empregados na literatura de indicadores de sustentabilidade (NATHAN e REDDY, 2008).

Como exemplos de marcos metodológicos de análise da sustentabilidade da agricultura desenvolvidos sob o enfoque normativo temos: a análise de agroecossistemas de Conway (1994), o Marco FESLM (SMYTH e DUMANSKI, 1993), o Marco MESMIS (MASERA *et al.*, 1999 e LÓPEZ-RIDAURA *et al.*, 2005), o Marco IDEA (VILAIN, 2000) e sua adaptação ao caso brasileiro pela EMBRAPA (JESUS, 2003), o marco proposto por Bossel (2001), o Marco SAFE (SAUVENIER *et al.*, 2006 e VAN CAUWENBERGH *et al.*, 2007) e os Indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ONU, 2012).

De forma resumida, os marcos ordenadores são ferramentas que permitem analisar o desenvolvimento sustentável, uma vez que permitem orientar as etapas de desenho, seleção e interpretação de indicadores. Segundo Dhakal (2002), tais marcos apresentam *características intrínsecas* que permitem sua diferenciação:

- a) **Dimensões da sustentabilidade consideradas:** econômica, social, ambiental e institucional (ou outras designações alternativas).
  
- b) **Período de análise:** antes (*ex-ante*) ou após (*ex-post*) a implantação de política pública que incida sobre o setor.
  
- c) **Escala (geográfica) de análise:** Nação, Região, Estado, Município, Bacia hidrográfica, Sistema agrário, Estabelecimento agropecuário, etc.
  
- d) **Participação de agentes no processo de seleção de indicadores:** Seleção participativa envolvendo diversos atores do setor (*bottom-up*), incluídos os agricultores, ou seleção realizada por autoridades governamentais sem a colaboração dos usuários finais (*top-down*).

- e) Exposição de resultados (em função da sintetização dos indicadores em índices):** Ausência de integração e emprego de gráficos (do tipo radar ou *pizza*) para conjuntos de indicadores qualitativos ou quantitativos não normalizados, ou geração de índices para conjuntos de indicadores quantitativos normalizados.
- f) Origem dos avaliadores:** Agentes locais ou externos ao sistema analisado.

A seguir, a **Tabela 1** apresenta os principais marcos ordenadores empregados para a avaliação da sustentabilidade da agricultura, classificados segundo o modelo conceitual de partida ('analítico', 'sistêmico' ou 'normativo') e suas características intrínsecas.

**Tabela 1.** Principais marcos ordenadores de análise da sustentabilidade mediante indicadores

MARCO	ENFOQUE	DIMENSÃO AVALIADA	PERÍODO DE AVALIAÇÃO	ESCALA DE ANÁLISE	PROCESSO DE SELEÇÃO DE INDICADORES	INTEGRAÇÃO (OBTENÇÃO DE ÍNDICES)	AVALIADORES	GRAU DE UTILIZAÇÃO E PRINCIPAIS APLICAÇÕES EMPÍRICAS NA AGRICULTURA (Escala Internacional e Nacional)
<b>FELSM (1993)</b>	Normativo (Objetivos)	Econômica Ambiental	<i>ex-post</i>	Nacional	<i>Top-down</i>	Não integra (mas de fácil implementação)	Consultor externo Agentes locais	<b>I: Alto.</b> Gameda e Dumanski (1994); Latham (1994); Hamblin <i>et al.</i> (1996); Gomez <i>et al.</i> (1996); Gameda <i>et al.</i> (1997) e Vanloon <i>et al.</i> (2005). <b>N: Desconhecido.</b>
<b>PER (1994)</b> <b>DPSIR (1995)</b>	Analítico (Causal)	Ambiental	<i>ex-post</i>	Internacional Nacional Regional Bacias hidrog.	<i>Top-down</i>	Não integra (uso de gráficos de radar)	Consultor externo	<b>I: Alto.</b> OCDE (OCDE, 1999a, 1999b e 2001), Projeto IRENA (AEA, 2005 e 2006). <b>N: Médio.</b> Passos (2008) e IBGE (2010a).
<b>MESMIS (1999)</b>	Normativo (Objetivos)	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i> <i>ex-ante</i>	Sist. Agrário Estabel. Agr.	<i>Bottom-up</i>	Não integra (uso de gráficos de radar)	Consultor Externo Diversos agentes	<b>I: Muito alto.</b> Principalmente em pequenas comunidades camponesas da América Latina. <b>N: Médio.</b> Matos Filho (2004); Almeida e Fernandes (2005); Corrêa (2007); Verona (2008).
<b>APOIA-NovoRural (2003)</b>	Sistêmico	Econômica Ambiental Social Institucional	<i>ex-post</i>	Estabel. Agr.	<i>Top-down</i> <i>Bottom-up</i>	Integra (uso de gráficos de radar)	Consultor externo Agentes locais	<b>I: Incipiente.</b> Colaboração EMBRAPA Meio Ambiente e Governo do Uruguai: Rodrigues e Moreira-Viñas (2007). <b>N: Médio.</b> Tôsto <i>et al.</i> (2006); Duarte <i>et al.</i> (2007); Almeida <i>et al.</i> (2007); Sabbag (2008); Silva <i>et al.</i> (2008); Rodrigues <i>et al.</i> (2008).
<b>SAFE (2007)</b>	Normativo (Hierarquias) Sistêmico	Econômica Ambiental Social	<i>ex-post</i>	Sist. Agrário Estabel. Agr.	<i>Top-down</i> <i>Bottom-up</i>	Integra (uso de gráficos de radar ou índices)	Consultor externo Agentes locais	<b>I: Baixo.</b> Gómez-Limón e Sánchez-Fernández (2010). <b>N: Incipiente.</b> Sanchez, F. G. <i>et al.</i> (2011).

**Fonte:** Elaboração própria (2012).

- **FESLM** (*Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management*) – (Estrutura para Avaliação da Gestão Sustentável da Terra).

A metodologia FESLM elaborada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) apesar de apresentar certa ênfase ambiental, consiste em uma estratégia de análise integral dos sistemas de gestão da sustentabilidade, incluindo também aspectos econômicos e sociais (SMYTH e DUMANSKI, 1993).

A reunião *FESLM Working Party*, celebrada em Nairobi (1991), definiu como pilares da Gestão Sustentável do Solo os seguintes 5 níveis: a) *Produtividade*: manter ou aumentar a produção/serviços; b) *Segurança*: reduzir o nível de risco de produção; c) *Proteção*: proteger o potencial de recursos naturais e evitar a degradação da qualidade do solo e da água; d) *Viabilidade*: ser economicamente viável; e) *Aceitabilidade*: socialmente aceitável.

Nesse contexto, a estrutura metodológica do Marco FESLM consiste no desenvolvimento de estrutura hierárquica composta por 5 níveis, mediante consulta a especialistas. Nos primeiros 2 níveis (*produtividade* e *segurança*) define-se a escala de análise e caracteriza-se o ecossistema avaliado. Nos seguintes 3 níveis (*proteção*, *viabilidade* e *segurança*) identificam-se os fatores que afetam a sustentabilidade do ecossistema e definem-se os indicadores de sustentabilidade e seus respectivos valores críticos. Os indicadores assim levantados são compilados em lista geral (*master list*) para desenvolver um conjunto genérico que sirva como *standard* internacional (SMYTH e DUMANSKY, 1993).

O Marco FESLM constitui o maior esforço realizado para a análise da sustentabilidade da agricultura em escala internacional. Foi largamente difundido e empregado em inúmeros estudos de caso, desde a escala nacional para a qual foi desenvolvido (GAMEDA e DUMANSKY, 1994; HAMBLIN *et al.*, 1996 e LATHAM, 1994), até aplicações a nível de estabelecimentos agropecuários (GAMEDA *et al.*, 1997; GOMEZ *et al.*, 1996 e VANLOON *et al.*, 2005).

- **PSR** (*Pressure State Response*) – PER (Pressão, Estado, Resposta).

Variações: DPSIR (*Driving forces, Pressure, State, Impact and Response*) e DSR (*Driving forces, State and Response*).

A metodologia PER (*Pressure State Response*), foi desenvolvida pelo canadense

Anthony Friend nos anos 70 e posteriormente empregada pela OCDE (1993) para o estudo de indicadores ambientais globais.

A causalidade inerente ao Marco PER interpreta-se da seguinte forma: as atividades humanas exercem pressões antrópicas sobre o meio ambiente (*pressão*), alterando quantitativa e qualitativamente o estado dos recursos naturais (*estado*) assim, a sociedade responde a essas alterações através da adoção de políticas ambientais, econômicas e setoriais (*resposta*). Dessa forma, no Marco PER, os indicadores de sustentabilidade originam-se da prévia identificação das relações causais (*causa-efeito-resposta*) do sistema analisado. Embora esse modelo possa sugerir uma interação linear entre as atividades econômicas e o meio ambiente, deve-se considerar que tais relações são complexas.

A partir do Marco PER são especificados três tipos de indicadores ambientais (OCDE, 2001; HAMMOND *et al*, 1995): a) *Indicadores de pressão ambiental*: descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais. Considerados indicadores de pressão ou tensão que a atividade humana exerce sobre as condições físicas e/ou biológicas; b) *Indicadores de condições ambientais ou de estado*: referem-se à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo (mudanças ou tendências nas condições físicas e/ou biológicas), bem como destacar os efeitos da agricultura no meio ambiente (repercussão nos solos, água, ar, biodiversidade e paisagem); c) *Indicadores das respostas sociais*: são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.

O Marco DPSIR (*Driving forces, Pressure, State, Impact and Response*), desenvolvido pela Agência Europeia de Meioambiente (AEA, 1995 e HOLTEN-ANDERSEN *et al.*, 1995), adiciona ao Marco PER novas categorias: força motriz e impacto.

Especificamente para a análise da sustentabilidade na escala do estabelecimento agropecuário, a aplicação da metodologia PER e DPSIR é muito limitada e pouco habitual (RAO e ROGERS, 2006), isto porque ambos marcos

foram desenvolvidos para escalas macroeconômicas (regional, nacional ou transnacional). Se aplicados sobre a escala de estabelecimentos, onde a maior parte dos componentes do marco é imposta ao agricultor pela sociedade, a maioria dos indicadores selecionados poderia ser classificada apenas como sendo de *pressão*, isto é, apenas parte do sistema de produção seria identificada, como por exemplo o uso de pesticidas ou fertilizantes. Assim, praticamente inexistiriam indicadores das demais categorias (e os poucos existentes seriam qualitativos), pois a relação de causa e efeito que compõe a estrutura desse marco, não poderia ser descrita em sua aplicação à agricultura e, conseqüentemente, as ações necessárias para a melhoria da sustentabilidade agrária tampouco poderiam ser identificadas.

Os Marcos PER e DPSIR constituem os marcos analíticos (causais) mais empregados na literatura de indicadores de sustentabilidade, e vêm sendo adotados internacionalmente por órgãos como o Banco Mundial, a FAO e o *World Resources Institute* (WRI) (MARZAL, 1999). Quanto à aplicação dos Marcos PER e DPSIR para a agricultura, podem ser citadas as iniciativas de desenvolvimento de indicadores agroambientais da OCDE (1999a, 1999b e 2001) e o Projeto IRENA (AEA, 2005 e 2006).

- **MESMIS** (*Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad*) – (Modelo para Avaliação de Sistemas de Gestão de Recursos Naturais através de Indicadores de Sustentabilidade).

A proposta do Marco MESMIS surge entre 1994 e 1997, no âmbito do Projeto '*Gestión de Recursos Naturales*', financiado pela Fundação Rockefeller, no México (MASERA *et al.*, 2000). Derivado a partir de melhoria do Marco FESLM, a metodologia do Marco MESMIS consiste no desenvolvimento de estrutura hierárquica composta por 6 passos: 1) *Determinação do objeto de estudo*: caracterização espacial e temporal do sistema e do contexto socioeconômico; 2) *Determinação dos pontos críticos do sistema*: identificação dos aspectos ou processos ('*pontos críticos*') que limitam ou fortalecem a sustentabilidade do sistema, classificados nas 3 dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental); 3) *Seleção de indicadores estratégicos*: Os indicadores são derivados a partir dos '*atributos*' e dos '*critérios de diagnóstico*', que devem ser previamente

definidos. Os atributos são sete propriedades consideradas como inerentes aos sistemas agrários sustentáveis (Produtividade, Estabilidade, Confiança, Resiliência, Adaptabilidade, Equidade e Autonomia). Os critérios constituem um maior detalhamento dos atributos; 4) *Medição e monitorização de indicadores*: Os indicadores são derivados a partir dos critérios; 5) *Apresentação e integração de resultados*: Os indicadores não são agregados em índices e são apresentados em gráficos de radar. 6) *Conclusões e recomendações*: síntese da análise e apresentação de propostas para o fortalecimento da sustentabilidade do sistema (MASERA *et al.*, 2000).

O alto grau de complexidade dos sete atributos a partir dos quais são desdobrados os indicadores, dificulta a seleção de indicadores quantitativos. Por isso, ao operar majoritariamente com indicadores qualitativos, o Marco MESMIS apresenta maior ênfase na identificação (e não na valoração) do estabelecimento agropecuário mais sustentável.

O Marco MESMIS, devido ao seu caráter marcadamente participativo (processo de seleção de indicadores *bottom-up*), tem sido muito utilizado para avaliar a sustentabilidade de pequenas comunidades rurais, principalmente na América Latina e Europa, conforme pode ser verificado em diversos relatos realizados por Maserà e López-Ridaura (2000), Astier e Hollands (2005) e Spelman *et al.* (2007). No Brasil alguns trabalhos utilizaram o método MESMIS para a avaliação da sustentabilidade da agricultura como Almeida e Fernandes (2003 e 2005), Matos Filho (2004), Corrêa (2007), Verona (2008), Silva (2008) e Pereira e Martins (2010).

- **APOIA-NovoRural** (Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural).

Desenvolvido por pesquisadores da EMBRAPA Meio Ambiente, o Marco APOIA-NovoRural consiste em modelo sistêmico apresentado em suporte informático (conjunto de planilhas eletrônicas em *Excel*) que integra 62 indicadores de sustentabilidade das atividades produtivas no âmbito dos estabelecimentos agropecuários. Os indicadores são agrupados em cinco dimensões da sustentabilidade: a) Ecologia de paisagem; b) Qualidade dos compartimentos ambientais (atmosfera, água e solo); c) Valores socioculturais; d) Valores econômicos; e e) Gestão e administração.

A consideração destas dimensões se faz por conjuntos de *indicadores* dos efeitos da atividade em avaliação, cada qual considerado em sua variável quantitativa apropriada, que é obtida em campo de avaliação ou laboratório. Os dados dessas avaliações são inseridos diretamente em *matrizes de ponderação do indicador*, componentes das planilhas. Estes índices de impacto são expressos graficamente nas matrizes de ponderação segundo sua unidade apropriada e então transformados em *unidades de utilidade*, segundo funções de valor construídas especificamente para cada indicador. As unidades de utilidade são finalmente integradas graficamente (gráficos de radar) para a composição da avaliação de impacto ambiental da atividade agropecuária.

O Marco APOIA-NovoRural constitui o maior esforço nacional realizado para a análise da sustentabilidade da agricultura em escala de estabelecimentos agropecuários. Vem sendo gradativamente empregado em estudos de caso nacionais (PEREIRA *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2008) e internacionais (RODRIGUES e MOREIRA-VIÑAS, 2007).

- **SAFE** (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*) – (Avaliação da Sustentabilidade da Exploração Agrícola e do Meio Ambiente).

O Marco SAFE foi desenvolvido por pesquisa conjunta da *Université Catholique de Louvain* (Bélgica) e da *Katholieke Universiteit Leuven* (Holanda), financiada pelo *Belgian Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs* (COSTA, 2010). Consiste em modelo normativo que segue uma estrutura hierárquica segundo a Teoria Princípios, Critérios e Indicadores (PC&I) desenvolvida por Lamments van Bueren e Blom (1997) para avaliar a sustentabilidade de sistemas florestais (VAN CAUWENBERGH *et al.*, 2007).

Em linhas gerais, o Marco SAFE compõe-se de '*Princípios*', '*Critérios*', '*Indicadores*' e '*Valores de referência*'. Os *Princípios* representam o primeiro nível hierárquico relacionado com a multifuncionalidade dos agroecossistemas e com as dimensões da sustentabilidade (econômica, sócio-cultural, ambiental e institucional). Constituem as condições gerais para alcançar a sustentabilidade. No segundo nível, os *Critérios* são os estados resultantes dos agroecossistemas quando os princípios são respeitados. No seguinte nível, os *Indicadores* constituem variáveis quantitativas de diversa índole que podem ser valoradas para medir a consecução de um critério. Os indicadores devem compor um

conjunto representativo da sustentabilidade dos sistemas agrários em todos seus aspectos (econômicos, sócio-culturais, ambientais e institucionais). Por último, os *Valores de referência* constituem ou descrevem o nível desejado de sustentabilidade para cada indicador. Sua escolha é estabelecida com base científica ou empírica, podendo ser divididos em '*alvos*' (identificam condições desejáveis) ou '*valores limites*' (expressam valores mínimos ou máximos de um intervalo de valores aceitáveis que não podem ser excedidos). (VAN CAUWENBERGH *et al.*, 2007).

Ao contrário dos marcos normativos MESMIS e FESLM, o Marco SAFE deriva sua estrutura de Princípios e Critérios hierárquicos a partir da combinação das múltiplas funções da agricultura (GROOT *et al.*, 2002) com os três pilares da sustentabilidade (MUNASINGHE, 1993), o que em última análise, permite a produção de indicadores para cada uma das dimensões da sustentabilidade. Ademais, o Marco SAFE constitui a mais recente iniciativa internacional de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para estabelecimentos agropecuários (extensível a sistemas agrários). Por seu caráter marcadamente participativo (consulta a especialistas e público relacionado), permite a obtenção de conjuntos de indicadores específicos para a realidade analisada, pelo que seu emprego é amplamente recomendado nas etapas de seleção e desenho de indicadores (SANCHEZ *et al.*, 2012).

Pode-se concluir que, da extensa literatura revisada sobre a análise da sustentabilidade da agricultura, são poucos os esforços desenvolvidos para concretizar marcos que combinem rigor teórico com aplicabilidade prática, especificamente em nível de estabelecimentos agropecuários (MASERA *et al.*, 1999). A avaliação da sustentabilidade requer, pois, um esforço interdisciplinar e integrado que aborde a análise de processos ambientais e de fenômenos socioeconômicos, sendo necessário integrar perspectivas temporais mais amplas que as usualmente consideradas na avaliação econômica convencional (MASERA *et al.*, 2000).

A maioria dos marcos existentes são desenvolvidos para a escala nacional, o que tem dificultado sua aplicação em nível de estabelecimentos agropecuários (VAN CAUWENBERGH *et al.*, 2007). Assim, grande parte dos trabalhos que geram conjuntos de indicadores para estabelecimentos agropecuários não segue um marco

metodológico específico. Tais trabalhos limitam-se apenas às etapas de desenho e seleção de conjuntos de indicadores mediante o emprego de métodos *ad hoc*, resultando algumas vezes, em elevado grau de especificidade para áreas geográficas concretas e por conseguinte, baixa replicabilidade para outros estudos de caso (SMITH e McDONALD, 1998). Ademais, grande parte dos indicadores desenvolvidos por esses trabalhos só contempla a dimensão ambiental, em detrimento dos aspectos econômicos e sócio-culturais (SAUVENIER *et al.*, 2006).

#### **2.4. Desenvolvimento Sustentável segundo a Teoria Econômica**

Os problemas derivados das relações homem-natureza e a discordância acerca da noção de desenvolvimento sustentável, cuja compreensão está longe de ser consensual, discorrem pelas correntes da Teoria Econômica. Tampouco há entendimento teórico comum sobre os motivos e as medidas necessárias para o seu alcance, especialmente por parte das sociedades pobres ou subdesenvolvidas (FAUCHEUX e NOËL, 1995). Existem várias classificações das Teorias de Crescimento Econômico e qualquer tentativa de sistematização relativa às mesmas seria arbitrária, pois há interseções e elementos comuns entre escolas de pensamento radicalmente opostas (ENRÍQUEZ, 2010).

A preocupação com os limites ambientais ao crescimento econômico pode ser encontrada já nos trabalhos dos chamados economistas clássicos, como Adam Smith, David Ricardo e John Stuart Mill. Em seus modelos de crescimento, construídos nos séculos XVIII e XIX, esses autores postulavam a necessidade de um *'estado estacionário'*, na medida em que a finitude dos recursos naturais e a impossibilidade de crescimento ilimitado da produtividade apresentavam-se como um empecilho à continuidade da expansão do sistema econômico (ROMEIRO, 2012).

Com o advento da escola neoclássica, a ideia de um obstáculo absoluto ao crescimento imposto pelo meio ambiente é substituída pela crença no avanço tecnológico como elemento chave capaz de relativizar indefinidamente os limites ambientais ao crescimento econômico. Diferentemente da tradição clássica, os economistas neoclássicos procuraram legitimar que a natureza era incapaz de

limitar o crescimento da economia, pois a crescente incorporação de tecnologia aos processos produtivos suplantaria qualquer problema relativo à escassez. Assim, no pensamento neoclássico os recursos naturais são considerados infinitos e abundantes, uma vez que o capital natural pode ser substituído infinitamente pelo capital material (produzido pelo homem). Ao mesmo tempo, essa escola reconhece a existência de possíveis problemas decorrentes da degradação ambiental, e postula que o crescimento econômico adicional é capaz de solucioná-los, bem como aumentar o bem-estar e senso de justiça dentro das sociedades (GROSSMAN *et al.*, 1994 e FRIEDMAN, 2005).

Para as teorias neoclássicas de crescimento, também denominadas teorias ortodoxas dominantes, o crescimento econômico é sinônimo de desenvolvimento. O crescimento depende fundamentalmente do nível de investimentos produtivos realizados na economia (em proporção linear) e o PIB *per capita* é sua medida central (FAUCHEUX e NOËL, 1995). Portanto, quaisquer políticas de indução ao desenvolvimento primeiramente devem estimular a poupança, que, por sua vez, se converterá automaticamente em investimentos. Essas teorias servem de base para autores que concebem os investimentos produtivos como trampolim para o desenvolvimento econômico.

A ideia de que o meio ambiente é fornecedor de materiais e ao mesmo tempo receptor de resíduos fez com que a análise econômica se preocupasse com temas ligados à escassez crescente de recursos e também com a poluição gerada pelo sistema econômico. Assim, a teoria neoclássica propõe uma formalização dos problemas ambientais e procura uma solução que tenha as características do *'estado ótimo'*. Em outras palavras, propõe o entendimento dos temas ambientais a partir do emprego de conceitos como o de externalidade ou bem público, que representam falhas de mercado. Nessa ótica, a degradação ou poluição frequentemente qualificada como prejuízo ou perturbação social, pode ser considerada como causa de perda de bem-estar, a qual a teoria neoclássica classifica como perda de utilidade ou de satisfação. A principal característica desta perda de bem-estar é não ser compensada pelo desempenho do mercado, ou seja, não ser objeto de um pagamento monetário compensatório. Nesse sentido, a teoria neoclássica desenvolveu algumas teorias para tentar internalizar as falhas de mercado como a *'Solução pigoviana da externalidade'* (solução fiscal/unilateral) e a *'Teoria de Coase'* (bilateral) (FAUCHEUX e NOËL, 1995). A *'Teoria de Pigou'* busca

entender quais são os danos da poluição (externalidade) causada no meio ambiente para identificar os custos e benefícios envolvidos na adoção de mecanismos de controle da poluição, bem como procura analisar as implicações da poluição na geração da eficiência de Pareto. A existência das externalidades faz com que os custos sociais marginais sejam diferentes dos custos privados marginais, o que leva a uma distinção entre a quantidade socialmente ótima e a quantidade privada ótima. Essa situação configura-se como uma falha de mercado, pois a solução convencional via mercado não é suficiente para gerar o ótimo social. A correção dessa falha deveria se dar através da criação de mecanismos institucionais de controle (taxação e licença de poluição, por exemplo), capazes de promover a internalização das externalidades no cálculo econômico dos agentes (ANDRADE, 2008). Outra teoria apresentada por essa escola, chamada de *'Teoria de Coase'* (negociação bilateral) considera que a internalização não pode provir senão de uma negociação bilateral entre emissor e "vítima", ou seja, o Teorema de Coase consiste em expressar que tanto num caso como no outro, em função dos direitos de propriedade estabelecidos, é o montante que cada um aceita receber e/ou pagar que determina o ponto de equilíbrio da negociação (FAUCHEUX e NOËL, 1995).

Em suma, de acordo com essa corrente de pensamento, as possibilidades de substituição dos recursos naturais por outros fatores de produção (manufaturados), juntamente com os avanços no progresso tecnológico, eliminariam as limitações que impedem o crescimento econômico devido à escassez de recursos naturais (SOLOW, 1974).

De forma mais ampliada, outra classificação proposta por Turner (1991, 1993), considera diferentes posturas de uso dos recursos naturais e crescimento econômico. O autor considera que desde que os problemas dos recursos naturais e do meio ambiente começaram a ser entendidos e tratados como tais, as ações neste domínio subdividem a sustentabilidade em: 1) Sustentabilidade muito débil; 2) Sustentabilidade débil; 3) Sustentabilidade forte e 4) Sustentabilidade muito forte.

Ademais das tipologias apresentadas por Turner, os autores Faucheux e Noël (1995) abordam as Teorias do Desenvolvimento Sustentável como derivações a partir da escola neoclássica, considerando que a Sustentabilidade fraca está associada ao conceito hicksiano de renda sustentável, e que a Sustentabilidade forte considera a eficiência econômica um critério inadequado. Verifica-se também, que a

Teoria da Economia Ecológica apresenta outras abordagens para discutir o desenvolvimento sustentável.

#### 2.4.1. Sustentabilidade muito débil: a visão tecnocêntrica

Na visão de Turner (1991 e 1993), a *'sustentabilidade muito débil'* consiste em entendimento dominado pela eficiência econômica e o seu instrumento privilegiado, a análise custo-benefício. Esta concepção fundamenta-se no utilitarismo e nos direitos de propriedade, a fim de permitir ao mercado regular a exploração dos recursos naturais. O otimismo tecnológico e a possibilidade de substituição em função dos preços deixam o campo livre à exploração dos recursos naturais e do meio ambiente. Assim, tal posicionamento identificado como neoliberal ou tecnocentrista, supõe que o capital natural e o capital tecnológico podem ser plenamente intercambiáveis por obra do capital humano. Ou seja, o capital natural pode ser deplecionado caso o capital tecnológico o substitua. Por exemplo, a diversidade ambiental de uma região poderia ser reduzida na medida em que fosse aumentada a oferta de tecnologia de produção de produtos sintéticos (fertilizantes, remédios, vitaminas, etc.) que suprissem da mesma forma as demandas do desenvolvimento. Nenhuma restrição deveria ser imposta a consumidores ou mercados, pois o sistema de livre mercado, combinado com o progresso tecnológico, asseguraria a ultrapassagem de qualquer barreira estabelecida por limites de suporte do ambiente. O ambiente é assim valorizado por sua utilidade para o ser humano, considerando a geração contemporânea. Supõe-se que as futuras gerações atribuirão idênticos valores a essas utilidades. Essa posição é aqui denominada por tecnocêntrica por sua irrestrita confiança na tecnologia. Nessa abordagem está ausente qualquer consideração ética, tanto intrageracional (respeito à repartição) como intergeracional.

Segundo Faucheux e Noël (1995), a sustentabilidade *'muito débil'*, também conhecida por *'sensível'* ou *'fraca'*, segue os preceitos teóricos da economia neoclássica e está associada ao conceito hicksiano de renda o qual considera que "o rendimento de uma pessoa não é outra coisa senão aquilo que ela pode consumir durante um período, contando sempre ser tão rica no fim como no início do período".

Os modelos mais representativos da ideia de sustentabilidade muito débil são derivados da corrente de crescimento econômico neoclássica. Os principais representantes desse tipo de abordagem são: a) Stiglitz (1974); b) Hotelling (1931); c) Hartwick (1977, 1978a, 1978b); d) Solow (1986, 1992); e e) Hicks (1946).

- a) Modelo de Stiglitz (1974).** O primeiro a integrar os recursos naturais esgotáveis a um modelo de crescimento econômico. Nesse modelo, a introdução dos recursos exauríveis não é imperativa para que a economia continue crescendo. Os resultados desse modelo diferem, em parte, dos modelos de crescimento equilibrado sem recursos esgotáveis, nos quais a taxa de crescimento independe da taxa de poupança. Quando os recursos não renováveis são considerados, aumentos de poupança conduzem permanentemente à taxas de crescimento mais elevadas. O elemento comum é que taxas de crescimento mais altas resultam em consumo mais fraco no presente, porém mais elevado no futuro.
- b) Modelo de Hotelling (1931).** Desenvolvido no início dos anos 30, foi revitalizado como fundamental na discussão sobre sustentabilidade de recursos não renováveis. Apresenta as condições para que os recursos exauríveis sejam esgotados a uma 'taxa ótima'. A condição para que isso ocorra é que a taxa de utilização do recurso seja igual à diferença entre a taxa de juros social (taxa de juros média do mercado) e a taxa de crescimento da população, condição conhecida como 'Regra de Hotelling'. Assim, a taxa de esgotamento dos recursos varia de acordo com a taxa de juros, ou seja, quanto mais elevada for a taxa de juros, mais rapidamente o recurso será esgotado.
- c) Modelo de Hartwick (1977, 1978a, 1978b).** Propõe o investimento em progresso técnico e, principalmente, o investimento alternativo em bens de capital, como sendo os dois meios de atenuação dos efeitos do esgotamento e/ou degradação do capital natural. Os meios financeiros para ambos os tipos de investimento deveriam provir da 'renda de escassez' dos recursos não renováveis. Este princípio ficou conhecido como 'Regra de Hartwick'. Para que essa regra seja satisfeita, é necessário haver uma política deliberada de incentivo ao investimento em bens de capital. Com a ressalva de que os bens de capital a serem investidos não precisam ser substitutos perfeitos do recurso exaurível, por causa do

progresso técnico que permitiria a substituição entre o capital técnico e o capital natural.

**d) Modelo de Solow (1986, 1992).** Não considera que haja incompatibilidade intrínseca entre o modelo de crescimento e o capital natural ( $K_n$ ). Bastando que este seja entendido como um componente do capital total ( $K_t$ ). O  $K_t$ , por sua vez, é composto pelo capital manufaturado ou reproduzível ( $K_m$ ), pelo capital humano ou estoque de conhecimentos ou capacidades ( $K_h$ ) e pelo capital natural ( $K_n$ ), ou pelos recursos renováveis, não renováveis e pelos serviços ambientais. Em tese, esses capitais poderiam ser mensurados. De acordo com a teoria do capital e com a aplicação da Regra de Hartwick, a repartição dos capitais entre as gerações é regular e a sustentabilidade estaria assegurada se o estoque inicial de capital ( $K_t$ ) fosse constante, ou aumentasse, de forma a garantir a manutenção de um potencial. Para Solow (1992), se a sustentabilidade é algo mais que um *slogan* ou expressão emotiva, o conceito deve estar relacionado a uma imposição para preservar a capacidade produtiva para um futuro indefinido. O uso de recursos não renováveis só poderia ser feito de forma sustentável no presente se a sociedade como um todo substituísse o uso desses recursos por outros recursos. Dessa forma, o mesmo cálculo requerido para construir um ajuste no produto nacional líquido<sup>12</sup> para a avaliação corrente dos benefícios econômicos é também essencial para a construção de uma estratégia de sustentabilidade. Entre os pressupostos do modelo de Solow (1992) para encontrar o produto líquido verdadeiro de uma economia simples num futuro distante, prevalece a hipótese da substituição entre os fatores produtivos. Com o objetivo de tornar o debate em torno da sustentabilidade mais pragmático e menos emocional, Solow recorre aos teoremas de Hotelling e de Hartwick como métodos indicados para se proceder a uma adequada contabilidade do estoque de capital natural exaurido. Assim definido, o montante exaurido deve ter uma contrapartida. Os países ricos devem separar uma dotação de recursos equivalentes para investimentos em substitutos,

---

<sup>12</sup> De acordo com Solow (1992), é lugar-comum pensar que o produto e a renda nacionais apresentam uma imagem distorcida do valor da atividade econômica das nações. Para ele, o PIB e o PNB não são indicadores ruins para estudar as flutuações do nível de emprego, ou para analisar a demanda por bens e serviços. O sistema de contas nacionais reconhece estes pontos e desenvolveu os conceitos de agregados líquidos para dar uma resposta apropriada a estas questões. Solow, ainda ressalta que esse mesmo princípio deve ser estendido para a análise do estoque de recursos não renováveis e para ativos ambientais. Dessa forma, segundo Solow, é necessário um ajustamento para medir o estoque e o fluxo dos recursos naturais e dos ativos ambientais não incluídos no sistema convencional de contas nacionais.

e os países pobres exportadores de minerais devem deixar à parte as rendas hotellianas para realizar investimentos produtivos, e isso deve ter uma alta prioridade. Nesse sentido, para Solow, o “pecado primordial” não seria a atividade de mineração, mas sim o consumo das rendas minerais sem reinvestimento no setor (Solow, 1992). Solow reconhece que a sustentabilidade é um objetivo difícil de ser alcançado pelos países pobres. Para ele, os países pobres enfrentam um grande dilema, pois é muito mais difícil serem competitivos se adotarem os mesmos padrões ambientais dos países ricos. Dessa forma, o dilema que os países pobres enfrentam se resumiria em serem condescendentes com a pobreza e preservar o meio ambiente ou utilizar o seu meio ambiente para ter mais competitividade, e assim combater a pobreza. Solow admite então, que quando o meio ambiente afetado é pontualmente localizado, esse dilema é menos grave; porém, quando as opções produtivas implicam danos ambientais globais e difusos, o problema se agrava.

- e) Modelo de Hicks (1946).** O desenvolvimento sustentável para a corrente neoclássica traduz-se na manutenção ou aumento do bem-estar, ou seja, no longo prazo não deve haver decréscimo da utilidade, do rendimento *per capita* ou do consumo real. Essa interpretação resulta da concepção hicksiana que considera ‘o rendimento de uma pessoa não é outra coisa senão aquilo que ela pode consumir durante um período de tempo, contando sempre ser tão rica no fim como no início do período’. Assim, considerando a equidade intertemporal, o objetivo do desenvolvimento sustentável é o não decréscimo do bem-estar per capita. Verifica-se que o conjunto de recursos naturais e dos serviços ambientais figura como agregado nos modelos neoclássicos de crescimento e está sujeito às mesmas regras que outros fatores de produção (capital e trabalho). Para essa abordagem, a preservação do capital natural não está associada aos imperativos éticos, mas sim à lógica da eficácia alocativa e da maximização.

#### 2.4.2. Sustentabilidade débil: a visão antropocêntrica

Os modelos de desenvolvimento sustentável, na ótica da '*sustentabilidade débil*', são, na realidade, os mesmos modelos neoclássicos de crescimento, com a adição da variável recurso natural específico (capital natural).

Esta abordagem vê nos recursos naturais e nos problemas ambientais um sério obstáculo ao crescimento econômico, mas acredita ser possível um compromisso, com a ajuda de uma definição adequada das barreiras a respeitar e de uma utilização hábil dos instrumentos econômicos de incentivo. Encontram-se aqui os mais fervorosos adeptos do desenvolvimento sustentável. As considerações éticas intra e intergeracionais são tomadas em conta de maneira equilibrada. Estas levam a não sacrificar o desenvolvimento atual, mas a alterar-lhe as características para permitir-lhe perdurar. Essa abordagem apresenta um posicionamento menos radical na confiança cega na engenhosidade tecnológica ou no capital humano, aceitando que o livre mercado pode ter efeitos benéficos sobre o ambiente, mas desde que os indivíduos pensem e ajam com consciência ambiental (economia verde). A substituição de capital natural pelo capital tecnológico e humano é possível mas existem limites. Por exemplo, existem limites máximos para a capacidade do ambiente assimilar resíduos produzidos pelas atividades humanas. O capital natural deve ser mantido em um estoque mínimo abaixo do qual ele se torna crítico para manter a sustentabilidade. O valor do ambiente é avaliado por sua utilidade para o ser humano, mas devem ser consideradas as falhas do livre mercado na promoção da equidade na geração contemporânea, ou seja, as diferenças de bem-estar entre pobres e ricos, e os compromissos com as futuras gerações. Portanto, assume-se sempre uma perspectiva humana nas questões de valoração e, por isto, tal posicionamento é denominado de antropocêntrico (TURNER, 1991, 1993).

Os principais representantes da linha da sustentabilidade débil derivam da Escola de Londres, na qual também podem ser encontrados representantes/trabalhos que caracterizam a sustentabilidade forte. Esta Escola teve o mérito de avançar na proposição de articular a preservação ambiental às exigências do crescimento econômico. Porém, dependendo de como seus resultados são interpretados, podem conduzir tanto à receita prescrita pela sustentabilidade fraca como aos preceitos da sustentabilidade forte.

A Escola de Londres, por sua vez, admite a substituição entre os recursos naturais e outras formas de capital (manufaturado e humano); porém, reconhece que há limites para essa substituição, por causa da 'multifuncionalidade' do 'capital natural não mercantil' e da escala do prejuízo potencial que essa substituição gera (reversível ou irreversível). O capital natural, cuja degradação é reversível e se manifesta em pequena escala, pode ser tratado por intermédio de critérios tradicionais de eficiência econômica. Mas, para aqueles capitais cujo uso gera irreversibilidade e atinge grande escala, deveria haver limitação prévia. Assim, emerge a questão de saber qual o limite de capital natural crítico que deve ser mantido, uma vez que os critérios provenientes tanto da sustentabilidade fraca quanto da sustentabilidade forte não oferecem respostas adequadas. Para a Escola de Londres, o capital natural crítico deve estar submetido às normas mínimas de salvaguarda, que se exprimem por três 'barreiras ecológicas', a saber: a) A taxa de utilização dos recursos naturais renováveis não pode exceder a sua taxa de renovação; b) Os recursos exauríveis devem ser extraídos a uma taxa que permita a sua substituição por recursos renováveis; e c) As emissões de desperdícios devem ser inferiores à capacidade de assimilação do meio.

A principal crítica feita a Escola de Londres é a de que ela não dedicou a atenção necessária aos problemas da medida do estoque de capital natural crítico a ser preservado. Segundo Pearce (1976, 1988, 1990 e 1991), a medida física do estoque de ativos naturais é problemática devido à dificuldade que existe em harmonizar unidades de medidas físicas heterogêneas. Em vista das dificuldades apresentadas uma alternativa possível seria a avaliação monetária. Porém, esta iria de encontro ao conceito de sustentabilidade fraca e dissociaria a fixação dos objetivos ambientais, determinada em termos físicos, dos meios necessários para alcançá-los.

De acordo com Faucheux e Noël (1995), o modelo de desenvolvimento sustentável apresentado pela Escola de Londres oscila em torno de duas possibilidades: a) Se as barreiras incidentes sobre o capital natural crítico são determinadas unicamente em termos físicos, então haverá uma tendência para a sustentabilidade forte; b) Se as barreiras incidentes sobre o capital natural crítico são determinadas unicamente em termos econômicos, então haverá uma tendência para a sustentabilidade débil.

Como as alternativas de emprego de indicadores não físicos não obtiveram o êxito esperado em matéria de contabilidade ambiental, os instrumentos propostos pela Escola de Londres apresentam-se mais voltados para as mudanças de política e as tendências gerais da economia.

#### 2.4.3. Sustentabilidade forte: a visão ecocêntrica

Consiste em uma atitude, frequentemente chamada conservacionista, segundo Turner (1991 e 1993), que vê nos recursos naturais e nos problemas ambientais uma barreira para o crescimento econômico pelo que este, bem ou a mal, deveria ser freado. São os adeptos do crescimento zero ou do estado estacionário. As considerações éticas intergeracionais prevalecem todavia nitidamente sobre as preocupações intrageracionais. Aquelas levam a sacrificar o crescimento presente em benefício das gerações futuras. Posicionamento mais estrito de sustentabilidade, que denota a dificuldade inerente da quantificação, nos mesmos termos, dos capitais natural, humano, tecnológico e moral/cultural, o que dificultaria atingir-se um quantitativo ideal para o estoque global. Além disto, existe a possibilidade de subestimativa do valor primário do ecossistema, definido como o serviço agregado de suporte à vida prestado pelo ambiente, que deve preponderar sobre o valor secundário, relacionado às funções e serviços prestados ao ser humano. Isso levaria ao risco de que a diminuição do capital natural resultaria no comprometimento gradual dos processos e funções que suportam a diversidade biológica, aumentando a vulnerabilidade, pela redução da estabilidade e da resiliência ambientais, a futuros choques e estresses. Devido a isto, o capital natural, deveria ser mantido constante uma vez que, pelo menos parcialmente, ele é insubstituível. A escala de desenvolvimento não deveria declinar, mas tampouco aumentar, e o aumento populacional também deveria ser zerado, de forma a poder ser atingida a economia de estado estacionário. A Hipótese de Gaia<sup>13</sup>, com suas implicações é aceita por esta corrente. Entretanto, esta capacidade garante apenas

---

<sup>13</sup> Segundo a Hipótese de Gaia (ou Hipótese Biogeoquímica), em referência à Deusa grega e suprema da Terra, a vida humana e o meio ambiente terrestre são partes de um único e mesmo sistema auto-regulador e reparador, no sentido de que as atividades humanas que afetem perigosamente o equilíbrio ambiental poderiam ser revidadas pelo próprio sistema (LUTZENBERG, 1990).

a sobrevivência deste sistema e não de todas as suas formas de vida, inclusive a humana. Logo, há necessidade de uma visão sistêmica do ambiente (cuja noção inclui o homem) e a imposição de padrões ambientais normativos para espécies e processos relevantes, bem como de áreas de conservação ambiental e práticas adequadas de disposição de resíduos no ambiente. Devido a tais características esta posição é denominada ecocêntrica.

Segundo Faucheux e Noël (1995), os defensores da sustentabilidade forte consideram dois conjuntos de argumentos para contrapor as receitas indicadas pela sustentabilidade muito débil: a) Há incertezas à respeito dos principais indicadores<sup>14</sup> apresentados pela escola da sustentabilidade fraca; b) Existe uma assimetria fundamental entre o capital manufaturado e o capital natural no que se refere à irreversibilidade do seu uso. Dentre os principais representantes dessa abordagem citam-se Daly (1977, 1991a, 1991b, 1992); Pearce *et al.*, (1990); Turner, (1993); Neumayer, (1999) e Pearce e Atkinson (1993, 1995).

A 'Economia Ecológica' representa outra abordagem para discutir o desenvolvimento sustentável desde a perspectiva da sustentabilidade forte. Esta corrente metodológica estabelece uma importante crítica à ideia de que o crescimento econômico conduz necessariamente ao desenvolvimento e à sustentabilidade. Em primeiro lugar, porque não há crescimento econômico sem degradação entrópica, que é uma decorrência das leis da termodinâmica às quais os sistemas estão sujeitos. Em segundo lugar, pelas próprias limitações da medida de crescimento que é usada (o PIB).

Embora a Economia Ecológica não apresente um esquema particularmente voltado para as questões do desenvolvimento de regiões periféricas ricas em recursos naturais, sua abordagem transdisciplinar aponta para importantes princípios que devem guiar as estratégias de desenvolvimento, e que passam pela determinação da escala sustentável ou do 'capital natural crítico' que precisa ser conservado a fim de garantir o fluxo de serviços ambientais e de recursos naturais essenciais tanto para a manutenção da base da vida, quanto da própria atividade produtiva; da justiça distributiva, inclusive entre as nações, não apenas da riqueza material, mas também da ecológica e, por fim, da eficiência produtiva dentro da lógica de mercado.

---

<sup>14</sup> Os principais indicadores da sustentabilidade fraca são: a) valor de elasticidade de substituição; b) taxa de progresso técnico; e c) valor da renda de escassez (FAUCHEUX e NOËL, 1995).

No que se refere aos limites ecossistêmicos do crescimento econômico, é preciso verificar em que bases o crescimento econômico está ocorrendo. Isso remete a três aspectos que são cruciais para a Economia Ecológica, na seguinte ordem de prioridade:

- a) A escala de produção sustentável.** A determinação da escala deve ser prioritária porque a extrapolação das fronteiras do sustentável ameaça a oferta dos recursos naturais e, por decorrência, dos serviços ecossistêmicos. No limite do sustentável, o capital natural e o produzido pelo homem são complementares, isto é, a perda de recursos ambientais compromete irreversivelmente a produção de bens e serviços do sistema econômico. Assim, a economia ecológica preconiza que o sistema seja utilizado dentro de uma escala de exploração aceitável.
  
- b) A justiça distributiva.** A distribuição da riqueza deve atender ao critério de justiça social, inclusive a riqueza natural, que tem sido historicamente espoliada e tem gerado uma enorme 'dívida ecológica'.
  
- c) A alocação eficiente dos recursos.** A terceira prioridade destaca a alocação de recursos, que deve seguir os critérios de eficiência do mercado. Para a economia convencional, a eficiência alocativa é o principal, senão o único, critério. Para a Economia Ecológica uma alocação eficiente não garante a sustentabilidade e nem tampouco a justiça distributiva. Se a escala é insustentável e a base de distribuição da renda é iníqua, o livre jogo das forças de mercado apenas reforça a situação.

#### 2.4.4. Sustentabilidade muito forte: a visão preservacionista

Uma atitude extremista, dita preservacionista, centrada na preservação integral da biosfera. Nada do que constitui a biosfera deve ser prejudicado pelos atos humanos. Salvo situações de urgência, este não tem direito algum sobre os recursos naturais. Esta abordagem corresponde principalmente à corrente dita da

Deep Ecology. Essa posição mais radical quanto aos limites ambientais baseia-se também na Hipótese de Gaia e sustenta adicionalmente que o efeito-estufa, a depleção da camada de ozônio e as chuvas ácidas indicam que a humanidade já ultrapassou uma linha divisória prudente para a escala de desenvolvimento. Isso requer uma economia baseada em limites termodinâmicos, com mínima taxa de fluxo de matéria e energia ingressando e saindo do sistema econômico. A escala de crescimento econômico deveria ser reduzida bem como a população. Seus seguidores não entendem que isto levará à diminuição do desenvolvimento, entendido de forma ampla, pois as preferências sociais, os valores comunitários e as obrigações com as futuras gerações poderão encontrar ampla expressão, contribuindo para o aumento do capital moral e cultural. Sob o ponto de vista ético, esse posicionamento sustenta a validade de interesses e direitos não-humanos, abrangendo animais, plantas e ecossistemas, pois eles podem ser inerentemente valiosos (valor intrínseco). Esse posicionamento preservacionista é também ecocêntrico.

Herman Daly constitui o principal representante das interpretações conservacionistas, que objetivam a manutenção do estoque de capital natural (estado estacionário). Para Daly (1996), a proposta de desenvolvimento sustentável é uma adaptação cultural feita pela sociedade à medida que se percebe a emergente necessidade de não crescimento. As análises de Daly, embora estejam associadas à propagação das ideias de crescimento zero ou mesmo de decrescimento econômico, apresentam uma visão bastante realista a respeito das assimetrias do desenvolvimento global e da necessidade de crescimento econômico das regiões pobres do mundo. No entanto, essa percepção tem sido bastante criticada por não aprofundar a discussão sobre as implicações das propostas de taxas de crescimento econômico e demográfico nulas. Ademais, resulta importante salientar que, uma vez adotada essa visão, todos os indicadores de sustentabilidade que venham a ser desenvolvidos serão de índole não monetária (baseados exclusivamente em medidas físicas, materiais e energéticas).

Veiga (2005) salienta que outras abordagens são apresentadas, como um ponto intermediário entre a economia ecológica e outras abordagens, como a de Sachs, a de Sérgio Boisier e a de Amartya Sen, entre outras.

A respeito da controvérsia sobre a necessidade, ou não, do crescimento econômico como condição para o desenvolvimento, Sachs (1986) afirma que “é

extremamente difícil, senão impossível, conceber o desenvolvimento no quadro de uma economia estacionária, mesmo rica, enquanto as desigualdades sociais não tiverem sido radicalmente eliminadas”. Isso quer dizer que, enquanto houver iniquidades sociais, o crescimento econômico não pode ser descartado. Para Sachs (1986), o desenvolvimento apresenta-se cada vez mais como um conceito ‘pluridimensional’, cujas diferentes facetas não são redutíveis a um denominador comum.

Na abordagem de Sachs, por exemplo, ressalta-se que não se pode falar em desenvolvimento de longo prazo desconectado de um ‘projeto coerente de civilização’ o que requer que as escolhas dos objetivos e dos meios sejam constantemente reavaliadas à luz dos resultados concretos e dos novos conhecimentos. Assim, no contexto de um projeto coerente, o desenvolvimento deve obedecer ao duplo imperativo ético da solidariedade com as gerações presentes e futuras e exigir a explicitação de critérios de sustentabilidade social e ambiental e de viabilidade econômica.

Em síntese, existem várias classificações das Teorias de Crescimento Econômico e qualquer tentativa de sistematização relativa às mesmas resulta algo arbitrária, pois há interseções e elementos comuns entre escolas de pensamento radicalmente opostas (ENRÍQUEZ, 2010). No entanto, independentemente da concepção teórica a partir da qual o modelizador pretenda analisar o desenvolvimento sustentável, convém lembrar que a sustentabilidade deve ser entendida, em boa medida, como uma construção social, variando fundamentalmente em função das preferências da cidadania, apresentando, portanto, uma formulação específica para cada âmbito geográfico e temporal.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

Neste capítulo realiza-se uma breve caracterização dos sistemas agrários fluminenses selecionados para estudo. O objetivo central dessa caracterização consiste em identificar os '*pontos críticos*' relacionados à sustentabilidade da agricultura das regiões analisadas e, a partir da identificação destes, subsidiar as etapas de seleção e desenho de indicadores.

Este capítulo está composto por quatro partes. Na primeira parte apresenta-se algumas informações socioeconômicas básicas sobre o Estado do Rio de Janeiro. As três partes seguintes abordam a caracterização dos três sistemas agrários fluminenses analisados: 'Região Serrana', 'Região Norte-Noroeste e Região Médio Paraíba'. Cada sistema agrário aparece descrito em termos de suas características sociodemográficas, estrutura fundiária, utilização da terra e contexto histórico de ocupação.

#### 3.1. Os sistemas agrários fluminenses analisados

O Estado do Rio de Janeiro, apesar de apresentar uma das menores dimensões territoriais do Brasil, com seus 43.780,157 km<sup>2</sup> compreendendo somente 0,51% do território nacional, representa uma das principais economias do país, com destaque para seus recursos naturais e grande contingente populacional. Com relação ao meio ambiente, o Estado destaca-se pela presença de petróleo, geografia física (diversidade de solos, relevo, clima e vegetação) e biodiversidade (grande percentual remanescente do Bioma Mata Atlântica, com seu excepcional nível de diversificação e endemismo de espécies). Ademais, segundo dados do último Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011), o Estado supera a marca de 15 milhões de habitantes, representando a terceira maior população do País, repartida em seus 92 municípios, sendo 78% dos habitantes residentes na Região Metropolitana (ou Grande Rio), a segunda maior metrópole brasileira.

Nesse contexto, a atividade agropecuária fluminense torna-se de fundamental importância para o desenvolvimento econômico e socioambiental do Estado, no sentido de garantir a segurança alimentar e nutricional do terceiro maior mercado

consumidor do país, em harmonia com as exigências de preservação e conservação do meio ambiente.

Em termos de estrutura fundiária<sup>15</sup>, os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2007), apontam que dos 58.480 estabelecimentos agropecuários do Estado, cerca de 75% deles enquadra-se na categoria *agricultura familiar*<sup>16</sup>.

A agricultura familiar fluminense, em termos numéricos, responde por cerca de 80% do volume de produção, representa 50% da contribuição do setor agropecuário ao PIB do Estado, ocupa 23% da área cultivada e emprega no meio rural mais de 58% da mão-de-obra disponível.

Resulta evidente a importância da agricultura familiar para o abastecimento e a segurança alimentar do Estado. Por isso, do ponto de vista da 'governança' do setor, claramente ganham importância todas as políticas públicas, federais ou estaduais, voltadas para este segmento da agricultura conduzido pelas famílias.

Verifica-se que, em termos de análise da multifuncionalidade da agricultura, a atividade caracteriza-se por escassa competitividade mercantil, com contribuição inferior a 1% do PIB do Estado<sup>17</sup> (IBGE, 2007). Porém, a agricultura ganha importância por fornecer externalidades ambientais e sociais valorizadas positivamente pelo conjunto da sociedade fluminense. Assim, a grande diversidade de áreas de proteção ambiental e a grande representatividade do setor da agricultura familiar no Estado, induzem à valorização da sustentabilidade dos sistemas agrários fluminenses mais por suas funções ambientais (manutenção da biodiversidade) e sociais (ocupação de grande contingente de mão-de-obra) do que por aspectos puramente econômicos (SANCHEZ *et al.*, 2011).

Em termos de Zoneamento Agroecológico, o Estado do Rio de Janeiro apresenta 5 sistemas agrários, conforme classificação adaptada do trabalho de Lumbreras *et al.* (2003) e Dantas *et al.* (2001), representada na **Figura 2**. Cabe destacar que tal zoneamento, realizado pela EMBRAPA, efetuou uma organização

---

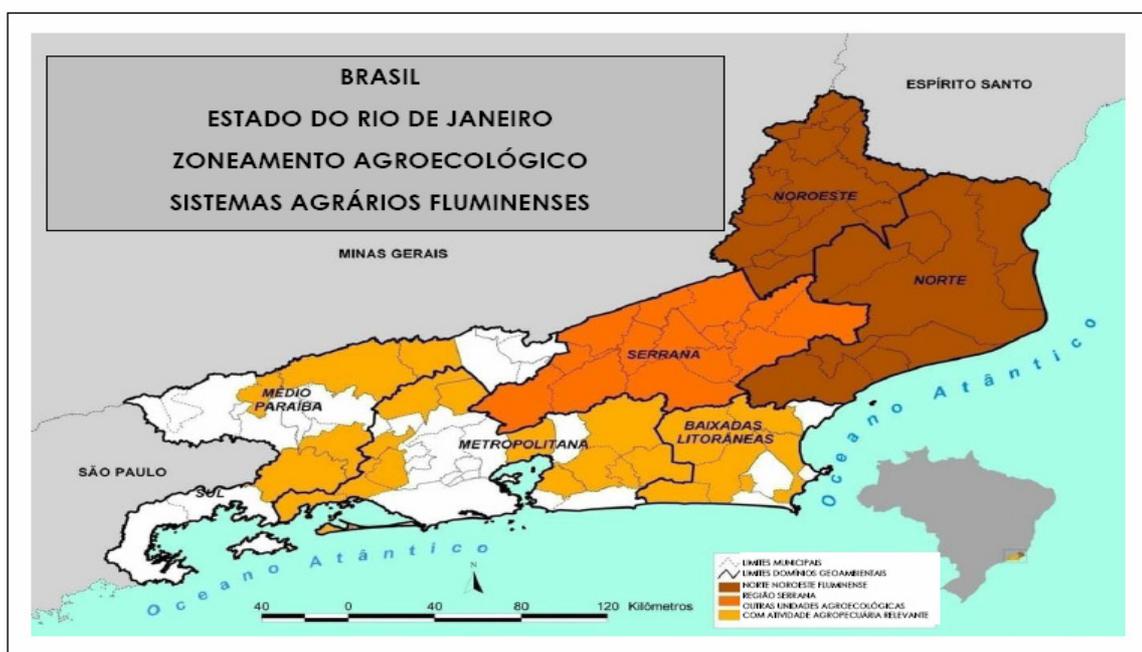
<sup>15</sup> Por estrutura fundiária entende-se a forma de organização das propriedades agrárias (IBGE, 2007).

<sup>16</sup> Segundo os critérios definidos pela Lei 11.326/2006, enquadra-se como agricultor familiar e empreendedor familiar rural todo aquele que: I) Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 módulos fiscais; II) Utilize predominantemente mão-de-obra da própria família; III) Renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e IV) Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

<sup>17</sup> Uma vez que o Estado do Rio de Janeiro responde por mais de 80% da produção nacional de petróleo, tanto a agropecuária quanto qualquer outra atividade econômica, se comparada à atividade petroquímica, apresentará desempenho econômico inferior. Ademais, as práticas habituais de comercialização agropecuária no Estado não contam com a correta aplicação de todos os instrumentos legais que permitam identificar a real importância da atividade na economia do Estado (como por exemplo, a baixa emissão de notas fiscais na maioria das operações comerciais agropecuárias).

sistêmica dos recursos naturais e socioeconômicos do Estado, estabelecendo as vocações agrárias de cada geoambiente, de acordo com critérios da FAO (1997). Nesse trabalho, as unidades base utilizadas foram designadas como '*domínios geoambientais*', definidos como uma entidade espacial na qual as características geomorfológicas ambientais (formas de relevo, solo, vegetação natural e clima) formam um conjunto relativamente representativo e homogêneo, dentro da escala cartográfica adotada. Portanto, uma vez que as características edafo-climáticas homogêneas de cada *domínio geoambiental* determinam sua classe de aptidão agrícola, estes podem ser perfeitamente equiparados à definição de '*sistemas agrários*', nomenclatura frequentemente empregada pela FAO<sup>18</sup>.

**Figura 2.** Os sistemas agrários do Estado do Rio de Janeiro



**Fonte:** Adaptado de Lumbreras *et al.* (2003).

Assim, a partir dos 5 sistemas agrários originalmente estabelecidos pelo Zoneamento Agroecológico do Estado (Região Norte-Noroeste Fluminense, Região das Baixadas Litorâneas, Região Serrana, Região Metropolitana, Região Médio Vale do Rio Paraíba e Região Sul Fluminense), este trabalho contemplou o estudo de apenas 3 ('Região Serrana', 'Norte-Noroeste Fluminense' e 'Médio Paraíba').

<sup>18</sup> De acordo com critérios da FAO, o zoneamento agroecológico define os *sistemas agrários* com base em combinações de solos, fisiografia e características climáticas. Os parâmetros particulares usados na definição são centrados nas condições edáficas e climáticas favoráveis para o desenvolvimento e produção de culturas, e nos sistemas de manejo em que estas se desenvolvem. Cada sistema agrário apresenta uma combinação similar de limitações e potencialidades para o uso das terras e serve como ponto de referência das recomendações delineadas para melhorar a situação existente, seja incrementando a produção ou limitando a degradação dos recursos naturais (FAO, 1997).

Considerou-se que a análise desses sistemas agrários possibilitará estabelecer uma imagem representativa da sustentabilidade da agricultura fluminense, uma vez que juntos, abarcam cerca de 70% dos estabelecimentos agropecuários do Estado. Cabe destacar que os demais sistemas agrários fluminenses também apresentam atividade agropecuária relevante, porém a centralização do estudo nos casos mais representativos permitirá oferecer resultados mais úteis para os tomadores de decisões, com vistas ao estabelecimento de estratégias de médio e longo-prazo para o desenvolvimento de políticas públicas.

A **Tabela 2** a seguir resume as principais características dos três sistemas agrários fluminenses analisados. A continuação, cada um desses sistemas será descrito em detalhe. Pretende-se evidenciar assim a relevância da atividade agropecuária para o contexto socioeconômico desses sistemas, tanto como fonte de renda para as famílias, fixando o homem ao campo, como pela produção e fornecimento de alimentos para outras regiões do Estado, principalmente a Região Metropolitana. A partir dessa caracterização foram identificados os principais *pontos críticos* relacionados à sustentabilidade da agricultura fluminense, a partir dos quais foram desdobrados os indicadores de sustentabilidade.

**Tabela 2.** Características dos sistemas agrários fluminenses

Características	Estado RJ	Serrana		Norte-Noroeste		Médio Paraíba	
		(Nº)	(%)	(Nº)	(%)	(Nº)	(%)
<b>Sociodemografia</b>							
População (habitantes)	15.989.929	805.627	5	1.167.008	7	1.577.914	10
Pessoal ocupado na agricultura	157.492	35.098	22	74.533	47	19.414	12
<b>Estrutura fundiária</b>							
Estabelecimentos total (nº)	58.480	13.169	22	28.175	48	6.866	12
Agricultura Familiar (nº)	44.145	10832	82	21.425	77	4.305	63
Agricultura Patronal (nº)	14.335	2.337	18	6.414	23	2.561	37
<b>Utilização das terras</b>							
Área total (ha)	2.629.365	482.357		1.160.444		624.855	
Superfície Agrícola Útil (ha)		321.536	67	850.112	73	463.402	74
Lavouras							
Área (ha)	604.005	53.582	17	185.857	22	49.503	11
Estabelecimentos (nº)	46.385	15.596		31.247		6.628	
Permanente (ha)		14.706	27	24.539	13	9.096	18
Temporária (ha)		38.876	73	161.318	87	40.412	82
Pastagens							
Área (ha)	1.605.959	200.576	62	829.440	71	313.007	68
Estabelecimentos (nº)	34.497	5.926		18.623		6.712	
Matas e florestas							
Área (ha)	362.531	67.378	21	74.118	7	100.887	22
Estabelecimentos (nº)	16.407	4.604		4.508		3.807	

Fonte: IBGE (2007).

### 3.1.1. Sistema Agrário 'Região Serrana'

O Sistema Agrário 'Região Serrana' é composto por 14 municípios<sup>19</sup>, faz fronteira com o Estado de Minas Gerais e com as regiões Norte-Noroeste, Metropolitana, Baixadas Litorâneas e Médio Paraíba. A Região Serrana, segundo o último Censo Demográfico 2010, apresentou uma população estimada de 805.627 habitantes, 5% em relação ao Estado, distribuídos em uma área de 6.531,59 km<sup>2</sup>, correspondente a 15% do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2010).

<sup>19</sup> O sistema agrário 'Região Serrana' está conformado pelos seguintes 14 municípios: Bom Jardim, Cantagalo, Carmo, Cordeiro, Duas Barras, Macuco, Nova Friburgo, Petrópolis, Santa Maria Madalena, São José do Vale do Rio Preto, São Sebastião do Alto, Sumidouro, Teresópolis e Trajano de Moraes (LUMBRERAS, 2003).

Segundo dados do Censo Agropecuário 2006, o sistema agrário 'Região Serrana' apresenta 13.169 estabelecimentos agropecuários (22,5% do total do Estado) que empregam 35.098 pessoas (22% da mão de obra rural do Estado).

Em relação à utilização das terras, 67% do território do sistema agrário 'Região Serrana' classifica-se como Superfície Agrícola Útil (SAU<sup>20</sup>). Desses 321.536 ha de SAU, as pastagens representam a maior parte com 62%, seguidas de matas e florestas com 21% e lavouras com 17% (sendo 73% de lavouras temporárias e 27% de lavouras permanentes). A agricultura da região constitui atividade estável com características empresariais, com destaque para as culturas de horticultura e floricultura, sendo responsável por cerca de 90% da produção de olerícolas do Estado. A agricultura serrana faz parte do cinturão verde do Município Rio de Janeiro, além de abastecer as cidades vizinhas. Os métodos de produção insumo-intensivos, principalmente o uso desmedido de agrotóxicos, vêm provocando altas taxas de mortalidade por câncer e suicídio entre os agricultores da região.

Do ponto de vista histórico, a ocupação do sistema agrário 'Região Serrana' ocorreu, em parte, em virtude da presença da família real, que distribuiu terras para estrangeiros, a fim de promover a ocupação da área. A história dessa região também está atrelada à expansão da atividade cafeeira durante o século XX. O desenvolvimento dessa cultura possibilitou a transformação da economia da região, em um centro comercial e prestador de serviços. Entre os benefícios advindos da cultura do café, foram construídas as ferrovias, o que possibilitou a instalação das primeiras indústrias têxteis do país, no início do século XX, desencadeando importante processo de transformação socioeconômica da região com atração de investimentos de capital nacional e estrangeiro.

Atualmente, a Região Serrana é bastante procurada pelos turistas por seu clima ameno durante boa parte do ano, e por suas belas paisagens, que reúnem as montanhas da Serra dos Órgãos e parte da Mata Atlântica. Paralelamente, à sua potencialidade turística, a região também passa a ser explorada pela construção de infraestrutura hoteleira e gastronômica, e mais recentemente, pelo estabelecimento de pólo de confecções de peças íntimas do vestuário feminino (CARNEIRO e ROCHA, 2009).

---

<sup>20</sup> A superfície agrícola útil (SAU) corresponde à área (em hectares) do estabelecimento agrícola efetivamente explorada com atividades agrícolas, ou seja, a Superfície Total (ST) da unidade de produção agrícola menos as áreas improdutivas ou que não estejam sendo exploradas do ponto de vista agrícola (CONTERATO *et al.* 2007).

### 3.1.2. Sistema Agrário 'Região Norte-Noroeste'

O Sistema Agrário 'Região Norte-Noroeste' fluminense abrange 22 municípios<sup>21</sup>, sendo 9 da Região Norte e 13 da Região Noroeste, fazendo fronteira com os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e com as Regiões Serrana e Baixadas Litorâneas. Esse sistema agrário abrange uma área de 15.118,08 km<sup>2</sup>, representando 35% do território do Estado do Rio de Janeiro e uma população estimada de 1.167.008 habitantes, correspondente a 7% da população do Estado (IBGE, 2011).

Segundo dados do Censo Agropecuário 2006, o sistema agrário 'Região Norte-Noroeste', apresenta 28.175 estabelecimentos agropecuários e ocupa 74.533 pessoas, correspondendo a 58% e 47% do total estadual, respectivamente. Evidencia-se que 77% dos estabelecimentos da região pertencem à agricultura familiar e o Município de Campos dos Goytacazes apresenta o maior percentual de pessoas ocupadas na agricultura, seguido de São Francisco de Itabapoana, com 38% e 13% do total do sistema agrário, respectivamente (IBGE, 2007).

Com relação à utilização das terras, 73% dos 1.160.444 ha da área total do sistema agrário 'Região Norte-Noroeste', classifica-se como SAU, sendo 71% destinados às pastagens, 22% às lavouras (87% temporárias e 13% permanentes) e 7% às matas e florestas.

A grande presença de pastagens extensivas neste sistema agrário coopera para a degradação das terras decorrente da substituição da cobertura florestal original por práticas agropastoris intensivas sem o apropriado manejo.

Os municípios produtores de petróleo (Campos, Carapebus, Macaé, Quissamã e São João da Barra) apresentam uma substancial concentração de suas riquezas no setor industrial, exatamente em função da atividade petrolífera desenvolvida no mar. Os recursos oriundos dos *royalties* do petróleo compõem a maior parte do orçamento desses municípios. Entretanto, apesar da considerável quantia de dinheiro inserida para o desenvolvimento dessas localidades, este não condiz com o desenvolvimento observado nos municípios agraciados por este recurso, evidenciando que o crescimento econômico não é sinônimo de

---

<sup>21</sup> O sistema agrário 'Região Norte-Noroeste' apresenta os seguintes 22 municípios: Aperibé, Bom Jesus de Itabapoana, Cambuci, Campos dos Goytagazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Italva, Itaocara, Itaperuna, Lajé do Muriaé, Macaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Quissamã, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, São José de Ubá e Varre-Sai.

desenvolvimento. Por outro lado, a atividade agropecuária apresenta maior relevância relativa no total da riqueza gerada nos municípios não produtores de petróleo. Porém, com resultados não muito satisfatórios devido à falta de assistência técnica, capacitação, fornecimento de sementes sem qualidade, estudos pilotos sobre o estabelecimento destes projetos na região, e por último, desarticulação da cadeia produtiva, e políticas governamentais condizentes com a realidade local (ESTRADA, 2005).

### 3.1.3. Sistema Agrário 'Região Médio Paraíba'

O Sistema Agrário 'Região Médio Paraíba' está composto por 22 municípios<sup>22</sup> e ocupa uma área de 9.233,329 km<sup>2</sup>, representando 21% da área do Estado do Rio de Janeiro. A região situa-se à noroeste da capital fluminense, possuindo localização estratégica, próximo às mais importantes capitais do país (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte), grandes centros consumidores e acumuladores de capital.

Ademais, a região apresenta uma população de 1.577.914 habitantes (10% do total fluminense) comportando o terceiro maior mercado consumidor do Estado. A economia da região está baseada na indústria de transformação, preponderantemente com tradição na siderurgia e metalurgia, especialmente pela presença da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), situada no município de Volta Redonda. A industrialização da região gerou uma série de problemas socioambientais, como a consequente perda da qualidade de vida da população, verificada na expansão de submoradias e periferias subequipadas, além da poluição do ar e do Rio Paraíba do Sul (CEPERJ, 2012).

O sistema agrário Região Médio Paraíba apresenta 6.866 estabelecimentos agropecuários e ocupa 19.414 pessoas no campo (12% da mão de obra rural do Estado). A agricultura familiar apresenta a maior participação, com 63% dos estabelecimentos.

Com relação ao uso da terra, as informações divulgadas pelo Censo Agropecuário demonstram que o sistema agrário apresenta 74% do território

---

<sup>22</sup> O sistema agrário 'Médio Paraíba' apresenta os seguintes municípios: Areal, Barra do Pirai, Barra Mansa, Comendador Levy Gasparian, Engenheiro Paulo de Frontin, Itatiaia, Mendes, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Pinheiral, Pirai, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Sapucaia, Três Flores, Valença, Vassouras e Volta Redonda.

classificado como SAU. Desses 463.402 ha, 68% são pastagens, 22% matas e florestas e 11% lavouras (18% permanentes e 82% temporárias). O percentual mais significativo de pastagens é fruto do ciclo da pecuária leiteira, surgido após a decadência do ciclo do café, no final do século XIX, com destaque para o município de Barra Mansa, considerado o centro pastoril da época, com a produção de leite atingindo seu auge na década de 30. Atualmente, a pecuária leiteira ainda representa importante fonte de renda da região, sendo os municípios de Valença, Resende e Barra Mansa os principais representantes, e Valença o principal produtor de leite do Estado do Rio de Janeiro. A pecuária leiteira é geralmente praticada em moldes tradicionais, com fraca inserção no processo de modernização da agricultura, estando pouco articulada com o grande capital industrial, comercial e financeiro. A criação extensiva do gado, com a derrubada da mata ainda existente, a compactação dos solos por pisoteamento e a contaminação de córregos no processo de tratamento e fabricação de derivados do leite, promovem impactos ambientais consideráveis na região.

No contexto histórico, a ocupação da região está ligada aos caminhos que ligavam as Minas Gerais ao Rio de Janeiro, no século XVIII, em razão da exploração de minerais. A seguir, a região apresentou diversos ciclos econômicos, como a exploração do cultivo da cana-de-açúcar, no início do XIX (com engenhos que produziam açúcar, rapadura e aguardente) e a produção do café, entre o fim do século XIX até meados do século XX. O cultivo do café imprimiu ritmo acelerado ao processo de urbanização do Vale do Paraíba fluminense e contribuiu também para o crescimento de sua importância econômica no cenário nacional.

Tradicionalmente, as atividades agropecuárias fizeram parte do contexto histórico da região. Ainda hoje, as mudanças socioeconômicas originadas a partir da atividade sustentam boa parte da população local, principalmente pela quantidade significativa de mão de obra ocupada no setor, seja de maneira direta ou indireta. Outras atividades relacionadas ao setor agrícola também apresentam relevância no contexto da região, tais como a piscicultura, a fabricação de produtos derivados do leite e de produtos voltados para o turismo, como conservas, doces e compotas (SILVA, 2011).

## 4. METODOLOGIA

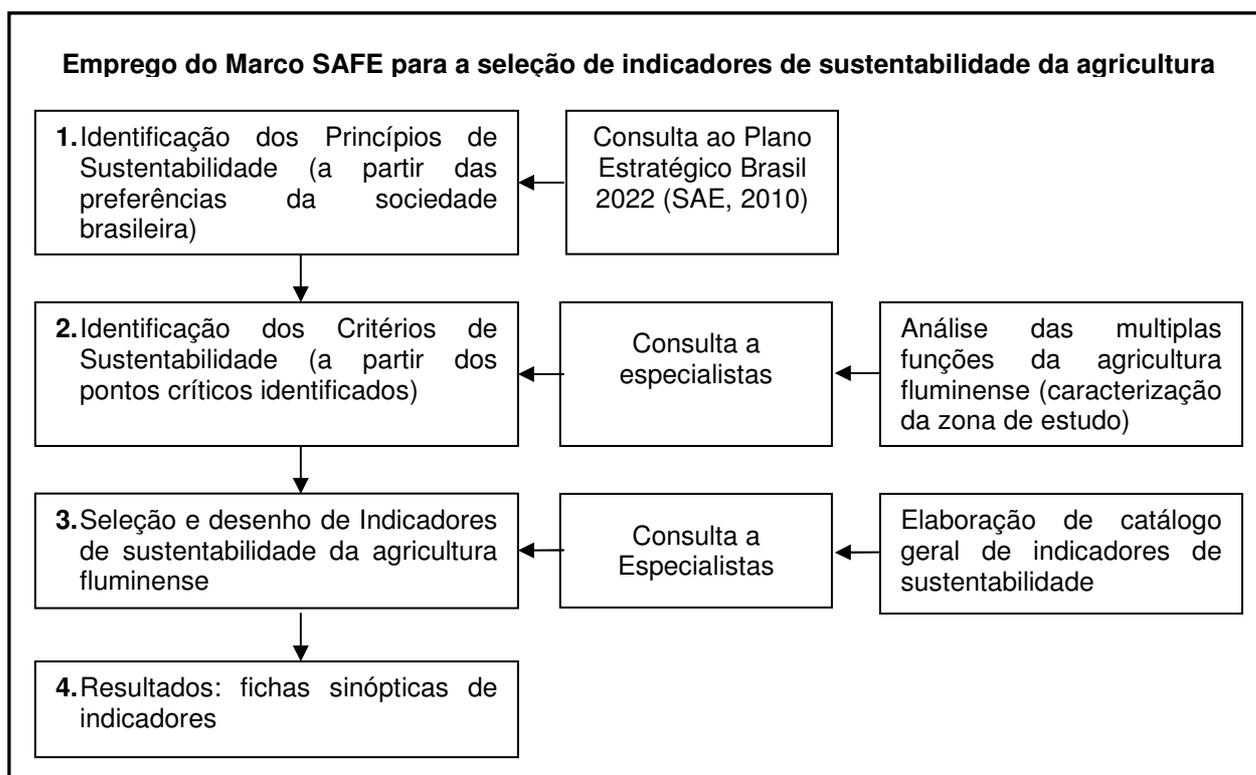
O presente trabalho pretende desenvolver uma estrutura metodológica prática de análise quantitativa da sustentabilidade dos estabelecimentos agropecuários fluminenses, tratando de cobrir parcialmente os déficits de conhecimento existentes neste sentido. Este desenvolvimento metodológico, baseado no cálculo de indicadores, será realizado empregando o marco teórico proposto por Sauvenier *et al.* (2006) e van Cauwenbergh *et al.* (2007), denominado SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*), conforme a aplicação para sistemas agrários realizada por Sánchez-Fernández (2009) e por sua vez, incorporando a quarta dimensão da sustentabilidade (dimensão institucional), ademais das três dimensões clássicas neste tipo de análise (econômica, sócio-cultural e ambiental), conforme a sugestão de IBGE (2010a), com base nas recomendações do 'Livro Azul' da ONU (1996).

Este *Capítulo IV* apresenta-se organizado em três seções. Na primeira seção, explica-se o esquema metodológico adotado neste trabalho, apresentando cada uma das etapas seguidas. Na segunda seção descreve-se a estrutura do Marco SAFE empregada para a obtenção de indicadores de sustentabilidade. Na terceira e última seção, apresenta-se a origem da informação primária (questionários) e secundária (coeficientes técnicos e consulta a especialistas) necessária para o cálculo dos indicadores de sustentabilidade propostos no *Capítulo V*.

### 4.1. Esquema Metodológico

O esquema metodológico adotado para o levantamento dos indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense será apresentado na **Figura 3** a seguir.

**Figura 3.** Esquema metodológico do trabalho



Fonte: Elaboração própria (2012).

O emprego do Marco SAFE para a identificação dos indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense realizou-se a partir do desenvolvimento das seguintes quatro etapas:

- 1º) O primeiro passo refere-se à identificação dos *princípios*, segundo as preferências da sociedade brasileira, que consistiu na consulta ao Plano Estratégico Brasil 2022 (SAE, 2010), elaborado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE).
- 2º) Assim, uma vez identificado o primeiro nível hierárquico, considerando as quatro dimensões da sustentabilidade (econômica, social, ambiental e institucional), construiu-se um catálogo geral de *critérios e indicadores de sustentabilidade*, com base na caracterização prévia da zona de estudo apresentada no *Capítulo III*, que permitiu identificar as pressões e impactos mais relevantes que incidem sobre a agricultura dos sistemas agrários considerados.
- 3º) No terceiro passo, obteve-se a seleção final dos indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense, após consulta por especialistas ao catálogo geral

derivado de extensa revisão bibliográfica.

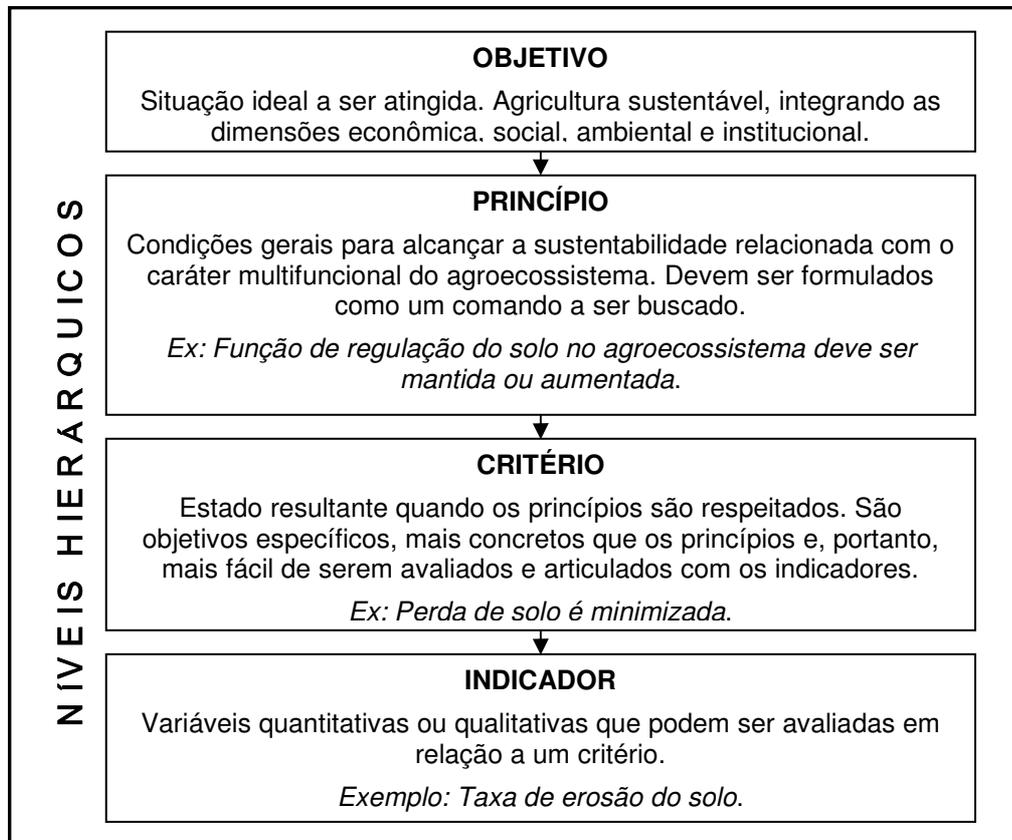
- 4º) Do resultado final obtido, no quarto e último passo, geraram-se fichas sinópticas para os indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense selecionados. Estas fichas permitirão guiar o processo de cálculo em estudos posteriores.

#### **4.2. Emprego do Marco SAFE para a obtenção de indicadores de sustentabilidade da agricultura**

De modo geral, a metodologia SAFE consiste no desenvolvimento de uma estrutura hierárquica, segundo a teoria PC&I, que define três diferentes níveis: Princípios, Critérios e Indicadores. Como resultado final, o emprego do Marco SAFE permite a obtenção de um conjunto de indicadores de sustentabilidade de forma consistente e coerente com o sistema analisado. Assim, a estrutura do SAFE pretende funcionar como um instrumento de gestão para a identificação, desenvolvimento e avaliação dos sistemas de produção agrários, bem como subsidiar escolhas técnicas e políticas que incidam sobre o setor (VAN CAUWENBERGH *et al.*, 2007).

A seguir, a **Figura 4** apresenta a estrutura hierárquica do Marco SAFE:

**Figura 4.** Estrutura Hierárquica do Marco SAFE



Fonte: Adaptado de Sauvenier *et al.* (2006).

Segundo Sauvenier *et al.* (2006) os níveis hierárquicos da estrutura do Marco SAFE são definidos como segue:

- **Princípios.** São condições gerais para atingir a sustentabilidade, estão associadas às diversas funções executadas pelo agroecossistema e têm o caráter de um objetivo a ser alcançado. Estão relacionados com as funções múltiplas do agroecossistema, que vão para além da função de produção de alimentos, integrando os quatro pilares da sustentabilidade (econômico, social, ambiental e institucional).
- **Critérios.** É o estado resultante ou aspecto do agroecossistema quando o princípio relacionado a ele é respeitado. Critérios são objetivos específicos, mais concretos do que os princípios. A seleção dos critérios baseia-se no conhecimento do sistema a ser estudado. Assim, estes são definidos a partir dos pontos críticos identificados na área de estudo.

- *Indicadores*. Consistem em variáveis quantitativas ou qualitativas, que podem ser empregadas para medir a consecução de um critério. Um indicador descreve, de forma objetiva, as características do agroecossistema ou elementos da política vigente. Assim, um conjunto de indicadores deve fornecer uma imagem representativa da sustentabilidade dos sistemas agrícolas em suas múltiplas dimensões. Os valores de referência, uma vez definidos adequadamente para os indicadores, fornecem parâmetros ou metas de sustentabilidade. Sua formulação se estabelece com base científica ou empírica.

A aplicação do Marco SAFE para o levantamento dos indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense realizou-se, primeiramente, pela identificação dos *princípios*, segundo as preferências da sociedade brasileira. Esta primeira etapa consistiu na consulta ao 'Plano Estratégico Brasil 2022', elaborado por técnicos da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), da Casa Civil e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Tal publicação traça metas<sup>23</sup> de sustentabilidade para o país, ainda que de forma generalista.

Após essa primeira identificação, construiu-se um catálogo geral de *critérios*, com base na caracterização prévia da zona de estudo apresentada no *Capítulo III*, que permitiu identificar as pressões e impactos mais relevantes que incidem sobre a agricultura dos sistemas agrários considerados.

A seguir, a partir de *catálogo geral* de indicadores de sustentabilidade, obtido através de extensa revisão bibliográfica, e conjugado com os *princípios* e *critérios* previamente identificados, procedeu-se à consulta de um painel composto por 16 especialistas em agricultura fluminense (3 procedentes de instituições de ensino, 5 de institutos de pesquisa, 2 da administração pública, 2 de cooperativas técnicas e 4 de associações de produtores) com amplo conhecimento dos sistemas agrários analisados. Finalmente, esse processo permitiu validar a seleção de 20 indicadores de sustentabilidade, derivados de 17 critérios, 8 princípios e 4 dimensões da sustentabilidade. Todos esses indicadores encontram-se recopilados no *Capítulo V*

---

<sup>23</sup> Segundo o SAE (2010), as metas estratégicas definidas foram derivadas de ampla consulta aos cidadãos brasileiros, desde integrantes dos três poderes do Estado (nos três níveis da Federação), aos que compõem a sociedade civil (empresários, trabalhadores, profissionais, militares, artistas e intelectuais). Algumas dessas metas seriam: a) Crescimento de 7% ao ano, b) Aumento da taxa de investimento para 25% do PIB, c) Duplicação da produção agropecuária, d) Duplicação das exportações agropecuárias, e) Aumento da produtividade agropecuária em 50%, f) Aumento dos níveis de controle de sanidade, g) Triplicação dos investimentos destinados à pesquisa agropecuária, h) Ampliação da área de florestas econômicas em 50%, i) Duplicação da renda da agricultura familiar e j) Duplicação da produção de alimentos.

(Resultados) no formato de fichas sinópticas. Este estudo apenas emprega a metodologia do Marco SAFE para as etapas de seleção e desenho de indicadores.

Os resultados da seleção de indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense encontram-se na **Tabela 4** do *Capítulo V*. Por sua vez, os resultados do desenho de indicadores encontra-se nas fichas sinópticas do *Capítulo V*.

Para a seleção dos indicadores, seguindo os critérios propostos por Sauvenier *et al.* (2006), os especialistas levaram em consideração os seguintes cinco aspectos:

- a) Base analítica sólida.** Os indicadores devem estar fundamentados em termos técnicos e analítico-científicos.
- b) Mensurabilidade.** Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis (ou ao menos observáveis).
- c) Relevância para a sustentabilidade do sistema em questão.** Os indicadores devem ser relevantes para o sistema agrário analisado.
- d) Relevância política.** Os indicadores devem avaliar os efeitos de medidas políticas, ademais de identificar áreas críticas que demandam atuação política. No geral, devem ser relevantes para a tomada de decisões políticas.
- e) Aplicabilidade.** Possibilidade de cálculo de forma prática a partir de informação primária diretamente obtida dos agricultores através de entrevistas.

Desse modo, apenas foram selecionados aqueles indicadores que pudessem ser calculados de forma fácil e econômica (tempo e custo), a partir de informação primária obtida diretamente dos produtores mediante a realização de entrevistas.

#### **4.3. Origem da informação para o cálculo dos indicadores de sustentabilidade**

Para proceder ao cálculo dos indicadores de sustentabilidade, fez-se necessário o emprego de informações primárias e secundárias. A obtenção dos dados primários procedeu dos questionários aplicados durante entrevistas aos

agricultores das regiões Serrana, Norte-Noroeste e Médio Paraíba do Estado do Rio de Janeiro. Em virtude das peculiaridades de cada região, fez-se necessário inferir informações ausentes devido à existência de questionários incompletos.

As informações secundárias foram obtidas via diversas fontes oficiais (principalmente, a EMBRAPA), bibliografias e trabalhos anteriores, sites confiáveis e livros técnicos. O estudo também consultou especialistas e técnicos para a definição dos coeficientes técnicos utilizados nas fórmulas dos diferentes indicadores. Assim, além da base de dados principal, outras bases de dados secundárias com informações adicionais dos insumos de produção foram criadas para compor a base de cálculo dos indicadores.

#### 4.3.1. Questionário

A principal fonte de informação primária deste trabalho consistiu nas entrevistas realizadas aos agricultores dos sistemas agrários fluminenses analisados. O questionário aplicado durante as entrevistas apresentava 34 perguntas, divididas em cinco blocos, conforme descrição a seguir. A versão íntegra desse questionário pode ser encontrada no **Anexo 1**.

- **Primeiro bloco: Introdução e filtro.** Esse bloco consta de três partes. A primeira parte serve para codificar a entrevista (nome do entrevistado, número do questionário e lugar da entrevista). A segunda parte apresenta um breve texto que expõe o propósito da entrevista e anima os entrevistados a participarem da mesma. Na terceira parte, encontra-se a pergunta filtro que pretende excluir da amostra produtores com atividade exclusivamente pecuária.
- **Segundo bloco: Características do agricultor.** O segundo bloco pretende levantar informações do agricultor. As perguntas desse bloco, subdividem-se em duas partes. Por um lado, as perguntas que tratam de obter informações para quantificar as variáveis que serão empregadas no cálculo dos indicadores, como a pergunta 4 (idade e existência de sucessor). Por outro lado, existem perguntas para a identificação de variáveis explicativas da sustentabilidade, como a pergunta 7 (desempenho de outra atividade diferente da agricultura para obter

renda), que conjuntamente com a pergunta 3 (gênero), 5 (número de pessoas que residem na propriedade com dependência econômica), 6 (número de filhos), 8 (pertence a alguma cooperativa ou associação), 25 (nível de estudos), 26 (apresenta alguma formação agrária), 28 (fonte de informação agrária), 29 (tempo dedicado a formação agrária), 32 (recebe algum tipo de assistência técnica), 33 (apresenta algum selo de qualidade), 30 (conhecimento do COGEM - Comitê Gestor de Microbacia) e 31 (conhecimento do CMDRS - Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável), entrarão nas futuras análises estatísticas para a caracterização da sustentabilidade dos estabelecimentos agropecuários.

- **Terceiro bloco: Características estruturais do estabelecimento agropecuário.** O terceiro bloco do questionário (perguntas 9 a 14) destina-se a dimensionar e caracterizar o estabelecimento agropecuário. A pergunta 9 verifica se o agricultor também trabalha na atividade pecuária. A pergunta 10 capta a dimensão total da propriedade do agricultor e o quanto dessa área total é dedicada às atividades agrícolas, divididas entre área de sequeiro<sup>24</sup> e área irrigada<sup>25</sup>. A pergunta 11 verifica se a propriedade apresenta áreas protegidas (rios, nascentes, áreas inclinadas, topos de morros, etc) e procura saber se o agricultor tem a DAP Física. Por último, nesse bloco, verifica-se a través das perguntas 13 e 14, em que categoria de estrutura fundiária se enquadra a propriedade do agricultor (própria, parceria, meeiro, arrendatário, ocupante) e qual a característica da mão de obra empregada naquela propriedade.
  
- **Quarto bloco: Características produtivas do estabelecimento agropecuário.** Nesse bloco procura-se fazer um resumo das principais culturas (lavouras) do agricultor, tendo como base a safra de 2010/2011. Esta foi dividida em duas partes nas perguntas 16 (produção agrícola em sequeiro) e 19 (irrigada). Nesse contexto, investiga-se outros pontos como área plantada ou número de plantas, número de variedades, rendimento médio, finalidade da produção (comercial ou

---

<sup>24</sup> Sistema no qual as plantas se desenvolvem somente a partir da água de chuva (SALASSIER, 2008).

<sup>25</sup> Sistema de produção no qual existem diferentes processos de irrigação como: a) *Inundação* (método que proporciona a aplicação de água às plantas utilizando-se da superfície do solo e da energia potencial como meio de condução e distribuição da água); b) *Aspersão por cobertura* (método no qual são lançados jatos de água ao ar que caem sobre a cultura na forma de chuva); c) *Aspersão automatizada* (pivô central: tomada central de água giratória com aspersores ou microjatos); e d) *Gotejamento* (a água é levada sob pressão por tubos, até ser aplicada ao solo através de emissores diretamente sobre a zona da raiz da planta, em alta frequência e baixa intensidade). (SALASSIER, 2008).

subsistência), preços recebidos e o destino da produção (intermediário, associação, cooperativa, CEASA regional, CEASA Rio, feiras, PAA ou PNAE). As perguntas 17 e 20, investigam se o agricultor possui algum seguro de proteção da lavoura e as perguntas 18 e 21 se o agricultor possui algum tipo de financiamento de crédito agrícola. Finalmente, esse quarto bloco finaliza com a pergunta 22 sobre quais são os sistemas de irrigação e seu manejo para cada cultivo.

- **Quinto bloco: Técnicas de produção empregadas nos cultivos.** O quinto bloco do questionário corresponde a *Ficha de Cultivo*, que consiste na identificação dos três principais cultivos preponderantes na propriedade. As perguntas das fichas de cultivo versam sobre: variedades, época de plantio, sistema de manejo (agricultura tradicional ou orgânica), modalidade de produção (sequeiro ou irrigada), conjuntos de operações realizadas nos cultivos durante as etapas de preparo do solo (aração mecânica ou animal, gradagem), plantio (número de sementes ou mudas por cova, espaçamento), adubação e calagem (dose, adubo mineral ou orgânico, aplicação de fitossanitários) e colheita (manual ou mecânica). Na pergunta 23, verifica-se o destino dos resíduos do cultivo (pastoreio, queima, incorporação ou replantio) e na última pergunta do bloco, verifica-se se o agricultor adota boas práticas ambientais (manejo de solos, manejo de culturas, manuseio de produtos, água de consumo, água residual).

O questionário passou por um teste piloto, realizado junto a agricultores do Município de Seropédica-RJ, o que permitiu a melhora das perguntas e aperfeiçoamento da dinâmica da entrevista.

#### 4.3.2. Seleção e representatividade da amostra

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma população total de 15.180.636 habitantes, sendo 78% residentes na área urbana e apenas 22% na área rural (IBGE, 2010). O Estado apresenta território com área de 43.780,1 km<sup>2</sup>, dividido em 92 municípios, 6 mesorregiões e 18 microrregiões.

O presente estudo contempla a aplicação empírica da metodologia proposta para analisar a sustentabilidade (através de indicadores) dos sistemas agrários

fluminenses, conforme classificação adaptada do Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro realizado pela EMBRAPA (LUMBRERAS *et al.*, 2003). A diversidade de sistemas agrários existentes no Estado do Rio de Janeiro e as limitações próprias de uma pesquisa desta índole (temporais e financeiras) requerem a seleção de um número reduzido de casos de estudo. Para realizar esta seleção adotaram-se critérios relacionados ao grau de interesse de estudos de sustentabilidade da agricultura. Desse modo, os 3 sistemas agrários selecionados foram a 'Região Serrana', a 'Região Norte-Noroeste Fluminense' e a 'Região Médio Paraíba'. O estudo desses casos permitirá estabelecer uma imagem suficientemente representativa da sustentabilidade da agricultura fluminense, na medida em que juntos, abarcam cerca de 80% dos estabelecimentos agropecuários do Estado.

Deve-se salientar que a análise proposta requer uma amostra representativa dos estabelecimentos agropecuários do Estado, que corresponde a uma população de 58.887 estabelecimentos, segundo dados do último Censo Agropecuário (IBGE 2007). Portanto, considerando esse universo amostral, realizou-se o procedimento de extração da amostra por cotas (por município), devido à impossibilidade de realizar uma amostragem aleatória simples (limitações financeiras do projeto que inviabilizou visitar cada um dos produtores em suas propriedades). Para garantir um erro amostral inferior a 5% e um nível de confiança superior a 90%, o *tamanho amostral* (ou *amostra necessária*) compreendeu 270 questionários válidos, obtidos mediante entrevistas a produtores.

**Tabela 3.** Distribuição de questionários por sistema agrário

<b>SISTEMA AGRÁRIO</b>	<b>COTA DE QUESTIONÁRIOS</b>
Região Serrana	74
Região Norte-Noroeste	157
Médio Paraíba	58
Total	270

**Fonte:** Elaboração própria (2012).

#### 4.3.3. Processo de aplicação dos questionários

As entrevistas ocorreram entre julho e outubro de 2011, no período das reuniões das associações de agricultores, com entrevistas pessoais realizadas por 17 entrevistadores de origem diversa, que previamente receberam treinamento específico. As perguntas se centraram na produção agrícola da safra imediatamente anterior (2010/2011), e o tempo médio de entrevista ascendeu a 20 minutos.

#### 4.3.4. Informações secundárias

As informações obtidas através da aplicação dos questionários uma vez compiladas requeriam um tratamento específico e informações secundárias para obter, para cada estabelecimento, os valores de cada um dos indicadores de sustentabilidade. Para isso, fez-se necessário construir uma série de coeficientes técnicos complementares à informação primária, tais como:

- **Informações de preços de mercado.** Caracterizada por apresentar os dados referentes ao preço de insumos de produção (sementes, fertilizantes, fitossanitários, etc).
- **Bibliografia técnica.** Material necessário para obter informações dos coeficientes técnicos, como a quantidade de nitrogênio contida nos produtos e subprodutos agrícolas, a energia calorífica dos produtos, os insumos de produção, as necessidades hídricas dos cultivos, a eficiência dos diferentes sistemas de irrigação ou os valores de dose letal contidos nos diferentes produtos fitossanitários utilizados na produção.
- **Outras fontes de informação.** Consistem em informações como o calendário agrícola (de plantio), o custo da hora de trabalho dos agricultores e o custo da hora-máquina no aluguel de tratores.

## 5. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os principais resultados obtidos a partir do emprego do Marco SAFE, ou seja, os 20 indicadores de sustentabilidade da agricultura fluminense selecionados. As seções a seguir encontram-se divididas entre as dimensões econômica, social, ambiental e institucional da sustentabilidade. Os indicadores são apresentados no formato de fichas sinópticas de modo similar ao formato adotado pelo IBGE (2012). No final do capítulo, após a extensa exposição das fichas sinópticas dos indicadores, apresenta-se as **Tabelas 4 e 5** para facilitar o entendimento das características mais relevantes dos indicadores de sustentabilidade apresentados.

### 5.1. Indicadores Econômicos

#### 5.1.1. Rentabilidade privada dos estabelecimentos agropecuários (*PROFITEXP*):

##### Definição

Este indicador está baseado no indicador IBGE 26 – “Rendimento Familiar *per capita*” (IBGE, 2010). Em uma análise de curto-prazo, a renda dos agricultores pode ser calculada como um *proxy* do lucro bruto do estabelecimento, entendendo-se este como a diferença entre a receita total e os custos variáveis de produção. Este indicador é medido em Reais/ha e ano.

##### Método de cálculo

$$PROFITEXP = \frac{\sum_i \{[(RENDM_i \times p_i) - CV_i]x_i\}}{SUP} \quad (E1.0)$$

Sendo:

*PROFITEXP* : Rentabilidade privada do agricultor (R\$/ha e ano)

*RENDM<sub>i</sub>* : Rendimento médio do cultivo i (t/ha e ano)

$p_i$	:	Preços pagos aos agricultores pelo cultivo $i$ (R\$/t)
$CV_i$	:	Custos variáveis do cultivo $i$ (R\$/ha e ano)
$x_i$	:	Superfície destinada ao cultivo $i$ (ha)
$SUP$	:	Superfície total da exploração (ha)

### **Interpretação**

O indicador *RENTAEXP* é utilizado como forma de análise da viabilidade financeira da atividade agrária. Quando os resultados deste indicador são negativos de forma contínua ao longo do tempo, deve-se considerar que a atividade analisada (neste caso, a atividade do estabelecimento agropecuário) não é economicamente sustentável.

### **Origem da informação**

- $RENDM_i$  : Rendimento médio do cultivo  $i$  (t/ha e ano): Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17)
- $p_i$  : Preços pagos aos agricultores pelo cultivo  $i$  (R\$/t): Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17)
- $CV_i$  : Custos variáveis do cultivo  $i$  (R\$/ha e ano), calculados a partir de:
- Custos das sementes, mudas e/ou ramas:** Média de preços cobrados pelas cooperativas agrárias e os principais pontos de venda da zona de estudo. Questionário aplicado aos trabalhadores (Fichas de cultivo).
  - Custos dos adubos:** Média de preços cobrados pelas cooperativas agrárias e os principais pontos de venda da zona de estudo.
  - Custos dos fitossanitários:** Média de preços cobrados pelas cooperativas agrárias e os principais pontos de venda da zona de estudo.
  - Custos de maquinaria:** Consumo em diesel dos diferentes trabalhos (no caso de maquinaria própria) ou preço de hora-máquina (no caso de maquinaria alugada): Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).
  - Custos da mão de obra assalariada:** A demanda por mão de obra assalariada obtém-se do formulário preenchido junto aos agricultores: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 13).
  - Custos dos arrendamentos:** Questionário aplicado aos agricultores

(Pergunta 13).

- $x_i$  : Superfície destinada ao cultivo  $i$  (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17).
- $SUP$  : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).

### 5.1.2. Estabilidade na renda do produtor (*PROFITSTAB*)

#### **Definição**

A estabilidade financeira do agricultor pode, em parte, ser facilitada através de sua participação em programas de mercados institucionais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA/MDA/MDS/CONAB/2003) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE/FNDE/MEC/2009). Este indicador é medido como uma porcentagem do indicador anterior, ou seja, o quanto da renda bruta do agricultor procede de mercados institucionais.

#### **Método de cálculo**

$$\boxed{PROFITSTAB = \frac{GMI \cdot 100}{PROFITEXP}} \quad (E2.0)$$

$$\boxed{GMI = \frac{DPMI \cdot LB}{100}} \quad (E2.1)$$

$$\boxed{LB = RENDM_i \cdot p_i} \quad (E2.2)$$

Sendo:

<i>PROFITSTAB</i>	Estabilidade na renda do produtor (%)
<i>GMI</i>	Ganho com mercados institucionais (R\$)
<i>PROFITEXP</i>	Rentabilidade privada do agricultor (R\$/ha e ano)
<i>DPMI</i>	Destino da produção para mercados institucionais (%)
<i>LB</i>	Lucro bruto (R\$/ha e ano)

$RENDM_i$	Rendimento médio do cultivo $i$ (t/ha e ano)
$p_i$	Preços pagos aos agricultores pelo cultivo $i$ (R\$/t)

### **Interpretação**

Quanto maior a participação do agricultor em programas de mercados institucionais, considera-se que maior será sua estabilidade financeira. Ou seja, quanto maior o valor do indicador *PROFITSTAB* maior será a estabilidade na renda do produtor.

### **Origem da informação**

$DPMI$	Destino da produção para mercados institucionais: Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17).
$RENDM_i$	Rendimento médio dos cultivos: Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17).
$p_i$	Preços pagos aos agricultores: Questionário aplicado aos agricultores (Perguntas 14 e 17).
$PROFITEXP$	Rentabilidade privada do agricultor: vide Indicador Econômico <i>E1</i> .

#### 5.1.3. Aptidão para participação em mercados institucionais (*INSTMARKT*)

### **Definição**

Este indicador reflete o grau de aptidão do agricultor para vir a participar das duas modalidades de mercados institucionais vigentes: o PNAE (Programa Nacional de alimentação escolar) e o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos). Para isso, o agricultor precisa apresentar uma série de pré-requisitos que nem sempre dispõe, sendo o principal deles a Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP<sup>26</sup>) em suas duas

---

<sup>26</sup> A DAP é utilizada como instrumento de identificação do agricultor familiar e sua posse é condição indispensável para acessar políticas públicas, como o PRONAF. Para obtê-la, o agricultor familiar deve dirigir-se a um órgão ou entidade credenciado pelo MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário), munido de seu CPF e de dados de seu estabelecimento de produção. A DAP Jurídica é pré-requisito para a participação em mercados institucionais no caso de grupos formais (cooperativas agrícolas ou associações de produtores) e para ser emitida é necessário que mais de 70% de seus associados possuam a DAP Física. Por sua vez, a DAP Física é individual, de modo que, para que o agricultor participe dos mercados institucionais é necessário que esteja associado a um grupo informal composto por colegas que também disponham de DAP Física ou a um grupo formal que possua a DAP Jurídica.

versões: física ou jurídica. Com a obtenção da DAP Física o agricultor passa a estar apto a vender seus produtos para os mercados institucionais, seja por meio de associação de produtores ou cooperativa agrícola que disponham de DAP Jurídica, ou por meio de entidades reguladoras.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{INSTMARKET = 0,60 DAP_f + 0,40 DAP_j} \quad (E3.0)$$

Sendo:

$INSTMARKET$  : Aptidão para participação em mercados institucionais

$DAP_f$  : DAP Física ou DAPAA<sup>27</sup> (Sim = 1, Não = 0).

$DAP_j$  : DAP Jurídica (Sim = 1, Não = 0).

### **Interpretação**

Quanto maior o número de pré-requisitos apresentados pelo agricultor, maior será sua aptidão de participação nos mercados institucionais e, conseqüentemente, maior a sua estabilidade financeira.

### **Origem da informação**

$DAP_f$  : DAP Física ou DAPAA: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 11).

$DAP_j$  : DAP Jurídica: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 7).

## **5.2. Indicadores Sociais**

### **5.2.1. Emprego agrário (*TOTALAB*)**

<sup>27</sup> A DAPAA é uma DAP Física especial destinada a grupos específicos como populações indígenas, assentados, quilombolas e pescadores.

### **Definição**

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) propõe o indicador “emprego agrário” como um elemento determinante da contribuição da agricultura ao emprego total (OCDE 2001). Por este motivo, o indicador de emprego agrário (*TOTALAB*) pode ser utilizado como medidor das implicações sociais que tem a agricultura na provisão e distribuição de rendas, perfilando-se assim como um dos indicadores de sustentabilidade social mais relevantes no âmbito agrário.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{TOTALAB = \frac{MOT}{SUP}} \quad (S1.0)$$

Sendo:

*TOTALAB* : Emprego agrário (nº de trabalhadores/ha e ano)

*MOT* : Mão de obra total utilizada (nº de trabalhadores/ano).

Sendo:

$$\boxed{MOT = MOm + MOf + MOe} \quad (S1.1)$$

*MOm* : Mão de obra familiar (nº de trabalhadores familiares)

*MOf* : Mão de obra fixa (nº de trabalhadores fixos)

*MOe* : Mão de obra eventual (nº de trabalhadores eventuais)

*SUP* : Superfície total da exploração (ha)

### **Interpretação**

O indicador se interpreta como a mão de obra total (quantificada em número de trabalhadores/ha e ano) requerida pela atividade da exploração agrícola. Um maior valor do indicador implica que a exploração apresenta maior capacidade de gerar emprego, sendo portanto, capaz de fixar maior número de população no meio rural. Dessa maneira, ao comparar explorações de tamanhos distintos, aquela que apresente o maior valor do indicador *TOTALAB*, será considerada como a mais sustentável do ponto de vista social.

### **Origem da informação**

- MOT* : Mão de obra total: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 13).  
*SUP* : Superfície total da exploração: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).

#### 5.2.2. Sazonalidade da contratação de mão de obra (*ESTALAB*)

### **Definição**

As atividades agrárias se encontram submetidas à fortes variações temporais em sua demanda de mão de obra, em função do próprio ciclo biológico dos cultivos e dos trabalhos requeridos. Deste modo, em determinadas etapas, como por exemplo, durante a colheita, existem picos de demanda de mão de obra agrária, que podem requerer em muitos casos a contratação de mão de obra externa. Para contabilizar esta variabilidade do fator trabalho (sazonalidade de contratação da mão de obra), emprega-se o indicador *ESTACIMO* proposto por Bazzani *et al.* (2004). O caráter estacional do fator trabalho se quantifica como uma porcentagem da mão-de-obra eventual demandada nos períodos críticos.

### **Método de cálculo**

$$ESTALAB = \frac{[MOT - (MOM + MOF)] \cdot 100}{MOT} \quad (S2.0)$$

Sendo:

- ESTALAB* : Sazonalidade da mão de obra (%)  
*MOT* : Mão de obra total utilizada (nº de trabalhadores/ano).

Aonde:

$$MOT = MOM + MOF + MOE \quad (S2.1)$$

- MOM* : Mão de obra familiar (nº de trabalhadores familiares)  
*MOF* : Mão de obra fixa (nº de trabalhadores fixos)  
*MOE* : Mão de obra eventual (nº de trabalhadores eventuais)

### **Interpretação**

Quanto maior o valor alcançado pelo indicador, maior terá sido a variabilidade de mão de obra demandada ao longo do ano para realizar os trabalhos da exploração. Isso implicará em menor grau de fixação da população rural ao meio agrário (preferência pela mão de obra eventual à mão de obra fixa). Ou seja, quanto maior o valor do indicador, menor será sustentabilidade social da exploração.

### **Origem da informação**

*MOm* : Mão de obra familiar: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 13a).

*MOf* : Mão de obra fixa: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 13b).

*MOT* : Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 13).

#### 5.2.3 Risco de abandono da atividade agrária (*ABANDONRISK*)

### **Definição**

Este indicador está baseado no indicador IRENA 17 – “Marginalização” (AEA, 2005). O objetivo do indicador tanto no citado documento como nesta pesquisa é calcular o risco de abandono da atividade produtiva.

Como se verá na interpretação do indicador, os dois fatores considerados como os mais influentes na hora de decidir a continuidade de uma exploração são:

- A idade do agricultor: se inferior a 30, sempre e quando não existam sucessores claros e o local de residência esteja próximo à pólos urbanos<sup>28</sup> de atração de mão de obra.
- A renda recebida pela atividade: majoritariamente originada da agricultura, sem necessidade de complementação a partir de outras fontes de renda (tais como: aposentadoria, pensão, trabalho como autônomo ou funcionário etc).

---

<sup>28</sup> Pólos urbanos de atração de mão de obra no Estado do Rio de Janeiro: Resende, Volta Redonda, Barra Mansa, Campos, Macaé, Teresópolis, Petrópolis, Friburgo, Rio das Ostras, Cabo Frio, Araruama, Angra dos Reis, Paraty, Rio de Janeiro e adjacências.

### Método de cálculo

$$\boxed{RA = RAI + RAR} \quad (S3.0)$$

Aonde:

$$RAI = \begin{cases} \text{se } I \leq 30 \text{ e } SUC = "N" \text{ e } PA = "S" & , \quad RAI = 0,5 \\ \text{se } 30 < I < 60 \text{ e } SUC = "S" & , \quad RAI = \left(1 - \frac{I - 30}{60 - 30}\right) \cdot 0,5 \\ \text{se } I \geq 60 \text{ e } SUC = "S" & , \quad RAI = 0 \end{cases} \quad (S3.1)$$

$$\boxed{RAR = 0,1RAP + 0,1RAU + 0,1RPE + 0,1RFUN + 0,1ROUT} \quad (S3.2)$$

Sendo:

- RA* : Risco de abandono da atividade agrária  
*RAI* : Risco de abandono da atividade agrária por idade  
*RAR* : Risco de abandono da atividade agrária por renda  
*I* : Idade (anos)  
*SUC* : Existência de sucessor para a exploração (Sim: "S" ou Não: "N")  
*PA* : Pólos urbanos de atração próximos (Sim: "S" ou Não: "N")  
*RAP* : Aposentadoria (Sim= 1, Não=0)  
*RAU* : Trabalho autônomo (Sim= 1, Não=0)  
*RPE* : Pensão (Sim= 1, Não=0)  
*RFUN* : Trabalho assalariado (Sim= 1, Não=0)  
*ROUT* : Outras fontes de renda (Sim= 1, Não=0)

### Interpretação

Tal qual o indicador IRENA 17 – "Marginalização" (AEA, 2005), o indicador *ABANDONRISK* está composto pela combinação de dois fatores: a idade e a renda do agricultor.

O Risco de Abandono pela Idade (RAI) se refere às possibilidades de abandono da atividade agrícola em função da idade dos produtores. No caso

fluminense, proprietários com idades inferiores a 30 anos, que não tenham sucessores claros e que residam próximo a pólos urbanos de atração de mão de obra, certamente estarão mais inclinados a abandonar a atividade e migrar. Por outro lado, quanto maior sua idade, e diante da existência de um sucessor claro, menor será o risco de que o agricultor abandone a atividade produtiva, mesmo após a aposentadoria.

O Risco de Abandono pela Renda (RAR) se refere ao agricultor que dispõe de fontes de renda complementares ao obtido em sua exploração agrícola. Quanto mais dependente dessas fontes alternativas, menor será a importância da agricultura em seu orçamento, pelo que maior será o risco de que abandone a atividade agrária, para poder dedicar-se a outras atividades mais rentáveis.

Para o cálculo do indicador risco de abandono da atividade agrária (*ABANDONRISK*), ambos riscos, RAI e RAR, foram equiparados à 0,5 cada, de maneira que as distintas combinações de idade e renda sejam refletidas no valor final do indicador, que poderá assumir valores entre 0 e 1. Quanto maior for seu valor para uma exploração, menor será a sustentabilidade social da mesma.

### **Origem da informação**

- I* : Idade: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 3).
- SUC* : Sucessor: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 3).
- RAP* : Aposentadoria: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 6a).
- RAU* : Trabalho autônomo: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 6b).
- RPE* : Pensão: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 6c).
- RFUN* : Trabalho assalariado: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 6d).
- ROUT* : Outras fontes de renda: Questionário aplicado aos trabalhadores (Pergunta 6e).

#### 5.2.4. Adequada dependência da atividade (*AGROPROF*)

##### **Definição**

Este indicador está baseado no Indicador IRENA 16 – “Especialização/diversificação” (AEA, 2005) concretamente na parte que se refere à diversificação. O objetivo que se pretende com este indicador é calcular em que medida os agricultores dependem da renda proveniente da atividade agrária. Uma vez que o agricultor pode apresentar fontes de renda alternativas à agricultura (tais como: aposentadoria, pensão, trabalho como autônomo ou funcionário etc), este indicador é medido como a percentagem da renda do agricultor que provém exclusivamente da agricultura.

##### **Método de cálculo**

$$\boxed{AGROPROF = 1 - (0,2N1 + 0,2N2 + 0,2N3 + 0,2N4 + 0,2N5)} \quad (S4.0)$$

Sendo:

- AGROPROF* : Adequada dependência da atividade
- N1* : Aposentadoria como fonte de renda alternativa (Sim= 1, Não=0)
- N2* : Pensão como fonte de renda alternativa (Sim= 1, Não=0)
- N3* : Trabalho autônomo como fonte de renda alternativa (Sim= 1, Não=0)
- N4* : Trabalho assalariado como fonte de renda alternativa (Sim= 1, Não=0)
- N5* : Outras fontes alternativas de renda (Sim= 1, Não=0)

##### **Interpretação**

Quanto maior o valor alcançado pelo indicador *AGROPROF*, maior será a percentagem da renda do agricultor proveniente da agricultura, pelo que maior será o grau de fixação da mão de obra na atividade agrária e, conseqüentemente, maior será a sustentabilidade social do estabelecimento.

##### **Origem da informação**

- N1* : Aposentadoria como fonte de renda alternativa: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 6a).
- N2* : Pensão como fonte de renda alternativa: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 6b).
- N3* : Trabalho autônomo como fonte de renda alternativa: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 6c).
- N4* : Trabalho assalariado como fonte de renda alternativa: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 6d).
- N5* : Outras fontes alternativas de renda: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 6e).

### 5.3. Indicadores Ambientais

#### 5.3.1. Áreas protegidas (*PROTECTAREA*)

##### **Definição**

Este indicador mede a existência de áreas verdes protegidas (áreas de reserva legal e de preservação permanente), conforme as Resoluções CONAMA 302/2002 e 303/2002, remanescentes do Bioma Mata Atlântica, com base nos indicadores IBGE 16 – “Áreas Protegidas” (IBGE, 2010), OCDE 7 – “Fontes Naturais” e OCDE 10 – “Biodiversidade” (OCDE, 2004). Calcula-se como sendo a presença de áreas de índole diversa à agricultura, majoritariamente áreas verdes preservadas por lei, através de formulação matemática variando adimensionalmente entre [0-1]. O alto grau de diversificação e endemismo das espécies encontradas nesse bioma assegura que quanto maior o nível deste indicador, maior será a biodiversidade encontrada no estabelecimento.

##### **Método de cálculo**

$$PROTECTARE A = 0,2RS + 0,2NS + 0,2AS + 0,2TS + 0,2OS$$

(A1.0)

Sendo:

<i>PROTECTARE A</i>	:	Presença de áreas verdes protegidas no estabelecimento
<i>RS</i>	:	Rios (Sim= 1, Não=0)
<i>NS</i>	:	Nascentes (Sim= 1, Não=0)
<i>AS</i>	:	Áreas inclinadas (Sim= 1, Não=0)
<i>TS</i>	:	Topos de morro (Sim= 1, Não=0)
<i>OS</i>	:	Outros (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

Quanto mais o valor do indicador se aproximar a 1, maior será a oferta de habitats para as espécies animais e vegetais encontrada no estabelecimento, favorecendo a biodiversidade da região. Pelo contrário, quanto mais próximo a zero, menor a biodiversidade, pelo que menor será a sustentabilidade ambiental do estabelecimento.

### **Origem da informação**

<i>RS</i>	:	Rios: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 10).
<i>NS</i>	:	Nascentes: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 10).
<i>AS</i>	:	Áreas inclinadas: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 10).
<i>TS</i>	:	Topos de morro: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 10).
<i>OS</i>	:	Outros: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 10).

#### 5.3.2. Risco de degradação ambiental por defensivos agrícolas (*PESTRISK*)

### **Definição**

Com base nos indicadores IBGE 5 – “Uso de agrotóxicos” (IBGE, 2010a), OCDE 5 – “Qualidade da água doce” (OCDE, 2004) e IRENA 20 – “Contaminação do solo por pesticidas” (AEA, 2005), propõe-se o indicador *PESTRISK* como uma aproximação dos anteriores. Este indicador proporciona informação respeito à toxicidade dos defensivos agrícolas (herbicidas e pesticidas) liberados no meio,

provocando a contaminação do solo e da água e prejudicando a saúde humana. Quantifica-se como a mortalidade potencial de biomassa (medida em kg de ratos mortos).

### **Método de cálculo**

$$PESTRISK = \frac{\sum_i RT_i \times x_i}{SUP} \quad (A2.0)$$

Sendo:

*PESTRISK* : Risco de degradação ambiental por defensivos agrícolas (kg/ha e ano)

*RT<sub>i</sub>* : Risco de toxicidade associado ao cultivo *i* (kg/ha)

*x<sub>i</sub>* : Superfície destinada ao cultivo *i* (há)

*SUP* : Superfície total da exploração (ha)

Por sua vez, o risco de toxicidade individual associado a cada um dos cultivos (*RT<sub>i</sub>*) se define como:

$$RT_i = \sum_m \frac{QIA_m}{DL50_m} \quad (A2.1)$$

Sendo:

*RT<sub>i</sub>* : Risco de toxicidade individual associado a cada um dos cultivos *i* (kg/ha)

*QIA<sub>m</sub>* : Quantidade de ingrediente ativo *m* aplicado no cultivo *i* (mg/ha)

*DL50<sub>m</sub>* : Dose Letal 50%<sup>29</sup> do ingrediente ativo *m* por via oral (mg/kg)

E a quantidade de ingrediente ativo aplicado (*QIA<sub>m</sub>*) se define como:

<sup>29</sup> A 'dose letal 50%' (DL50) ou 'dose letal mediana' ou 'toxicidade aguda' é um indicador do grau de toxicidade das substâncias (quanto maior o valor da DL50 de uma substância, menor será seu grau de toxicidade. Representa a dose necessária de uma substância para matar 50% de uma população teste (mg da substância / kg de massa corporal dos indivíduos testados). Em função da via de absorção da substância por parte das cobaias, a DL50 pode ser: oral, dérmica ou inalada. A DL50 oral para ratos (ou toxicidade oral aguda para ratos) é a mais empregada para fins de comparação internacional da toxicidade de substâncias.

$$QIA_m = \sum_m QPC_n \cdot QIAPC_n \quad (A2.2)$$

Sendo:

$QIA_m$  : Quantidade de ingrediente ativo  $m$  aplicado no cultivo  $i$  (mg/ha)

$QPC_n$  : Quantidade de produto comercial  $n$  aplicado no cultivo  $i$  (kg ou L/ha)

$QIAPC_n$  : Quantidade de ingrediente ativo  $m$  contida no produto comercial  $n$  (mg/kg)

E por sua vez, a quantidade de produto comercial aplicado ( $QPC_n$ ) se define como:

$$QPC_n = DPL_n \cdot VC_n \quad (A2.3)$$

Sendo:

$QPC_n$  : Quantidade de produto comercial  $n$  aplicado no cultivo  $i$  (kg ou L/ha)

$DPL_n$  : Dose do produto comercial  $n$  aplicado ou calda formada (kg ou L/L).

$VC_n$  : Volume de calda<sup>30</sup> aplicada no cultivo (L/ha)

### **Interpretação**

Quanto maior o valor do indicador, maior será a biocidade dos fitossanitários empregados na exploração agrícola, pelo que menos sustentável será o estabelecimento do ponto de vista ambiental. Pelo contrário, valores do indicador próximos a zero indicam a prática de cultivos orgânicos e conseqüentemente maior biodiversidade e menor dano ambiental.

### **Origem da informação**

$x_i$  : Superfície atribuída ao cultivo  $i$  (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 14 e Pergunta 17).

$SUP$  : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).

---

<sup>30</sup> A calda constitui a mistura de produto comercial e água.

- $QPC_m$  : Quantidade de produto comercial m aplicado (kg/ha): Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).
- $DL50_m$  : Dose letal 50% do produto comercial m (mg/kg): Características do produto comercial oriundas do Sistema de Informações sobre Agrotóxicos (SIA) – (ANVISA, 2011).

### 5.3.3. Diversidade de agroecossistemas (*AGRODIVER*)

#### **Definição**

Este indicador complementa o indicador anterior e está baseado nos indicadores OCDE 7 – “Fontes Naturais”, OCDE 10 – “Biodiversidade” (OCDE, 2004), IRENA 16 - “Especialização/diversificação” e IRENA 32 - “Estado da Paisagem” (AEA, 2005). Pretende avaliar a diversidade de áreas de plantio presentes no estabelecimento (existência de mosaico de culturas) que, diferentemente dos monocultivos, representam agroecossistemas que beneficiam tanto a fauna quanto a flora silvestre em matéria de aumento de biodiversidade.

#### **Método de cálculo**

$$\boxed{AGRODIVER = \frac{SUP}{AP}} \quad (A3.0)$$

Sendo:

- $AGRODIVER$  : Diversidade de agroecossistemas
- $SUP$  : Superfície total da exploração (há)
- $AP$  : Número de áreas de plantio

#### **Interpretação**

Quanto maior a quantidade de áreas de plantio, menor será a especialização em um único cultivo, pelo que apesar de conferir menor economia de escala sob a ótica econômica (menor benefício econômico no curto prazo), do ponto de vista ambiental, a existência de diversidade de espécies será favorecida. Nesse sentido,

quanto menor for o nível do indicador, menor será o grau de especialização do estabelecimento, o que representará maior sustentabilidade ambiental. Pelo contrário, quanto maior for o nível do indicador, maior será o grau de especialização de cultivos, e por tanto menor a sustentabilidade ambiental do estabelecimento.

### **Origem da informação**

*SUP* : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).

*AP* : Número de áreas de plantio: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).

#### 5.3.4. Adoção de boas práticas ambientais (*ENVIRPRACT*)

### **Definição**

Este indicador pretende representar o grau de adesão do agricultor às recomendações do Programa de Boas Práticas Agrícolas (Programa BPA) da EMBRAPA (EMBRAPA, 2006). O Programa BPA, de adesão voluntária, consiste em uma série de recomendações de boas práticas agrícolas relacionadas ao manejo do solo e da água, manuseio de produtos fitossanitários, produção animal, utilização de adubos orgânicos e fertilizantes naturais. Assim, uma vez que os agricultores adotem voluntariamente as práticas do Programa BPA, estarão conseqüentemente submetidos à exigências ambientais mais estritas em termos de respeito ao ambiente do que as práticas agrícolas tradicionais, favorecendo assim a sustentabilidade ambiental do estabelecimento.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{ENVIRPRACT = MS + MC + MP + AC + AR + PA} \quad (A4.0)$$

Sendo:

*ENVIRPRACT* : Adoção de boas práticas ambientais

*MS* : Manejo de solos

Sendo:

$$\boxed{MS = 0,4CM + 0,3CP + 0,3AV} \quad (A4.1)$$

*CM* : Cobertura morta (Sim= 1, Não=0)

*CP* : Compostagem (Sim= 1, Não=0)

*AV* : Adubação verde (Sim= 1, Não=0)

*MC* : Manejo das culturas

Sendo:

$$\boxed{MC = 0,4RC + 0,3PD + 0,3CC} \quad (A4.2)$$

*RC* : Rotação de culturas (Sim= 1, Não=0)

*PD* : Plantio direto (Sim= 1, Não=0)

*CC* : Consórcio de culturas (Sim= 1, Não=0)

*MP* : Manuseio de Produtos

$$\boxed{MP = 0,2TL + 0,4DE + 0,4RA} \quad (A4.3)$$

Sendo:

*TL* : Tríplice lavagem (Sim= 1, Não=0)

*DE* : Devolução de embalagem (Sim= 1, Não=0)

*RA* : Receituário agrônômico (Sim= 1, Não=0)

*AC* : Água de consumo

Sendo:

$$\boxed{AC = 0,5NS + 0,3PÇ + 0,2AP} \quad (A4.4)$$

*NS* : Nascente (Sim= 1, Não=0)

*PÇ* : Poço (Sim= 1, Não=0)

*AP* : Abastecimento público de água da CEDAE (Sim= 1, Não=0)

*AR* : Água residual

Sendo:

$$\boxed{AR = 0,8FS + 0,2SD} \quad (A4.5)$$

*FS* : Fossa séptica (Sim= 1, Não=0)

*SD* : Sumidouro (Sim= 1, Não=0)

*PA* : Produção animal

$$PA = 0,4LI + 0,6AC$$

(A4.6)

Sendo:

*LI* : Limpeza de instalações (Sim= 1, Não=0)

*AC* : Adesão à campanhas de vacinação (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

Quando um agricultor escolhe aderir voluntariamente às recomendações do Programa de Boas Práticas Agrícolas (Programa BPA) da EMBRAPA (EMBRAPA, 2006) as práticas de exploração se tornam mais respeitosas com o meio ambiente, pelo que as superfícies exploradas sob essas recomendações resultam ser mais sustentáveis desde o ponto de vista ambiental. Um maior nível do indicador implicará portanto em uma maior sustentabilidade ambiental.

### **Origem da informação**

*MS* : Manejo de solos: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

*MC* : Manejo das culturas: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

*MP* : Manuseio de produtos: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

*AC* : Água de consumo. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

*AR* : Água residual. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

*PA* : Produção animal. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

#### 5.3.5. Cobertura do solo (*COVSOIL*)

### **Definição**

Baseado no indicador OCDE 10 – “Biodiversidade” (OCDE, 2004), o indicador de cobertura do solo representa a adoção de técnicas de plantio que promovem um maior tempo de cobertura do solo, diminuindo assim o risco de erosão, em comparação com práticas agrícolas tradicionais.

### **Método de cálculo**

$$COVSOIL = 0,25PD + 0,25CC + 0,50CM$$

(A5.0)

Sendo:

- COVSOIL* : Cobertura do solo
- PD* : Plantio direto (Sim= 1, Não=0)
- CC* : Consórcio de culturas (Sim= 1, Não=0)
- CM* : Cobertura morta (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

A presença de cobertura vegetal contribui para reduzir o risco de erosão do solo. Assim, quanto maior o nível do indicador *COVSOIL*, melhor será o grau de proteção do solo agrícola frente à erosão, o que conferirá maior sustentabilidade ambiental ao estabelecimento. Para este indicador, considera-se que sistemas de cultivo como o plantio direto, o consórcio de culturas ou a utilização de cobertura morta ajudam a proteger de maneira mais efetiva o solo da erosão, mesmo quando a vegetação não estiver ativa sobre o terreno.

### **Origem da informação**

- PD* : Plantio direto: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).
- CC* : Consórcio de culturas: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).
- CM* : Cobertura morta: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 22).

#### 5.3.6. Balanço de Nitrogênio (*NITROBAL*)

### **Definição**

Baseado nos indicadores IBGE 4 – “Uso de fertilizantes” (IBGE, 2010), OCDE 4 – “Geração de resíduos”, OCDE 5 – “Qualidade da água doce” (OCDE, 2004) e

IRENA 18 (AEA, 2005) do mesmo nome, o indicador *NITROBAL* mede o impacto que a agricultura pode gerar sobre o meio ambiente como consequência da utilização de nitrogênio na atividade produtiva.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{NITROBAL = \frac{\sum_i (BN_i \times x_i)}{SUP}} \quad (A6.0)$$

Sendo:

- NITROBAL* : Balanço total de nitrogênio da exploração (kg de N/há e ano)  
*BN<sub>i</sub>* : Balanço de nitrogênio de cultivo *i* (kg de N/há)  
*x<sub>i</sub>* : Superfície destinada ao cultivo *i* (ha)  
*SUP* : Superfície total da exploração (há)

Por sua vez, o balanço de nitrogênio por cultivo (*BN<sub>i</sub>*) se define por:

$$\boxed{BN_i = (N_{adub\_org_i} + N_{adub\_inorg_i} + N_{fixa\_simb_i}) - (N_{prod_i} + N_{cons\_gado_i} + N_{resid\_aprov_i})} \quad (A6.1)$$

Sendo:

- BN<sub>i</sub>* : Balanço de nitrogênio por cultivo (kg de N/ha)  
*N<sub>adub\\_org<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio presente na adubação orgânica adicionada ao cultivo *i* (kg/ha)  
*N<sub>adub\\_inorg<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio presente na adubação inorgânica adicionada ao cultivo *i* (kg/ha)  
*N<sub>fixa\\_simb<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio fixado ao solo pelo cultivo *i* pela simbiose com *Rhizobium* nos cultivos de legumes (kg/ha)  
*N<sub>prod<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio presente nos produtos agrícolas colhidos provenientes do cultivo *i* (kg/ha)  
*N<sub>cons\\_gado<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio consumida pelo gado através dos resíduos do cultivo *i* (kg/ha)  
*N<sub>resid\\_aprov<sub>i</sub></sub>* : Quantidade de nitrogênio contido em resíduos aproveitados do cultivo *i* (kg/ha)

## **Interpretação**

O nitrogênio é um elemento cuja presença em excesso pode ser potencialmente daninha para o meio ambiente, especialmente no que se refere à qualidade da água (eutrofização<sup>31</sup>) e do solo (desnitrificação<sup>32</sup>). O indicador *NITROBAL* permite calcular a diferença física entre todo o nitrogênio depositado no solo (via fertilizantes, fixação simbiótica, etc.) e o retirado da exploração (via produtos colhidos). Quanto maior for o nível do indicador, menor será a sustentabilidade ambiental da exploração, pois maior será a quantidade de nitrogênio liberada ao meio, com o conseqüente prejuízo ambiental (contaminação das águas e contribuição com o efeito estufa).

## **Origem da informação**

- $x_i$  : Superfície destinada ao cultivo  $i$  (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 14, coluna 2).
- $SUP$  : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).
- $N_{adub\_org_i}$  : Dose de adubo orgânico por cultivo: Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).  
Porcentual de nitrogênio contido no adubo: Boixadera e Teira (2001) e García (1984a e 1984b).
- $N_{adub\_inorg_i}$  : Dose de adubo inorgânico por cultivo: Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).  
Porcentual de nitrogênio contido no adubo: Dados do fabricante (fórmula de adubação).
- $N_{fixa\_simb_i}$  : É função de características climatológicas e do solo, pelo que se supõe zero o balanço entre a deposição simbiótica e a extração pelo cultivo (produto e subproduto).
- $N_{prod_i}$  : Quantidade de produto obtido: Questionário aplicado aos

<sup>31</sup> Processo que ocorre quando os fertilizantes e outros nutrientes entram nas águas paradas de um lago ou rio de águas lentas causando um rápido crescimento de plantas superficiais, especialmente das algas. Esses poluentes orgânicos constituem nutrientes para as plantas aquáticas transformando a água em algo semelhante a um caldo verde, fenômeno também conhecido por floração das águas. À medida que essas plantas crescem, formam um tapete que pode cobrir a superfície, isolando a água do oxigênio do ar, com isso ocorre a desoxigenação do meio e a conseqüente mortandade de peixes.

<sup>32</sup> Outra externalidade negativa provocada pelo excesso de nitrogênio nos solos é desnitrificação favorecida pela proliferação de bactérias desnitrificantes. Estas, a partir dos nitratos, produzem grandes quantidades de nitrogênio livre (óxido nitroso), gás que ao retornar à atmosfera, contribui com o efeito estufa.

agricultores (Pergunta 14, coluna 3; Pergunta 17, coluna 3).

Nitrogênio contido por unidade de produto: Finck (1985), Villalobos *et al.* (2002) e Vivancos (1997).

$N_{cons\_gado_i}$  : Aproveitamento de resíduos por pastagem: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 21).

Nitrogênio contido nos resíduos: INRA (1990 e 2004) e Villalobos *et al.* (2002).

$N_{resid\_aprov_i}$  : Aproveitamento de resíduos. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 21).

Quantidade de resíduo gerado pelos cultivos: consulta a especialistas.

Nitrogênio contido nos resíduos: INRA (1990 e 2004) e Villalobos *et al.* (2002).

### 5.3.7 Uso da água de irrigação (*WATERUSE*)

#### **Definição**

Com base nos indicadores OCDE 6 – “Fontes de água doce” (OCDE, 2004) e IRENA 10 – “Uso da Água” (AEA, 2005), , prática que traz potenciais conseqüências negativas para os ecossistemas aquáticos.

#### **Método de cálculo**

$$WATERUSE = \frac{\sum_i (QAG_i \times x_i)}{SUP} \quad (A7.0)$$

$$QAG_i = \frac{NH_i}{EFIC} \quad (A7.1)$$

Sendo:

*WATERUSE* : Quantidade de água de irrigação utilizada na exploração (m<sup>3</sup>/ha)

$QAG_i$  : Quantidade de água de irrigação utilizada por cultivo i (m<sup>3</sup>/ha)

*SUP* : Superfície total da exploração (ha)

- $x_i$  : Superfície destinada ao cultivo  $i$  (ha)  
 $NH_i$  : Necessidade hídrica do cultivo  $i$  (m<sup>3</sup>/ha)  
 $EFIC$  : Eficiência do sistema de irrigação (%)

### **Interpretação**

Desde o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, a água se interpreta como um recurso escasso, pelo que quanto maior o nível do indicador, menor será a sustentabilidade ambiental da exploração.

### **Origem da informação**

- $SUP$  : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).  
 $x_i$  : Superfície destinada ao cultivo  $i$  (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 14 e Pergunta 17).  
 $NH_i$  : Em função das condições climáticas da região (ET<sub>o</sub> - evapotranspiração potencial do cultivo  $i$ ) e do cultivo  $i$  (K<sub>c</sub> - coeficiente de evapotranspiração do cultivo), obtidos em Cientec (2012).  
 $EFIC$  : Eficiência do sistema de irrigação (aspersão ou superfície) obtida de Salassier *et al.* (2008).

#### 5.3.8. Balanço Energético (*ENERGYBAL*)

### **Definição**

Com base nos indicadores OCDE 9 – “Fontes de energia” (OCDE, 2004) e IRENA 11 – “Uso da Energia” (AEA, 2005), o balanço energético de uma exploração agrária pode ser calculado como a diferença entre as saídas de energia do sistema (produção agrícola colhida) e a energia fornecida ao sistema (insumos de produção e trabalho), ou seja, mediante o enfoque *input-output*. O indicador ENERGYBAL proposto mede o equilíbrio energético do sistema de produção empregado na exploração.

### **Método de cálculo**

$$ENERGYBAL = \frac{\sum_i (BE_i \times x_i)}{SUP} \quad (A8.0)$$

$$BE_i = (energia\_outputs_i + energia\_residuosaprov_i) - (energia\_inputs_i + energia\_labor_i) \quad (A8.1)$$

Sendo:

- ENERGYBAL* : Balanço energético total da exploração (Kcal/ha)
- BE<sub>i</sub>* : Balanço energético do cultivo *i* (Kcal/ha)
- x<sub>i</sub>* : Superfície destinada ao cultivo *i* (ha)
- SUP* : Superfície total da exploração (ha)
- energia\_inputs<sub>i</sub>* : Energia presente nos insumos do cultivo *i*: sementes, fertilizantes, etc. (Kcal/ha)
- energia\_labor<sub>i</sub>* : Energia presente nos trabalhos do cultivo *i*: maquinaria, combustíveis, etc. (Kcal/ha)
- energia\_outputs<sub>i</sub>* : Energia presente na produção agrária colhida do cultivo *i* (Kcal/ha)
- energia\_residuosaprov<sub>i</sub>* : Quantidade de energia contida em resíduos aproveitados do cultivo *i* (kcal/há)

### **Interpretação**

Quando o valor do indicador *ENERGYBAL* resulte positivo, o sistema de produção empregado na exploração estará consumindo menos energia para produzir do que a energia gerada com a produção através da fotossíntese (captura de energia solar). Assim, quanto maior for o valor do indicador (quanto mais positivo), menos energia estará sendo demandada para produzir mais, pelo que a exploração resultará mais sustentável desde o ponto de vista ambiental. Pelo contrário, quando o valor do indicador resulte negativo, o sistema estará demandando mais energia do que produz. Nesse sentido, quanto menor o valor do indicador (quanto mais negativo), menor será a sustentabilidade ambiental da exploração agrária.

### **Origem da informação**

- $x_i$  : Superfície destinada ao cultivo  $i$  (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 14 e Pergunta 17).
- $SUP$  : Superfície total da exploração (ha): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 9).
- $energia\_inputs_i$  : Insumos empregados em cada cultivo: Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).  
Energia contida por unidade de insumo: Volpi (1992).
- $energia\_labor_i$  : Trabalhos realizados sobre o cultivo: Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de cultivo).  
Energia empregada nos trabalhos: Volpi (1992).
- $energia\_outputs_i$  : Quantidade de produtos agrícolas colhidos: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 14, coluna 3; Pergunta 17, coluna 3).  
Energia contida por unidade de *output*: Volpi (1992).
- $energia\_residuosaprov_i$  : Aproveitamento de resíduos: Questionário aplicado aos agricultores (Fichas de Cultivo).  
Energia contida nos resíduos: INRA (1990 e 2004) e Volpi (1992).

## **5.4. Indicadores Institucionais**

### **5.4.1. Engajamento nos Comitês Gestores de Microbacias - COGEM (COGEM)**

#### **Definição**

Este indicador baseado no indicador IBGE 52 – “Existência de conselhos municipais de meio ambiente” (IBGE, 2010a) representa o engajamento dos agricultores nos principais órgãos competentes em matéria de desenvolvimento sustentável na agricultura fluminense, neste caso, no Comitê Gestor de Microbacias (COGEM). Quanto maior for a articulação do agricultor junto à esse órgão, bem seja por participação direta (membro do órgão) ou indireta (membro de comunidade contemplada), maior será sua sustentabilidade institucional.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{COGEM = 0,7K_j + 0,3P_j} \quad (11.0)$$

Sendo:

- COGEM* : Participação em Comitê Gestor de Microbacias (COGEM)
- K<sub>j</sub>* : Grau de conhecimento do agricultor *j* sobre o Comitê Gestor de Microbacias (COGEM) (Sim= 1, Não=0)
- P<sub>j</sub>* : Grau de participação do agricultor *j* no Comitê Gestor de Microbacias (COGEM) (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

A participação popular por meio da institucionalização da gestão local busca o aumento da produtividade agrícola, através da adoção de um mecanismo de organização dos agricultores, com a conseguinte promoção da sustentabilidade institucional das comunidades de agricultores.

Ao participarem dos comitês, os agricultores e suas famílias recebem educação, assessoramento agrícola, apoio de acordo a cada particularidade local etc.

Entretanto, nem todas as comunidades apresentam bacias hidrográficas nas quais se conformem os comitês gestores de Microbacias

Quanto maior for o nível do indicador, maior será a sustentabilidade institucional do agricultor.

A participação em comitês, e o conhecimento sobre a existência dos comitês, tem valoração diferente.

### **Origem da informação**

- K<sub>j</sub>* : Grau de conhecimento do agricultor *j* sobre o Comitê Gestor de Microbacias (COGEM): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 28).
- P<sub>j</sub>* : Grau de participação do agricultor *j* no Comitê Gestor de Microbacias (COGEM): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 28).

#### 5.4.2. Participação em Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável - CMDRS (*CONSEM*)

##### **Definição**

Este indicador está baseado no indicador IBGE 52 – “Existência de conselhos municipais de meio ambiente” (IBGE, 2010a). Representa a participação dos agricultores no principal órgão competente em matéria de desenvolvimento sustentável na agricultura fluminense, o CMDRS (Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável). Quanto maior for o engajamento do agricultor junto à esse órgão, bem seja por participação direta (membro do órgão) ou indireta (membro de comunidade contemplada), maior será sua sustentabilidade institucional.

##### **Método de cálculo**

$$\boxed{CONSEM = 0,8D_j + 0,2R_j} \quad (12.0)$$

Sendo:

*CONSEM* : Participação em Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS).

$D_j$  : Grau de conhecimento do agricultor  $j$  sobre o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS) (Sim= 1, Não=0).

$R_j$  : Grau de participação do agricultor  $j$  no Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS) (Sim= 1, Não=0).

##### **Interpretação**

Os Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS) atuam como um mecanismo de participação comunitária, pois permitem à sociedade um maior poder de influir na política rural municipal. Ao participarem de um CMDRS, os agricultores passam a se organizar melhor e suas lideranças são capacitadas com respeito às atribuições<sup>33</sup> e ao modo de funcionamento dos conselhos. Assim,

<sup>33</sup> De forma geral, os objetivos dos CMDRS consistem em: aumentar a produção agropecuária, favorecer a geração de emprego e renda, e promover a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais, etc.

entre outras externalidades positivas, a existência e atuação dos CMDRS contribui para o exercício local participativo, o que em última instância favorece a sustentabilidade institucional das comunidades.

Nesse sentido, quanto maior for o nível do indicador, maior será a sustentabilidade institucional do estabelecimento analisado.

### **Origem da informação**

- $D_j$  : Grau de conhecimento do agricultor  $j$  sobre o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 29).
- $R_j$  : Grau de participação do agricultor  $j$  no Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS): Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 29).

### 5.4.3. Participação em Cooperativas Agrícolas e Associações de Agricultores (AFILCOOP)

#### **Definição**

Este indicador baseia-se no indicador IBGE 52 – “Existência de conselhos municipais de meio ambiente” (IBGE, 2010a) e inspira-se no princípio de capacidade institucional e autonomia organizativa que é abordado pelo indicador anterior. Porém, neste caso, representa a participação dos agricultores em grupos formais: cooperativas agrícolas e associações de produtores.

#### **Método de cálculo**

$$\boxed{AFILCOOP : 0,5 A_j + 0,5 C_j} \quad (13.0)$$

Sendo:

- $AFILCOOP$  : Participação do agricultor em cooperativas agrícolas ou associações de produtores
- $A_j$  : Participação do agricultor  $j$  em associações de produtores (Sim= 1, Não=0)

$C_j$  : Participação do agricultor  $j$  em cooperativas agrícolas (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

Quando pertencem a alguma cooperativa agrícola ou associação de produtores os agricultores recebem assessoramento gerencial e comercial, assistência técnica, educação ambiental e organizacional, etc. Assim, de forma análoga aos dois indicadores anteriores, quanto maior for o nível deste indicador, maior será a auto-suficiência organizativa do produtor e conseqüentemente, maior será sua sustentabilidade institucional.

### **Origem da informação**

$A_j$  : Participação do agricultor em associações de produtores: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 7).

$C_j$  : Participação do agricultor em cooperativas agrícolas: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 7).

#### 5.4.4. Acesso à informação profissional (*INFOACCESS*)

### **Definição**

Este indicador foi inspirado por três indicadores: IBGE 52 – “Existência de conselhos municipais de meio ambiente”, IBGE 54 – “Acesso aos serviços de telefonia” e IBGE 55 – “Acesso à internet” (IBGE, 2010a). O objetivo do indicador *INFOACCESS* é quantificar o grau de acesso à informação técnica de diversa índole (escrita e/ou digital) através de diversos meios (institucionais físicos e/ou eletrônicos). Cabe aqui destacar que o estabelecimento do Programa Minibibliotecas-EMBRAPA na própria comunidade ou em comunidades vizinhas, colabora para o incremento do acesso à informação.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{INFOACCESS : 0,1AF + 0,2AO + 0,2CA + 0,3AG + 0,2LT} \quad (14.0)$$

Sendo:

- INFOACCESS* : Acesso à informação profissional.
- AF* : Afiliação a sindicatos agrários (Sim= 1, Não=0).
- AO* : Afiliação a redes de conhecimento (Sim= 1, Não=0).
- CA* : Participação em cursos de capacitação (promovidos pela EMATER, Secretaria de Agricultura, Grupos de Agroecologia, etc). (Sim= 1, Não=0).
- AG* : Com outros agricultores (Sim= 1, Não=0).
- LT* : Leituras técnicas diversas (Sim= 1, Não=0).

### **Interpretação**

O acesso à informação técnica é fundamental para promover o desenvolvimento sustentável capacitando os cidadãos para lidar com as questões que envolvem o dia a dia, e assim facilitar a aquisição de valores, habilidades e conhecimentos consistentes e necessários para o surgimento de novas realidades. Quanto maior o nível do indicador, maior será a sustentabilidade institucional do produtor.

### **Origem da informação**

- AF* : Afiliação a sindicatos. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 26).
- AO* : Afiliação a redes de conhecimento. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 26).
- CA* : Participação em cursos de capacitação (promovidos pela EMATER, Secretaria de Agricultura, Grupos de Agroecologia, etc). Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 26).
- LT* : Leituras técnicas diversas. Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 26).

#### 5.4.5. Acesso à tecnologia de informação (*INFOTECH*)

### **Definição**

Este indicador está baseado no indicador IBGE 54 – “Acesso aos serviços de telefonia” (IBGE, 2010a). O indicador *INFOTECH* quantifica o grau de acesso à tecnologias de informação (celular, internet etc) que proporcionam o contato, a troca

de informações e a obtenção de serviços entre a população, empresas, áreas urbanas e rurais, regiões desenvolvidas e subdesenvolvidas, favorecendo a sustentabilidade institucional do agricultor. Ademais, quanto maior o acesso a estes serviços menor é a necessidade de utilização exclusiva de transporte motorizado, o que ocasiona efeitos indiretos favoráveis ao meio ambiente.

### **Método de cálculo**

$$\boxed{INFOTECH = 0,2VL + 0,2TV + 0,2RD + 0,2CL + 0,2IN} \quad (15.0)$$

Sendo:

- INFOTECH* : Acesso à tecnologia de informação  
*VL* : Acesso à veículo de locomoção (Sim= 1, Não=0)  
*TV* : Acesso à TV (Sim= 1, Não=0)  
*RD* : Acesso ao rádio (Sim= 1, Não=0)  
*CL* : Acesso ao celular (Sim= 1, Não=0)  
*IN* : Acesso à internet (Sim= 1, Não=0)

### **Interpretação**

A ampliação do acesso à tecnologias de informação permite a formação de redes de troca de conhecimento entre os agricultores e entre pessoas de áreas urbanas e rurais. Quanto maior for o nível do indicador, maior será a capacidade organizativa do agricultor.

### **Origem da informação**

- VL* : Acesso à veículo de locomoção: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 25).  
*TV* : Acesso à TV: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 25).  
*RD* : Acesso ao rádio: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 25).  
*CL* : Acesso ao celular: Questionário aplicado aos agricultores (Pergunta 25).

Tabela 4. Princípios, Critérios e Indicadores de sustentabilidade selecionados

DIM	PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	INDICADORES
ECONÔMICA (E)	Viabilidade econômica da produção	(C1) Garantia da renda dos agricultores	(E1) PROFITEXP (Rentabilidade privada dos estabelecimentos agrários). [R\$/ha ano].
		(C2) Estabilidade na renda dos agricultores	(E2) PROFITSTAB (Estabilidade na renda do produtor). [0-100%].
	Segurança alimentar e geração de bem-estar	(C3) Maximização da participação em mercados institucionais	(E3) INSTMARKT (Aptidão para participação em mercados institucionais). [adimensional].
SOCIAL (S)	Qualidade de vida do agricultor	(C4) Maximização da criação de empregos	(S1) TOTALAB (Emprego agrário). [Unidade de emprego/ha ano].
		(C5) Fixação da população agrária no meio rural	(S2) ESTALAB (Sazonalidade da contratação de mão de obra). [dias de trabalho/ha e ano]
	Criação de bem-estar social	(C6) Continuidade intergeracional da atividade	(S3) ABANDONRISK (Risco de abandono da atividade agrária).[0-100%].
		(C7) Adequada dependência da atividade agrária	(S4) AGROPROF (Adequada dependência da atividade). [% renda proveniente da agricultura].
		(C8) Proteção/manutenção ou aumento da oferta de recursos bióticos (diversidade biológica)	(A1) PROTECTAREA (Áreas protegidas). [0-100%]. (A2) PESTRISK (Risco de degradação ambiental por defensivos agrícolas). [kg ratos/ha e ano].
AMBIENTAL (A)	Proteção da biodiversidade	(C9) Proteção/manutenção ou aumento da oferta de habitats (diversidade ecossistemas)	(A3) AGRODIVER (Diversidade de agroecossistemas). [0-100%]. (A4) ENVIROPRACT (Adoção de boas práticas ambientais). [0-1].
		(C10) Minimização da perda do solo	(A5) COVSOIL (Cobertura do solo). [%].
	Proteção de outros recursos naturais	(C11) Proteção/manutenção ou aumento da qualidade do solo e da água	(A6) NITROBAL (Balanço de Nitrogênio). [N kg/ha e ano].
		(C12) Minimização da extração de água dos ecossistemas	(A7) WATERUSE (Uso da água de irrigação). [m <sup>3</sup> /ha].
		(C13) Otimização do uso de energia	(A8) ENERGYBAL (Balanço energético). [kcal/ha e ano].
INSTITUCIONAL (I)	Capacidade institucional dos órgãos competentes	(C14) Aumento da capacidade de articulação dos agricultores	(I1) CONSEM (Participação em Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável - CMDRS). [0,1]. (I2) AFILCOOP (Participação em Cooperativas agrícolas). [0,1].
		(C15) Aumento da implementação estratégica do desenvolvimento sustentável	(I3) COGEM (Engajamento em Comitês Gestores de Microbacias - COGEM). [% do total de agricultores]
	Capacidade institucional do agricultor	(C16) Aumento da infra-estrutura de comunicação	(I4) INFOTECH (Acesso à tecnologia de informação). [0-1]
		(C17) Aumento do acesso à informação de caráter técnico	(I5) INFOACCESS (Acesso à informação técnica). [0-1].

Fonte: Elaboração própria (2012).

**Tabela 5.** Indicadores de sustentabilidade: definição e significado

INDICADORES	DEFINIÇÃO E SIGNIFICADO
<b>DIMENSÃO ECONÔMICA</b>	
<b>PROFITEXP</b> (Renda dos produtores agrários)	Em uma análise de curto-prazo, a renda dos agricultores pode ser calculada como um <i>proxy</i> do lucro bruto do estabelecimento, entendendo-se este como a diferença entre a receita total e os custos variáveis de produção. Este indicador é medido em Reais/ha e ano.
<b>PROFITSTAB</b> (Estabilidade na renda do produtor)	A estabilidade financeira do agricultor pode, em parte, ser facilitada a través de sua participação em programas de mercados institucionais, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA/MDA/MDS/CONAB) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE/FNDE/MEC). Este indicador é medido como uma porcentagem do indicador anterior, ou seja, o quanto da renda bruta procede de mercados institucionais.
<b>INSTMARKT</b> (Aptidão de participação mercados institucionais)	A estabilidade financeira do agricultor pode ser em parte alcançada mediante sua participação em mercados institucionais. Para tal o agricultor precisa apresentar uma série de pré-requisitos que nem sempre dispõe. Este indicador mede o grau de aptidão do agricultor para participar em tais mercados.
<b>DIMENSÃO SOCIAL</b>	
<b>TOTALAB</b> (Emprego agrário)	O emprego agrário é um indicador das implicações sociais que a agricultura apresenta na provisão e distribuição de rendas. Este indicador é quantificado em horas de trabalho/ha.
<b>ESTALAB</b> (Sazonalidade de contratação de mão-de-obra)	O caráter estacional do fator trabalho se quantifica como uma porcentagem da mão-de-obra demandada nos períodos críticos. Quanto maior for o valor alcançado por este indicador, menor será o grau de fixação da população no meio rural e supostamente, maior será o êxodo rural.
<b>ABANDONRISK</b> (Risco de abandono da atividade agrária)	O risco de abandono da atividade agrária depende de uma série de fatores tais como: a idade do produtor, a relação entre o sistema de produção adotado e a consequente rentabilidade da atividade, a percepção por parte dos jovens de falta de oportunidades, a presença de vizinhanças mais atrativas (que ofereçam melhores condições salariais), etc. Este indicador se quantifica a partir da presença de sucessores claros.
<b>AGROPROF</b> (Adequada dependência da atividade)	Este indicador quantifica a porcentagem total da renda dos agricultores que procede da agricultura. À medida que a dependência econômica desta atividade aumenta, a fixação da população no âmbito rural é incrementada.
<b>DIMENSÃO AMBIENTAL</b>	
<b>PROTECTAREA</b> (Áreas protegidas)	Este indicador mede a existência de áreas verdes protegidas (áreas de reserva legal e de preservação permanente) remanescentes do Bioma Mata Atlântica. Se calcula como a porcentagem de área do estabelecimento coberta com áreas verdes. O alto grau de diversificação e endemismo das espécies encontradas nesse bioma assegura que quanto maior o nível deste indicador, maior será a biodiversidade encontrada.
<b>PESTRISK</b> (Risco de degradação ambiental por defensivos agrícolas)	Este indicador proporciona informação respeito à toxicidade liberada no meio ambiente pelo uso de defensivos agrícolas (herbicidas e pesticidas), quantificada como a mortalidade potencial de biomassa medida em kg. Valores do indicador próximos à zero indicam a prática de cultivos orgânicos e consequentemente maior biodiversidade. Pelo contrário, maiores valores indicam maior biocidade dos agrotóxicos empregados e consequentemente menor biodiversidade.
<b>AGRODIVER</b> (Diversidade de agroecossistemas)	Este indicador quantifica a diversidade de agroecossistemas e se calcula como a porcentagem do estabelecimento coberta pelo cultivo principal, identificando a tendência da prática de monocultura. Uma excessiva especialização pode ser considerada como negativa na medida em que provoca perda de biodiversidade. Quanto menor o nível do indicador, maior será a oferta de habitats para as espécies animais e vegetais, favorecendo a biodiversidade.

<b>ENVIROPRACT</b> (Adoção de boas práticas ambientais)	Este indicador representa o grau de adoção do Programa de Boas Práticas Agrícolas (Programa BPA - EMBRAPA) por parte do agricultor, que, portanto, está submetido à exigências ambientais mais estritas do que as práticas agrícolas tradicionais.
<b>COVSOIL</b> (Cobertura do solo)	O indicador de cobertura do solo representa a porcentagem de dias ao ano durante os quais a vegetação recobre o solo. Quanto maior for o valor desse indicador, maior será a proteção do solo frente à erosão.
<b>NITROBAL</b> (Balanço de Nitrogênio)	Este indicador é calculado como a diferença física entre o nitrogênio contido nos insumos (fertilizantes) e nos produtos (colheita), medido em N kg/ha e ano. A diferença entre ambas quantidades proporciona a quantidade de nitrogênio que é liberada ao meio por ano. Quanto maior o valor do indicador, maior degradação ambiental (eutrofização de corpos hídricos e emissão de gases de óxidos nitrogenados).
<b>WATERUSE</b> (Uso da água de irrigação)	Este indicador representa a quantidade de água retirada dos ecossistemas hídricos e é quantificado como o volume de água usada em termos absolutos por hectare cultivado (m <sup>3</sup> /ha).
<b>ENERGYBAL</b> (Balanço energético)	O balanço energético do estabelecimento, medido em kcal/ha, pode ser calculado mediante o enfoque <i>input-output</i> . Quanto maior o valor do indicador, mais sustentável será o estabelecimento desde a perspectiva ambiental.
<b>DIMENSÃO INSTITUCIONAL</b>	
<b>CONSEM</b> (Participação em: COGEM e/ou CMDRS)	Este indicador representa a participação dos agricultores nos principais órgãos competentes em matéria de desenvolvimento sustentável na agricultura fluminense: COGEM (Comitê Gestor de Microbacias) e CMDRS (Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável). Quanto maior for o engajamento do agricultor junto à esses órgãos, bem seja por participação direta (membro do órgão) ou indireta (membro de comunidade contemplada), maior será sua sustentabilidade institucional.
<b>AFILCOOP</b> (Participação em Cooperativas agrícolas)	De forma análoga ao indicador anterior, quanto maior o nível deste indicador, maior a auto-suficiência organizativa do produtor e conseqüentemente, maior será sua sustentabilidade institucional.
<b>INFOCESS</b> (Acesso à informação técnica).	Este indicador quantifica o grau de acesso à informação de diversa índole (escrita e/ou digital) através de diversos meios (físicos e/ou eletrônicos). Cabe destacar que o estabelecimento do Programa Minibibliotecas-EMBRAPA na própria comunidade ou em comunidades vizinhas, colabora para o incremento do acesso da informação. Quanto maior o nível do indicador, maior será a sustentabilidade institucional do produtor.
<b>INFOTECH</b> (Acesso à tecnologia de informação)	Este indicador quantifica o grau de acesso à tecnologias de informação (internet, celulares etc). Considera-se que quanto maior for o nível do indicador, maior será a capacidade organizativa do agricultor.
<b>COGEM</b> (Agricultores atendidos pelo COGEM e/ou CMDRS)	Este indicador quantifica a porcentagem de agricultores contemplados pelos principais órgãos competentes em matéria de desenvolvimento sustentável da agricultura fluminense. Quanto maior a porcentagem de agricultores atendidos sobre o total de agricultores da microbacia, maior será a sustentabilidade institucional.

**FONTE:** Elaboração própria (2012).

## 6. CONCLUSÕES E FUTURAS LINHAS DE PESQUISA

Ao longo deste último capítulo apresenta-se, em um primeiro momento, as principais conclusões derivadas do presente trabalho e, posteriormente, levanta-se possíveis linhas de pesquisa a serem desenvolvidas futuramente.

### 6.1. Conclusões

A busca pelo desenvolvimento é uma constante entre as regiões e os países do globo. Este conceito evoluiu nas últimas décadas, deixando então de ser visto apenas como crescimento econômico (evolução da renda *per capita* local) e passando também a ser desenvolvimento com inclusão e igualdade social, preservação ambiental, e respeito à cultura e às instituições locais. Assim, ainda que inexista consenso unívoco acerca do conceito, não se pode negar sua acepção multidimensional, que vem de encontro às necessidades reais do mundo atual em seus anseios pelo desenvolvimento equilibrado nas esferas econômica, sócio-cultural, ambiental e institucional.

Deste modo, ao longo das conferências internacionais celebradas nas últimas duas décadas, as pesquisas sobre indicadores de sustentabilidade ganham relevância. De forma mais específica, no que concerne à sustentabilidade da agricultura, também a partir desses encontros, os governos passam a reconhecer o caráter multifuncional da agricultura, particularmente com respeito à sua função social (garantia de segurança alimentar e manutenção do agricultor no campo) e ambiental (preservação dos recursos naturais), além da tradicional função econômica (garantia de renda). Nesse contexto, a sustentabilidade da agricultura deve ser entendida, em boa medida, como uma construção social, variando em função das preferências da cidadania, apresentando, portanto, uma formulação específica para cada âmbito geográfico e temporal.

Partindo assim da necessidade de quantificar o desenvolvimento sustentável de forma a guiar a implementação de políticas públicas, algumas ferramentas metodológicas vem sendo desenvolvidas. Nesse sentido, os '*marcos ordenadores*' (ou marcos metodológicos) representam instrumentos indispensáveis para análise

da sustentabilidade das atividades econômicas, uma vez que auxiliam as etapas de seleção e desenho de indicadores, dotando o estudo de maior coerência e interpretabilidade.

A metodologia adotada no presente trabalho consistiu em empregar o marco metodológico proposto por Sauvenier *et al.* (2006) e van Cauwenbergh *et al.* (2007), denominado SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*), para realizar a seleção e desenho de indicadores de sustentabilidade de estabelecimentos agropecuários fluminenses, conforme a aplicação para sistemas agrários realizada por Sánchez-Fernández (2009) e por sua vez, incorporando a quarta dimensão da sustentabilidade (dimensão institucional) ademais das três dimensões clássicas neste tipo de análise (econômica, social e ambiental), conforme a sugestão do IBGE (2010), com base nas recomendações do 'Livro Azul' da ONU (1996).

Em linhas gerais, o Marco SAFE consiste em um modelo normativo que segue uma estrutura hierárquica, composta por '*princípios*', '*critérios*', '*indicadores*' e '*valores de referência*'. Diferentemente de outros marcos ordenadores, o SAFE deriva seus princípios e critérios hierárquicos a partir da combinação das múltiplas funções da agricultura, o que permite a geração de indicadores para cada uma das quatro dimensões da sustentabilidade, de forma clara e transparente. Ademais, no caso da agricultura fluminense, com marcada predominância da agricultura familiar, o emprego de métodos participativos (*bottom-up*) como o preconizado pelo Marco SAFE, resulta adequado e desejável. Esse procedimento contou com a colaboração e validação de um painel composto por 16 especialistas em agricultura fluminense (3 procedentes de instituições de ensino, 5 de institutos de pesquisa, 2 da administração pública, 2 de cooperativas técnicas e 4 de associações de produtores) com amplo conhecimento dos sistemas agrários analisados. Essa participação permitiu selecionar 20 indicadores de sustentabilidade específicos para a realidade fluminense, derivados de 17 critérios, 8 princípios e 4 dimensões. Todos estes indicadores encontram-se recopilados na epígrafe de resultados em formato de fichas sinópticas.

Portanto, a proposta metodológica aqui sugerida para a avaliação da sustentabilidade da agricultura através de indicadores apresenta utilidade prática e possibilidade real de aplicação para sistemas agrários e estabelecimentos agropecuários. Por meio dos resultados alcançados e seus possíveis

desdobramentos, a proposta metodológica sugerida para a análise quantitativa da sustentabilidade da agricultura pode ser considerada uma ferramenta potencialmente útil para os decisores públicos encarregados de desenhar e implementar políticas públicas que possibilitem o combate a pobreza rural, que proporcione segurança alimentar, geração de renda e agregação de valor aos itens comercializados e principalmente sustentabilidade do modelo de desenvolvimento.

## 6.2. Futuras linhas de pesquisa

Algumas possíveis propostas de desdobramento deste trabalho com vistas à futuras linhas pesquisas são relacionadas a seguir:

- A primeira proposta de linha de pesquisa consiste na possibilidade de transcender os arcabouços recomendados pelos marcos ordenadores.

A partir de breve análise comparativa dos diferentes marcos metodológicos existentes, pôde-se constatar que a pesar das diferentes terminologias empregadas, existe um *modus operandi* comum aos marcos, concretamente nas etapas de seleção e desenho de indicadores. Estas características coincidentes, resumem-se nos quatro passos interativos a seguir: 1<sup>o</sup>) Definição dos objetivos da análise (políticas públicas, projetos, pesquisa, etc.); 2<sup>o</sup>) Definição da escala geográfica de análise em função dos objetivos (como por exemplo, a área de incidência geográfica de políticas públicas); 3<sup>o</sup>) Caracterização do sistema objeto de estudo e identificação dos aspectos significativos (pontos críticos) para a sustentabilidade do sistema analisado; e 4<sup>o</sup>) Seleção de indicadores que permitam a monitorização dos pontos críticos identificados.

Assim, a partir do entendimento dessas características, é facultado ao modelizador transcender, ou melhor, não seguir estrita e rigorosamente os moldes dos marcos metodológicos, podendo inclusive adotar um *mix* de metodologias próprio conforme o caso analisado, bastando para tanto, que seja capaz de identificar os aspectos dessa *inter-relação*, para só então determinar como abordar os desafios da sistematização de indicadores da sustentabilidade da agricultura, conforme sugerido por Sanchez *et al.* (2012).

- Uma segunda e clara possibilidade de futura linha de pesquisa consiste na

sintetização dos indicadores de sustentabilidade propostos, uma vez calculados, em indicadores sintéticos (ou índices).

A apresentação dos resultados de forma mais sintética permitirá ressaltar o papel descritivo da análise da sustentabilidade da agricultura aqui proposta, de modo a facilitar o entendimento dessa realidade com múltiplas facetas, por parte dos tomadores de decisão em matéria de políticas públicas. O emprego de índices de sustentabilidade ao invés de um conjunto de indicadores já é preconizado na literatura científica da área. No entanto, cabe avançar que o emprego de índices não está isento de críticas, principalmente pela falta de transparência por vezes encontrada nas etapas de ponderação e agregação. Avanços nesta linha certamente constituem novos desafios metodológicos de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EUROPÉIA DO AMBIENTE. **Europe's Environment: the Dobris Assessment**. Copenhagen: European Environment Agency, 1995.

\_\_\_\_\_. **Agriculture and environment in EU-15: The IRENA indicator report**. Copenhagen: European Environment Agency, n. 6, p. 1-10, 2005.

\_\_\_\_\_. **Integration of environment into EU agriculture policy: the IRENA indicator-based assessment report**. Copenhagen: European Environment Agency, 2006.

ALMEIDA, C. O. et al. **Avaliação de Impactos da Produção de Abacaxi no Estado do Tocantins: um estudo de caso de um sistema em transição**. Documentos n.167, EMBRAPA, dez. 2007.

ALMEIDA, S. G.; FERNANDES, G. B. Monitoreo económico de la transición agroecológica: estudio de caso de una propiedad familiar del sur de Brasil. **LEISA, Revista de Agroecología**, número especial, p. 58-63, 2003. (Sistematización de experiencias agroecológicas em Latinoamérica: 8 estudios de caso).

ALMEIDA, S. G.; FERNANDES, G.B. Sustentabilidad económica de un sistema familiar en una región semiárida de Brasil. In: ASTIER, M.; HOLLANDS, J. (org.). **Sustentabilidad y Campesinado: seis experiencias agroecológicas em latinoamerica**. México: Mundi-Prensa, p. 121-160, 2005.

ALTIERI, M. A. **Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture**. Westview Press, Boulder-CO. USA, 1987.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**, Guaíba, 2002. 592 p.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, v. 14, p. 1-31, ago./dez. 2008.

ANDREOLI, M.; TELARINI, V. Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 77, p. 45-52, jan. 2000.

ANTEQUERA, J. **El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos**. Cátedra UNESCO de la Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona, 2005.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA): Relatório de atividades de 2010**. Brasília: ANVISA, 2011.

- ARAÚJO, F. C.; NASCIMENTO, E. P. O papel do estado na promoção da sustentabilidade da agricultura. **Revista da UFG**, v. 7, n. 1, 2004.
- ASSAD, M. L. L.; ALMEIDA, J. Agricultura e sustentabilidade: contexto, desafios e cenários. **Ciência & Ambiente**, n. 29, p. 15-30, 2004.
- ASTIER, M.; HOLLANDS, J. **Sustentabilidad y Campesinado**: seis experiencias agroecológicas en latinoamerica. México: Mundi-Prensa, 2005, 262 p.
- ASTIER, M.; MASERA, O.; RIDAURA-LÓPEZ, S. **Sustainability and natural resource management**. The MESMIS evolution framework. Working Document WD36. 2000.
- BACHA, C. J. C.; ROCHA, M. T. O comportamento da agropecuária brasileira, no período de 1987 a 1996. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Sober, Brasília, v. 36, n. 1, p. 35-59, 1998.
- BARBIERI, J. C.; LAGE, A. C. Conceitos problemas e pontos para políticas de desenvolvimento sustentável. In: Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração (ENANPAD), 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: ANPAD, 2001. 1 CD – ROM.
- BARDE, J. P. **Quel instrument choisir face à un problème d'environnement?**. Actes du Colloque INSEE Méthodes, Paris, p. 215-233, 1993.
- BAZZANI, G.M. et al. A methodology for the analysis of irrigated farming in Europe. In: BERBERL, J.; GUTIÉRREZ, C. (eds). **Sustainability of European Agrculture under Water Framework Directive and Agenda 2000**. European Commission, Brussels, p. 49-66, 2004.
- BDTA - BIBLIOTECA DIDÁTICA DE TECNOLOGÍAS AMBIENTAIS. **Premissas conceituais**. Histórico dos movimentos ambientais mundiais. UNICAMP. São Paulo, 2005. Disponível em: < <http://www.fec.unicamp.br/~bdta/> > Acesso em: 15 mar. 2012.
- BECKER, B. **Sustainability assessment**: a review of values, concepts and methodological approaches, issues in agriculture. Issues in agriculture, 10. CGIAR - World Bank, Washington, 1997.
- BELL, S.; MORSE, S. **Sustainability Indicators**: Measuring the Immeasurable?. 2. ed. Earthscan: London, 2008.
- BERMANN, C. Crise ambiental e as energias renováveis. **Ciência e Cultura**, v. 60 n. 3, São Paulo, 2008.
- BEZERRA, M.C.L.; VEIGA, J.E. (Coord.) **Agricultura Sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000. 190 p.

BEZERRA, M. G. F. **Cientistas, visitantes e guias nativos na construção das representações de ciência e paisagem na floresta nacional de Caxiuanã.** 2007. 252f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2007.

BLAIKIE, P.; BROOKFIELD, H. **Land degradation and society.** Methuen, London, 1987. 299 p.

BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. Measuring the immeasurable. A survey of sustainability indices. **Ecological Economics**, v. 63, n. 1, p. 1-8 p, jun. 2007.

BOIXADERA, J.; TEIRA, M. R. **Aplicación Agrícola de Residuos Orgánicos.** Universitat de Lleida: 2001. 356 p.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications.** Canada: International institute for sustainable development. Winnipeg, 1999. 124 p.

BOSSEL, H. Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets. **Conservation Ecology**, v. 5, p. 1-12, 2001.

BROUWER, F.; CRABTREE, B. **Environmental indicators and agricultural policy.** Wallingford, UK: CAB International, p. 13-23, 1999.

BUAINAIN, A. M.; DEDECCA, C. S.; NEDER, H. D. **Projeto a nova cara da pobreza rural no Brasil: transformações, perfil e desafios para as políticas públicas.** Brasília: IICA, 2010.

CAMINO, V. R. ; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales.** Bases para establecer indicadores. Serie Documentos de Programas, n. 38. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura (IICA) e Ministério Federal Alemão de Cooperação Técnica (GTZ), 1993.

CARATTI, P. et al. **Bringing sustainable development vision into evaluation practice: a flexible framework toolkit for assessing and benchmarking sustainability performance of European regions.** Manchester, 2005.

CARNEIRO, M. J.; ROCHA, B. N. Limites e possibilidade da construção de “territórios de desenvolvimento” na Região Serrana do Rio de Janeiro. **Política & sociedade**, Rio de Janeiro, n. 14, p. 251-275, 2009.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**, 1962. Brasil: Gaia Editora, 2010. 328 p.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez, 1998. 432 p.

CECAC - COMITÉ EXECUTIVO DA COMISSÃO PARA AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. **Conferência da ONU sobre Ambiente e Desenvolvimento**. Cimeira do Rio, 2010. Disponível em: <<http://internacional.clima.pt/a-cimeira-do-rio>>. Acesso em: 1 fev. 2012.

CEPERJ - FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTUDOS DE ESTATÍSTICAS, PESQUISA E FORMADORES DE SERVIDORES PÚBLICOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Estado do Rio de Janeiro Regiões de Governo**, [19--?] Disponível em: <[http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info\\_territorios/divis\\_regional.html](http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/info_territorios/divis_regional.html)>. Acesso em: 17 set. 2012.

CIENTEC - CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS. **Irriga**. [19--?] Disponível em: <[http://www.cientec.net/cientec/InformacoesTecnicas\\_Irriga/Irigacao\\_Manejo\\_Evapotranspiracao.asp](http://www.cientec.net/cientec/InformacoesTecnicas_Irriga/Irigacao_Manejo_Evapotranspiracao.asp)>. Acesso em: 17 set. 2012.

CIFOR. **The Criteria & Indicators Toolbox Series**. Center for International Forestry Research, Jakarta, 1999.

CLAVERIAS, R. Metodologia para construir indicadores de impacto. **Boletín Agroecológico**, n. 67, 2000.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Oxford University Press, Oxford, 1987.

RBMA - RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. Comissão Brasileira do Programa Homem e a Biofesta, 1999. Disponível em: <[http://www.rbma.org.br/mab/unesco\\_02\\_cobramab.asp](http://www.rbma.org.br/mab/unesco_02_cobramab.asp)> Acesso em: 15 mar. 2012.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 302**, 2002. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_302.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_CONAMA_302.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2012.

CONTERATO, M. A.; GAZOLLA, A. M. SCHNEIDER, S. A dinâmica agrícola do desenvolvimento da agricultura familiar no alto Uruguai/RS: suas metamorfoses e reações locais. In : SABOURIN, E. e TONNEAU, J.P. (Org.). **Agricultura familiar: interação entre políticas públicas e dinâmicas locais**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007, v. 1, p. 47-60.

CONWAY, G. R. Agroecosystems analysis. **Agricultural Administration**, London, v. 20, p.31-55, 1985.

CONWAY, G.R. Sustainability in agricultural development: trade-offs between productivity, stability and equitability. **Journal for Farming Systems Research-Extension**, [S.I.], v. 4, p. 1-14, 1994.

CONWAY, G. R.; BARBIER, E. B. **After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development**. London: Earthscan Publications, 1990. 205 p.

CORRÊA, I. V. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. 2007 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2007.

COSTA, A. A. V. M. R. Agricultura sustentável II: Avaliação. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, dez. 2010.

COSTA NETO, C. Agricultura não-convencional, biodiversidade e sustentabilidade: a alternativa agroecológica. In. FROEHLICH, José M.; DIESEL, Vivien (Orgs.). **Desenvolvimento rural: tendências e debates**. Ijuí/RS. Ed. Unijuí, p.113-138, 2006.

DALY, H. E. **Steady-State Economics**. San Francisco: W.H. Freeman, 1977.

DALY, H. E. **Steady State Economics**, 2nd ed., Washington: Island Press, 1991a.

DALY, H. E. From Empty - World Economics to Full-World Economics, In: GOODLAND (ed.), **Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland**, UNESCO, 1991b.

DALY, H. E. Allocation, distribution, and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. **Ecological Economics**, v. 6, p. 185-193, 1992.

DALY, H. E. **Beyond growth**. The economics of sustainable development. Boston: Beacon Press, 1996.

DANTAS, M.; SHINZATO, E., MEDINA, A.I.M., et al. **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001.

DHAKAL, S. **Report on Indicator related research for Kitakyushu Initiative**. Tóquio: Institute for Global Environmental Strategies (IGES) - Ministry of the Environment, 2002.

DIAS, E. S. **Desenvolvimento regional e conservação ambiental**: a “estrada do colono” como via de (des)integração do oeste-sudoeste paranaense. 2006. 396f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual de São Paulo, Presidente Prudente, 2006.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental**: princípios e práticas. 8. ed. São Paulo: Editora Gaia, 2003.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MATOSO, M. J.; SANTANA, D. P. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da cultivar de sorgo granífero BR 304 na safra 2005/2006. Documentos n.67, **EMBRAPA**, Sete Lagos, MG, dez. 2007.

EBERT, U.; WELSCH, H. Meaningful environmental indices: a social choice approach. **Journal of Environmental Economics and Management**, Oldenburg, Germany, v. 47, p. 270-283, mar. 2004.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2. ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. 157 p.

EHRlich, P.R.; HOLDREN, J.P. Impact of population growth. **Science**, [S.l.], v. 171, n. 3977, p. 1212-1217, 1971.

EMBRAPA. **Programa de Boas Práticas Agrícolas: Segurança na produção agrícolas de alimentos**. Documento 223. Brasília: Embrapa, 2006. p. 30.

ENRÍQUEZ, M. A. **Trajetórias do desenvolvimento: Da ilusão do crescimento ao imperativo da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2010.

ESTRADA, L. H. C. **Plano do desenvolvimento sustentável do campo do Norte Fluminense**. PDSC-NF. Rio de Janeiro, 2005.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. Zonificación agroecológica: guia general. **Boletín de Suelos**, Roma: FAO, n.73, 1997.

FAUCHEUX, S.; NOËL, J. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. 445 p.

FELDMANN, F. Rio + 10: Uma avaliação do Desenvolvimento Sustentável na última década. **Jornal da USP**, São Paulo, p. 1-11, jul. 2002.

FINK, A. **Fertilizantes y fertilización**. Barcelona: Reverte, 1985, 10 p.

FIORI, A. M.; LARA, G.; JARDIM, S. S. 25 Anos: A lei que implantou nossa política ambiental atinge a maturidade. **Revista Ambiente Legal: Cidadania, Sustentabilidade e Responsabilidade Social**, São Paulo, 2006. Edição nº 2.

FRIEDMAN, B. **The Moral Consequences of Economic Growth**. New York City: Alfred A. Knopf, 2005.

GAMEDA, S.; DUMANSKI, J. Framework for evaluation of sustainable land management: case studies of two refrained cereal-livestock land use systems in Canada. In: **15th World Congress of Soil Science, International Society of Soil Science**. Acapulco, 1994.

GAMEDA, S.; DUMANSKI, J.; ACTON, D. F. Farm level indicators of sustainable land management for the development of decision support systems. In: **Proc internatl workshop on geo-information for sustainable land management**. Enschede, The Netherlands, 1997.

GARCÍA, C. G. **Abonos orgânicos I**: Orgânicos y organo-minerales: catálogo general de Productos. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca Y Alimentación, 1984a, 10 p.

GARCÍA, C. G. Abonos orgânicos I: Orgânicos y organo-minerales: catálogo general de Productos. In: GARCIA, C. G. **Abonos orgânicos IV**: Compost: catálogo general de Productos. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca Y Alimentación, 1984b, 10 p.

GASPI, S.; LOPES, J. L. Desenvolvimento sustentável e revolução verde: uma aplicação empírica dos recursos naturais para crescimento econômico das mesorregiões do Paraná. In: **XI Encontro Regional de Economia**. Curitiba: Anpec-sul, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653 p.

GODOY, A. M. G. **O Clube de Roma**: Evolução histórica, 2007. Disponível em: <<http://amaliagodoy.blogspot.com.br/2007/09/desenvolvimento-sustentvel-evolu.html>>. Acesso em: 13 set. 2012.

GOMEZ, A. A.; NELLY, D. E.; SYERS, J. K.; COUGHLAN, K.J.. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. (Eds.), **Methods for assessing soil quality**. Soil Science Society of America (SSSA), Madison-WI, p. 401-409, 1996.

GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; RIESGO, L. Diseños alternativos para un índice de sostenibilidad agrícola. **Revista Española de Estudios Agrosociales Y Pesqueros**, [S.l.]: n. 219, p.135-180, 2008.

GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, G. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. **Ecological Economics**, [S.l.]: v. 69, p. 1062-1075, 2010.

GROOT, R.; WILSON, M.; BOUMANS, R. A typology for the classification description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. **Economic growth and the environment**. Massachusetts: NBER Working Paper, n. 4634, fev. 1994.

HAIKOWICZ, S. Multi-attributed environmental index construction. **Ecological Economics**, Australia, 57, p. 122-139, 2006.

HAMBLIN, A. How do we know when agricultural systems are sustainable? In: HAMBLIN, A. (ed.). **Environment indicators for sustainable agriculture**. Report on a National Workshop. Canberra: Grains Research Corporation, P. 1-90, 1991.

HAMBLIN, A. et al. **Land Quality Indicators**. World Bank Discussion Paper, n. 315. World Bank, Washington, 1996.

HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting an environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington: World Resource Institute, 1995.

HANSEN, J. W. Is agricultural sustainability a useful concept? **Agricultural Systems**, Florida, v. 50, p. 117-143, 1996.

HANSEN, J. W.; JONES, J. W. A systems framework for characterizing farm sustainability. **Agricultural Systems**, Florida, v. 51, p.185-201, 1996.

HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing sustainable development: principles in practice**. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD), 1997. 175 p.

HARDI, P.; ZDAN, T. **The dashboard of sustainability**. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD), 2000.

HARTWICK, J. Exploitation of Many Deposits of an Exhaustible Resource. **Econometrica**, [S.I.], v. 46, p. 201-218, 1977.

HARTWICK, J. **Division of Labor and the Pin Factory**, Working Papers 310, Queen's University, Department of Economics, Canada, Kingston, 1978a.

HARTWICK, J. Investing returns from depleting renewable resource stocks and intergenerational equity. **Economics Letters**, [S.I.], Elsevier, v. 1, p. 85-88, 1978b.

HEDIGER, W. Reconciling 'weak' and 'strong' sustainability. **International Journal fo Social economics**, [S.I.], v. 26, p. 1120-1143, 1999.

HICKS, J. R. **Value and Capital**. Oxford: Clarendon Press, v. 2, 1946.

HILDEBRAND, P.E. Agronomy's role in sustainable agriculture: integrated farming systems. **Journal of Production Agriculture**, United States of America, v. 3, p. 285-288, 1990.

HOLTEN-ANDERSEN, J.; et al. **Recommendations on strategies for integrated assesment of broad environmental problems**. National Environmental Research Institure, Copenhagen, 1995.

HOTELLING, H. The Economics of Exhaustible Resources, **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 137-175, 1931.

HOWE, C. W. **Dimensions of sustainability: geographical, temporal, institutional and psychological**". Land Economics, [S.I.], v. 73, p. 597-607, 1997.

HUETING, R.; REIJNDERS, J. Broad sustainability contra sustainability: the proper construction sustainability indicators. **Ecological Economics**, [S.l.], v. 50, p. 249-260.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **História do Ibama**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/acesso-a-informacao/historico>>. Acesso em: 13 maio 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006: Agricultura familiar**. Rio de Janeiro: Primeiros Resultados Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: Resultado preliminares da amostra**. Divulgado em 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_preliminares\\_amostra/notas\\_resultados\\_preliminares\\_amostra.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares_amostra/notas_resultados_preliminares_amostra.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: BRASIL 2010**. Rio de Janeiro, 2010a. Disponível em: <<http://bit.ly/9U6Nqw>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Estudos & Pesquisas - Informação geográfica**. Rio de Janeiro, 2010b, 443 p. (Número 7).

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Prodes digital**. 2004. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 1 jan. 2012.

INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos**. Madrid: Ediciones Mundi-prensa, 1990. 432 p.

INRA - INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Tablas de composición y del valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero**. Madrid: Mundi-prensa, 2004. p. 20.

JACOBI, P. R. Educação Ambiental: O desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p.233-250, maio/ago. 2005.

JESUS, E. L. **Avaliação da Sustentabilidade de Propriedades Agrícolas do Estado do Rio de Janeiro, utilizando o Método IDEA**. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

JODHA, N. S. Mountain agriculture: the search for sustainability. **Journal for Farming Systems Research-Extension**, [S.l.], v.1, n.1, p. 55-75, 1990.

JURAS, I. A. G. Martins. **RIO + 10: O Plano de Ação de Joanesburgo**. Brasília: Câmara Dos Deputados, 2002.

KAMMERBAUER, J. **Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos**. Caracas: Interciencia, v.26, n.8, 2001.

KATES, R. W.; CLARK, W. C.; CORELL, R.; et al. Environment and development: sustainability science. **Science**, [S.l.], v. 292, p. 641-642, 2001.

LAMMERTS van BUEREN, F.; BLOM, F. **Hierarchical Framework for the Formulation for Sustainable Forest Management Standards: Principles, Criteria and Indicators**. Tropenbos Foundation, Wageningen, 1997.

LATHAM, M. Application of the framework for evaluating sustainable land management and further developments. In: **15th World Congress of Soil Science, International Society of Soil Science**, Acapulco, 1994.

LAYRARGUES, P. P. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito?. **Revista Proposta**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 71, p. 1-5, 1997.

LEAL, G. C. S. de G.; FARIAS, M. S. S. de; ARAUJO, A. de F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Brasil, v. 7, n. 1, p.1-11, 2008.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2010. 239 p.

LEHTONEN, M. The environment social interface of sustainable development: capabilities, social capital, institutions. **Ecological Economics**, [S.l.], v. 49, p. 199-214, 2004.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; van KEULEN, H.; van ITTERSUM, M. K.; LEFFELAAR, P.A. Multiscale methodological framework to derive criteria and indicators for sustainability evaluation of peasant natural resource management systems. **Environment, Development and Sustainability**, [S.l.], v. 7, p. 51-69, 2005.

LUMBRERAS, J. F. et al. Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**: Embrapa Solos, Rio de Janeiro, n. 33, p.1-113, 2003.

LUTZENBERG, J. A. **Gaia: o planeta vivo**. Porto Alegre: L&PM, 1990.

LYNAM, J. K.; HERDT, R. W. Sense and sustainability: sustainability as na objective in international agricultural research. **Agricultural economics**, [S.l.], 3 v, p. 391-398, 1989.

MANGEL, M.; HOFFMAN, R. J; NORSE, E. A; TWISS, J. R. J. Sustainability and ecological research. **Ecological Applications**, [S.l.], v. 3, p. 573-575, nov. 1993.

MARTINE, G. Fases e faces da modernização agrícola brasileira. **Revista de Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 3-44, 1990.

MARTINI, A. J. **O plantador de Eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 320f., Dissertação (Mestrado em História Social) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MARTINS, A.R.P. **Desenvolvimento Sustentável: uma análise das limitações do índice de desenvolvimento humano para refletir a sustentabilidade ambiental**. Rio de Janeiro, 2006, 127 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 212 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Programa de Pós - Graduação em Fitotecnia, UFRGS, Porto Alegre, 1999.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y Manejo De Recursos Naturales**: El marco de evaluación MESMIS. México: Mundi-Prensa, 1999. 109p.

MASERA, Ó.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales**. El marco de evaluación MESMIS. GIRA A.C. - Mundi-Prensa, México, 2000, 109 p.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura Orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade**: uma análise da região de Florianópolis – SC, Brasil. Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MCCORMICK, J. **Rumo ao Paraíso**: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-durnarã, 1992. Tradução de Marco Antonio Esteves da Rocha e Renato Aguiar.

MEADOWS, D. H. et al. **The Limits to Growth**. Washington: Potomac, 1972.

MEYER-OHLENDORF, N.; KNIGGE, M. A united nations environment organization. In: SWART, L.; PERRY, E. **Global Environmental Governance: Perspectives on the Current Debate**. New York: Center For Un Reform Education, 2007.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 brasileira**: ações prioritárias. 2. ed. Brasília: 2004. 158 p.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório de avaliação do plano plurianual 2008-2011: exercício 2011 - ano base 2010**. Brasília, 2 v, 2011.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O ministério**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/o-ministerio/apresentacao>>. Acesso em: 13 maio 2012.

MOLDAN, B.; DAHIL, A. L. Challenges to sustainability indicators. In: JÁK, T.; MOLDAN, B.; DAHIL, A. L. (Eds.), **Sustainability indicators**. A scientific assessment. Scope Series, 67. Island Press, Washington, 2007. 1-24 p.

MONTEIH, J. L. Fundamental equations for growth in uniform stands of vegetation, **Agricultural and Forest Meteorology**, [S.l.], v. 104, p. 5-11, jul. 2000.

MORSE, S. et al. Sustainability indicators: the problem of integration. **Sustainable Development**, [S.l.], v. 9, p. 1-15, feb. 2001.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo-RS**. 2002. 249f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MÜLLER, S. **Evaluating the sustainability of agriculture: the case of the Reventado river watershed in Costa Rica**. European Universities Studies Series, n. 2194. Frankfurt: Kiel University, 1997.

MUNASINGHE, M. **Environmental Economics and Sustainable Development**. Environmental paper, n.3. Washington: World Bank, 1993.

MUNDA, G. **Social multi-criteria evaluation for a sustainable economy**. New York: Springer-Verlag, 2008.

NATHAN, H. S. K.; REDDY, B. S. **A conceptual framework for development of sustainable development indicators**. Working Paper 2008-003, Mumbai, 2008.

NETO, W. J. SCANDAR. **Síntese que organiza o olhar: uma proposta para construção e representação de indicadores de desenvolvimento sustentável e sua aplicação para os municípios fluminenses**. 2006. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais). ENCE – Escola Nacional Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2006.

NEUMAYER, E. **Weak versus strong sustainability**. Exploring the limits of two opposing paradigms. Cheltenham: Edward Elgar, 1999.

NIEMEIJER, D. Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. **Environmental Science and Policy**, Wageningen, v. 5, n. 2, p. 91-103, 2002.

O'CONNOR, M. Complexity and coevolution. Methodology for a positive treatment of indeterminacy. **Futures**, New Zealand, v. 26, p. 610-615, 1994.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Core set of indicators for environmental performance reviews**: a synthesis report by the group on the state of the environment. Paris: OCDE, 1993.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Environmental indicators for agriculture**: volume 1 – Concepts and framework. OCDE: Paris, 1999a. Disponível em: <<http://www.OCDE.org/greengrowth/sustainableagriculture/40680795.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Environmental indicators for agriculture**: volume 2 – Issues and design. OCDE: Paris, 1999b. Disponível em: <<http://www.OCDE.org/greengrowth/sustainableagriculture/40680860.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2012.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Environmental indicators for agriculture**: volume 3 – methods and results. OCDE: Paris, 1999c. Disponível em: <<http://www.OCDE.org/greengrowth/sustainableagriculture/40680869.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2012.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Environmental Indicators 2001**: Towards sustainable development. OCDE: Paris, 2001. Disponível em: <<http://www.OCDE.org/site/worldforum/33703867.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2012.

OCDE - ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Key Environmental Indicators 2004**. OCDE: Paris, 2004. Disponível em: <<http://www.OCDE.org/environment/environmentalindicatorsmodellandoutlooks/31558547.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2012.

OLIVEIRA, L. L. S. de; PORTO JÚNIOR, S. da S. **O Desenvolvimento Sustentável e a conexão dos recursos naturais com o crescimento econômico**: uma aplicação para o Brasil e a Região Nordeste. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Disponível em: <<http://archive.org/details/ODesenvolvimentoSustentvelEAConexoDosRecursosNaturaisComO>>. Acesso em: 2 mar. 2012.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Indicators of sustainable development framework and methodologies**. New York, 1996.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible**. Johannesburgo, 2002. 190 p.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O futuro que queremos:** Rascunho zero do documento final. Rio de Janeiro: 2012. 21 p. Elaborado pelo Secretariado da Rio+20.

PASSOS, H. B. D. **Indicadores de sustentabilidade:** uma discussão teóricometodológica aplicada a sistemas agroflorestais no Sul da Bahia. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

PAYRAUDEAU, S.; van der WERF, H.M.G. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, France, v. 107, p. 1-19, 2005.

PEARCE, D. W.. **The Limits of Cost-Benefit Analysis as a Guide to Environmental Policy.** *Kyklos*, Wiley Blackwell, v. 29, p. 97-112, 1976.

PEARCE, D. W. Economics, equity and sustainable development. **Futures**, London, v. 20, p. 598-606, 1988.

PEARCE, D. W. Environmental sustainability and cost - benefit analysis. **Environment and Planning**, [S.l.], v. 22, p. 1259-1266, 1990.

PEARCE, D. W. Economics of the Environment. In: GREENWAY D.; BLEANEY M.; STEWARD I (eds.), **Economics in perspective**, Routledge, Londres, 1991.

PEARCE, D. W.; ATKINSON, G.. Capital Theory and the Measurement of Sustainable Development: an Indicator of 'Weak Sustainability'. **Ecological Economics**, Elsevier Publishers, Amsterdam, n. 8, p. 103-108, 1993.

PEARCE, D. W.; ATKINSON, G. Measuring Sustainable Development, In: Bromley, D. W. **Handbook of Environmental Economics**, Blackwell, UK e USA p. 166-181, 1995.

PEARCE, D. W.; BARBIER, E.; MARKANDYA, A. **Sustainable Development: Economics and Environment in the Third World**, Edward Elgar, London and Earthscan, Londres, 1990.

PEREIRA, J.M.; LINO, J.S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; BARROS, I. e RODRIGUES, G.S. Gestão ambiental de estabelecimentos rurais e conservação da biodiversidade: um estudo de caso no entorno da estação biológica de Caratinga (MG). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 401-413, 2010.

PEREIRA, V. S.; MARTINS, S. R. Indicadores de sustentabilidade do groecosistema arroz orgânico com manejo de água contínuo na bacia do Araranguá (SC) mediante aplicação da metodologia MESMIS, **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Santa Catarina, n. 15, mar. 2010.

PIRAZZOLI, C.; CASTELLINI, A. Application of a model for evaluating the environmental sustainability of cultures in hill and mountain areas. The case berries and fruit chestnut in Northern Italy. **Agricultural Economics Review**, [S.l.], v. 1, n. 1, jan. 2000.

PNUMA - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza: Síntese para Tomadores de Decisão**. 2011. Rumo a uma economia verde.

QIU, H. J. et al. Analysis and design of agricultural sustainability indicators system. **Agricultural Sciences in China**, Beijing, v. 6, p. 475-486, 2007.

RAO, N. H.; ROGER, P. P. Assessment of agricultural sustainability. **Current Science**, USA, v. 91, n. 4, p. 439-448, 2006.

REIJNDERS, C.; HAVERKORT, B.; WALTERS-BAYER, A. **Agricultura e Sustentabilidade**. Agricultura para o futuro, [S.l.], p. 1-16, 1992.

RIGBY, D.; HOWLETT, D.; WOODHOUSE, P. **A review of indicators of agricultural and rural livelihood sustainability**. Working Paper n.1 on sustainability indicators for natural resource management and policy. University of Manchester, Manchester, 2000.

ROBLETO, M. L. **Informe de la Reunión de Consulta sobre Indicadores de Desarrollo Sostenible**. Santiago de Chile: Cepal, 2004. 46 p.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. A.; SANTANA, D. P.; SILVA, A. G.; PASTRELLO, B. M. C. Avaliação ambiental de práticas de manejo sítio específico aplicadas à produção de grãos na Região do Rio Verde (GO). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, p. 58-66, 2008.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividade do Novo Rural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, G. S.; MOREIRA-VIÑAS, A. An environmental impact assessment system for responsible rural production in Uruguay. **Journal of Technology Management and Innovation**, Brazil, v. 2, p. 42-54, 2007.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. DOSSIÊ SUSTENTABILIDADE. **Revista de Estudos Avançados**. São Paulo: v. 26, n. 74, 2012, 360 p.

SABBAG, O. J. Avaliação de impactos ambientais pós-certificação EurepGap na cultura do abacaxi em Guaraçai (SP). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n. 4, p. 284-289, 2008.

SACHS, I. **Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento**. São Paulo: Vértice, 1986.

SAE - SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS. **Brasil 2022**. Presidência da República. Brasília, 2010. Disponível em: < <http://bit.ly/hvF6sk> >. Acesso em: 4 set. 2012.

SALASSIER, B.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625 p.

SANCHEZ, G. F. ; AGUIAR, T. C.; JOELS, L. M. Análise da Sustentabilidade da Agricultura: Proposta Metodológica de Indicadores para a Agricultura Fluminense. **49° Congresso da SOBER** Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural. Belo Horizonte, 2011.

SANCHEZ, G. F.; MATOS, M. M.; MARQUES, M. M. R. Análise da sustentabilidade da agricultura: marcos metodológicos para sistematização de indicadores, **50° Congresso da SOBER**. Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural. Vitória, 2012.

SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, G. **Análisis de la sostenibilidad agraria mediante indicadores sintéticos**: aplicación empírica para sistemas agrários de Castilla y León. 2009. 326f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2009. (ISBN 978-84-693-8533-3). Disponível em: < <http://oa.upm.es/5018/>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

SANDS, G. R.; PODMORE, T. H. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, USA, v. 79, p. 29-41, jun. 2000.

SANTOS, R. F. **Presença de viéses de mudança técnica da agricultura brasileira**. São Paulo: USP/IPE, p. 39-78, 1986.

SAUVENIER, X.; VALCKZ, J.; van CAUWEHNBERGH, N. et al. **Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems – SAFE**. Final Report - SPSD II CP 28. Belgian Science Policy, Brussels, 2006.

SCHALLER, N. The concept of agricultural sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.l.], v. 46, p. 89-97, 1993.

SCHMIDT-BLEEK, F. **Der Ökologische Rucksack: Wirtschaft Für Eine Zukunft Mit Zukunft**. Stuttgart: Hirzel, 2004.

SCHROLL, H. Energy, flow and ecological sustainability in Danish Agriculture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Denmark, v. 51, p. 301-310, 1994.

SILVA, O. F. et al. Impacto socioeconômico e ambiental da soca de arroz produzida na microrregião do Rio Formoso, Estado do Tocantins. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p. 28-48, jan./abr. 2008.

SILVA, T. L. A. **Agroecologia e redes territoriais urbano-rurais**: plantio comercial de eucalipto por produtores neorrurais em Valença – RJ. 2011. 259f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SMITH, C. S.; McDONALD, G. T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. **Journal of Environmental Management**, Queensland, Australia, v. 52, p. 15-37, 1998.

SMYTH, A.; DUMANSKI, J. **FESLM**: An international framework for evaluating sustainable land management. World Soil Resources Report, 73. Land and Water Development Division. FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, Roma, 1993.

SOARES, A. C. **Comércio internacional, segurança alimentar e agricultura familiar**. REBRIP. Rio de Janeiro, 2001.

SOLOW, R. M. The Economics of Resources or the Resources of Economics, **American Economic Review**, [S.I.], v. 64, n. 2, May 1974.

SOLOW, R. M. On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. **Scandinavian Journal of Economics**, Massachusetts, v. 88, p. 141-149, 1986.

SOLOW, R. M. An Almost Practical Step Towards Sustainability, Invited lecture, fortieth anniversary of Resources for the Future, **Resources and Conservation Center**, Washington, D.C., 1992.

SPEELMAN, E. et al. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, Mexico, v. 14, p. 345-361, 2007.

STEDILE, J. P. **Questão agrária no Brasil**: O debate tradicional: 1500-1960. São Paulo: Expressão Popular, 2005. 304 p.

STIGLITZ, J. E. **Growth with exhaustible natural resources**: efficient and optimal growth paths, Review of Economics Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, Oxford, p. 123-137, 1974.

STOCKLE, C.O. et al. A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. **American Journal of Alternative Agriculture**, Washington, v. 9, p.45-50, 1994.

STOORVOGEL, J. J.; ANTLE, J. M.; CRISSMAN, C. C.; BOWEN, W. The tradeoff analysis model: integrated bio-physical and economic modeling of agricultural production systems. **Agricultural Systems**, [S.l.], v. 80, p. 43-66, 2004.

STURARI, M. **De Pero Vaz de caminha a Menotti Del Picchia**: Alguns motivos edênicos na literatura de viagens dos séculos XVI e XVII e no modernismo. 2006. 132 f. Dissertação (Mestre em Literatura Brasileira) - Curso de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TÔSTO, S. G. et al. Avaliação de Impacto Ambiental - Produção de Tomate de Mesa Ecologicamente Cultivado no Município de São José de Ubá, RJ - Uma Aplicação do Método Ambitec-Agro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, EMBRAPA, Rio de Janeiro, n.105, dez. 2006.

TURNER, R. K. Environment Economics and Ethics, In: PEARCE D. W. (ed.), **Blueprint 2. Greening the World Economy**, Earthscan Publications Ltd, Londres, 1991.

TURNER, R. K. Sustainability: Principles and practice, In: TURNER R. K. (ed.), **Sustainable Environmental Economics Management: Principles and Practice**, Belhaven Press, Londres-Nova Iorque, 1993.

van CALKER, K. L.; et al. Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. **Agriculture and Human Values**, Wageningen, v.22, n.1, p. 53-63, 2005.

van CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; et al. SAFE – A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Elsevier, v. 120, p. 229-242, 2007.

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 and Environment**, France, v. 93, n. 1, p. 131–145, dez. 2002.

VANLOON, G.W.; PATIL, S.G.; HUGAR, L.B. **Agricultural sustainability**: strategies for assessment. Sage Publications, New Delhi, 2005.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável**. O desafio do século XX. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VERONA, A. F. V. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

VIEITES, R. G. Agricultura sustentável: uma alternativa ao modelo convencional. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 5, n. 2, p.1-12, 2010.

VILAIN, L. **La méthode IDEA**: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Educagri Editions, 1 ed., Dijon, 2000.

VILLALOBOS, F. J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F. **Fitotecnia**: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 2002, 496 p.

VIVANCOS, A. D. **Tratado de fertilización**. Madrid: Mundi-prensa, 1997, 20 p.

VOLPI, R. **Bilanci energetici in agricoltura**. Calabria: Laruffa, 1992. 198 p.

WACKERNAGEL, M.; REES, W.E. **Our ecological footprint**: reducing impact on earth. New Society, Philadelphia, 1996.

WEDIG, J. C. Reflexões socioculturais acerca do mundo rural. In: SOGLIO, Fábio Dal; REGIN, Rumi. **Agricultura sustentável**. Univ. Federal do Rio Grande do Sul: Editora da Ufrgs, 2009. p. 152. (Série Educação a Distância).

WÜNSCH, J. A. **Elementos Conceituais para a Representação de Sistemas Agrícolas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

## ANEXOS

## ANEXO 1. Questionário

	PROJETO SUSTENAGRO/RJ (Valoração da Sustentabilidade da Agricultura Fluminense) UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Faculdade de Ciências Econômicas Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã. 20550-900, Rio de Janeiro - RJ, BRASIL	Código (não preencher): <input style="width: 100%;" type="text"/>
---	---	---

Estamos aplicando um questionário para a UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro). O objetivo é analisar a sustentabilidade da agricultura do Estado do Rio de Janeiro. Queremos identificar os principais problemas que vocês enfrentam no dia a dia para estudar propostas de soluções. O Sr(a) se importaria de me dedicar alguns minutos do seu tempo?

Entrevistador: \_\_\_\_\_ Nº questionário: \_\_\_\_\_ Data e lugar de realização: \_\_\_\_\_

1. A sua principal atividade é a agricultura?  Sim  Não (Em caso de resposta negativa, **não aplicar o questionário**)

**DADOS PESSOAIS**

2. Sexo (não perguntar)  Homem  Mulher

3. Idade: \_\_\_\_\_ (anos)

Maiores de 65 anos: Tem filhos que vão assumir a propriedade na sua falta?  Sim  Não

Menores de 30 anos: O Sr(a). pretende mudar de atividade?  Não  Sim (Em caso afirmativo) O que será? \_\_\_\_\_

4. Nº de pessoas que reside na propriedade que dependem economicamente do Sr(a) (filhos, pais): \_\_\_\_\_

5. Tem filhos?  Não  Sim (Em caso afirmativo) Quantos? \_\_\_\_\_ Idades? \_\_\_\_\_ Ficarão na roça?  Sim  Não

6. Desempenha alguma outra atividade diferente da agricultura pela qual obtenha rendas?  Não  Sim

(Preencher em caso afirmativo) Qual sua outra fonte de renda?  Aposentadoria  Autônomo Em quê? \_\_\_\_\_

Pensão  Funcionário Em quê? \_\_\_\_\_

Outras \_\_\_\_\_

7. Pertence a alguma cooperativa ou associação?  Não  Sim (Em caso afirmativo) Qual?  Como indicado acima  Outra: \_\_\_\_\_

**DADOS DO ESTABELECIMENTO**

8. Pecuária: O Sr(a) cria animais?  Não  Sim (Preencher abaixo em caso afirmativo)

Tipo de animais	Nº animais	Confinado		
		Sim	Semi	Não
( ) Aves		( )	( )	( )
( ) Suínos		( )	( )	( )
( ) Bovinos		( )	( )	( )
( ) Caprinos		( )	( )	( )
( ) Ovinos		( )	( )	( )
( ) Outros (especificar) _____		( )	( )	( )

Agricultura:

9. Qual é a <u>área total</u> de sua propriedade? _____ ha ( ) m ou  x ( ) m	<b>Sequeiro</b>	<b>Irrigada</b>	
	<b>Total (ha)</b>	<b>Nº de áreas de plantio</b>	

10. Sua propriedade apresenta áreas protegidas?  Não  Sim

(Em caso afirmativo) Quais?  Rios  Nascentes (*Olho d'água*)  Áreas inclinadas  Topos de morro  Outros: \_\_\_\_\_

11. O Sr(a) tem DAP Física?  Sim  Não Em caso negativo: Qual problema lhe impede obter o documento? \_\_\_\_\_

12. Em qual categoria de estrutura fundiária se enquadra?

Proprietário

Com Documento da Terra

Parceiro (identificar sistema de parceria)

Meeiro

Preparo do solo

Sementes/Mudas/Ramas

Adubação e calagem

Fitossanitários

Colheita

Mão de obra

Terça

Preparo do solo

Sementes/Mudas/Ramas

Adubação e calagem

Fitossanitários

Colheita

Meeiro que seja arrendatário:

Arrendatário

Arrendamento Terras Sequeiro: \_\_\_\_\_ R\$/ha

Arrendamento Terras Irrigadas: \_\_\_\_\_ R\$/ha

Ocupante

Autorização Provisória de Ocupação

Assentado

Outros: \_\_\_\_\_

13. Mão de obra: Quantas pessoas trabalham na propriedade incluindo o Sr(a)?

(CUIDADO: caso tenha gado, esclarecer que só perguntamos pela exploração agrícola)

	Nº e tipo de pessoas Incluindo o Sr(a)	Tempo ou Período (Dias por ano) (Meses)
<b>Agricultor + Familiares</b> (Sem contrato nem salário todo ano)		
<b>Pessoal fixo</b> (que se paga salário durante todo o ano)		
<b>Pessoal eventual</b> (temporeros contratados por alguns meses ou dias ao ano)	Diaristas Turmeiros / Gatos	

## CULTURAS

Façamos agora um resumo de suas lavouras. Os dados que vou lhe pedir não tem por que ser exatos e sim o mais próximos possível da realidade.

14. ANUALMENTE, qual sua produção agrícola em sequeiro? (Safrá 2010/2011)

NOTA: Registrar TODAS as culturas (lavouras), independentemente de terem sido plantadas na mesma área em diferentes épocas do ano.

LAVOURA	Área plantada (ha) OU nº de plantas	Nº varied ades	Caixas/plant a OU *Rto. medio (t/ha)	Finalidade da produção		Preços RECEBIDOS (R\$/caixa)	Destino da produção total	
				Comercial (%)	Subsistência (%)		Destino	(%)

\* Rendimento médio (ou produção anual) em um ano que possa ser considerado "normal" (nem muito bom, nem muito ruim).

15. Para sequeiro: O Sr. tem contratado algum seguro de proteção da lavoura?  Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

16. Para sequeiro: O Sr. tem contratado algum financiamento de crédito agrícola?  Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

17. (Preencher somente se apresentar culturas irrigadas) ANUALMENTE, qual sua produção agrícola irrigada? (Safrá 2010/2011)

NOTA: Registrar TODAS as culturas (lavouras), independentemente de terem sido plantadas na mesma área em diferentes épocas do ano.

LAVOURA	Área plantada (ha) OU nº de plantas	Nº varied ades	Caixas/plant a OU *Rto. medio (t/ha)	Finalidade da produção		Preços RECEBIDOS (R\$/caixa)	Destino da produção total	
				Comercial (%)	Subsistência (%)		Destino	(%)

\* Rendimento médio (ou produção anual) em um ano que possa ser considerado "normal" (nem muito bom, nem muito ruim).

18. Caso tenha áreas irrigadas: O Sr. tem contratado algum seguro de proteção da lavoura?  Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

19. Caso tenha áreas irrigadas: O Sr. tem contratado algum financiamento de crédito agrícola?  Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

20. Caso tenha áreas irrigadas: Poderia indicar seus sistemas de irrigação e o manejo de cada cultivo irrigado?

LAVOURA	*Sistema de irrigação	Nº de passadas (= vezes)	**Origem da água

LEGENDA: (Anotar todos os sistemas) \* I = Inundação; A = Aspersão por cobertura; P = Aspersão automotriz (pivot central) G = Gotejamento

\*\* SC = Superficial CEDAE; SR = Superficial Rios e fontes naturais; SUB = Subterrânea.

DICAS: - Preencher esta *ficha de cultivo* para no **máximo de 3 cultivos**, escolhendo aqueles de **maior superfície e excluindo-se o pousio**.  
 - No caso de **estabelecimentos mistos** (cultivos de sequeiro e de irrigação), preencher **2 fichas para o sistema mais distendido e 1 para o outro**.  
 - Dados importantes: **sementes** (dose e espaçamento), **fertilizantes** (tipo, dose e fórmula – Ex: 15-15-15) e **fitossanitários** (produto comercial).  
 No caso de realizar práticas diferenciadas por áreas de plantio, **indicar somente aqueles que se realizam na maior área**.

## FICHA DE CULTIVO

Cultivo: \_\_\_\_\_ Sozinho \_\_\_\_\_ Variedade: \_\_\_\_\_ Época: Chuvas \_\_\_\_\_  
 Consorciado \_\_\_\_\_ (somente se o manejo for diferente) Estiagem \_\_\_\_\_

Sistema de manejo:  Agricultura tradicional  Agricultura orgânica  Outros: \_\_\_\_\_

O cultivo se produz em:  Sequeiro  Irrigação  Sequeiro e irrigação

			SEQUEIRO	IRRIGAÇÃO
			Implementos usados ou Dose (kg/ha)	Diferenças para a irrigação (estabelecimentos mistos)
		Tipo de atividade ou Produto	Nº de aplicações ou Nº de atividades	
Preparação do solo	Prática principal	Aração Mecânica Aração Animal		Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Prática secundária	Gradagem Outra		Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Outras			
Plantio	Prática prévias			
	Dose de sementes	Sementes Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( ) Mudas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( ) Ramas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( )		Nº sementes ou mudas/cova? Nº sementes ou mudas/cova?
	Espaçamento	-----	-----	Qual espaçamento de plantio? Qual espaçamento de plantio?
Adubação e calagem	Práticas Prévias	Calagem	-----	Dose (t. de calcário por ha) Dose (t. de calcário por ha)
	Plantio (cova)	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	1ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	2ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	3ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	Fitossanitário 1	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 2	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 3	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
Colheita	do produto	Colheita Manual Colheita Mecânica	-----	-----

21. O Sr. aproveita os resíduos deste cultivo?  Sim, por pastoreio  Sim, pico e incorporo os restos ao solo  
 Sim, recolho a palha  Sim, para replantio  
 Não, queimo os restos

DICAS: - Preencher esta *ficha de cultivo* para no **máximo de 3 cultivos**, escolhendo aqueles de **maior superfície e excluindo-se o pouso**.  
 - No caso de **estabelecimentos mistos** (cultivos de sequeiro e de irrigação), preencher **2 fichas para o sistema mais distendido e 1 para o outro**.  
 - Dados importantes: **sementes** (dose e espaçamento), **fertilizantes** (tipo, dose e fórmula – Ex: 15-15-15) e **fitossanitários** (produto comercial).  
 No caso de realizar práticas diferenciadas por áreas de plantio, **indicar somente aqueles que se realizam na maior área**.

## FICHA DE CULTIVO

Cultivo: \_\_\_\_\_ Sozinho Variedade: \_\_\_\_\_ Época: Chuvos \_\_\_\_\_  
 Consorciado (somente se o manejo for diferente) Estiagem

Sistema de manejo:  Agricultura tradicional  Agricultura orgânica  Outros: \_\_\_\_\_

O cultivo se produz em:  Sequeiro  Irrigação  Sequeiro e irrigação

				SEQUEIRO	IRRIGAÇÃO
		Tipo de atividade ou Produto	Nº de aplicações ou Nº de atividades	Implementos usados ou Dose (kg/ha)	Diferenças para a irrigação (estabelecimentos mistos)
Preparação do solo	Prática principal	Aração Mecânica Aração Animal		Preço Hora de Trator (R\$/hora)	Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Prática secundária	Gradagem Outra		Preço Hora de Trator (R\$/hora)	Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Outras				
Plantio	Práticas prévias				
	Dose de sementes	Sementes Ganha? Compra? Valor _____ R\$/ ( ) Mudas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/ ( ) Ramas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/ ( )		Nº sementes ou mudas/cova?	Nº sementes ou mudas/cova?
	Espaçamento	-----	-----	Qual espaçamento de plantio?	Qual espaçamento de plantio?
Adubação e calagem	Práticas Prévias	Calagem	-----	Dose (t. de calcário por ha)	Dose (t. de calcário por ha)
	Plantio (cova)	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula)  Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta)	Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	1ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula)  Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta)	Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	2ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula)  Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta)	Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	3ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula)  Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta)	Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	Fitossanitário 1	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha)	Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 2	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha)	Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 3	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha)	Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Colheita	do produto	Colheita Manual Colheita Mecânica	-----	-----

21. O Sr. aproveita os resíduos deste cultivo?  Sim, por pastoreio  Sim, pico e incorporo os restos ao solo  
 Sim, recolho a palha  Sim, para replantio  
 Não, queimo os restos

DICAS: - Preencher esta *ficha de cultivo* para no **máximo de 3 cultivos**, escolhendo aqueles de **maior superfície e excluindo-se o pousio**.  
 - No caso de **estabelecimentos mistos** (cultivos de sequeiro e de irrigação), preencher **2 fichas para o sistema mais distendido e 1 para o outro**.  
 - Dados importantes: **sementes** (dose e espaçamento), **fertilizantes** (tipo, dose e fórmula – Ex: 15-15-15) e **fitossanitários** (produto comercial).  
 No caso de realizar práticas diferenciadas por áreas de plantio, **indicar somente aqueles que se realizam na maior área**.

## FICHA DE CULTIVO

Cultivo: \_\_\_\_\_ Sozinho Variedade: \_\_\_\_\_ Época: Chuvas  
 Consorciado (somente se o manejo for diferente) Estiagem

Sistema de manejo:  Agricultura tradicional  Agricultura orgânica  Outros: \_\_\_\_\_

O cultivo se produz em:  Sequeiro  Irrigação  Sequeiro e irrigação

			SEQUEIRO	IRRIGAÇÃO
			Implementos usados ou Dose (kg/ha)	Diferenças para a irrigação (estabelecimentos mistos)
		Tipo de atividade ou Produto	Nº de aplicações ou Nº de atividades	
Preparação do solo	Prática principal	Aração Mecânica Aração Animal		Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Prática secundária	Gradagem Outra		Preço Hora de Trator (R\$/hora)
	Outras			
Plantio	Prática prévias			
	Dose de sementes	Sementes Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( ) Mudas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( ) Ramas Ganha? Compra? Valor _____ R\$/( )		Nº sementes ou mudas/cova? Nº sementes ou mudas/cova?
	Espaçamento	-----	-----	Qual espaçamento de plantio? Qual espaçamento de plantio?
Adubação e calagem	Práticas Prévias	Calagem	-----	Dose (t. de calcário por ha) Dose (t. de calcário por ha)
	Plantio (cova)	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	1ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	2ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	3ª Cobertura	Adubo Orgânico (Marcar tipo) Frango Esterco Compostagem Farinha de osso Torta mamona Fosfato Araxá Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Adubo Mineral (Nome ou Fórmula) Saco de adubo: 30 kg 50 kg	Dose ( kg/ha ou kg/planta) Dose ( kg/ha ou kg/planta)
	Fitossanitário 1	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 2	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
	Fitossanitário 3	Produto comercial (Nome)	Trator Bomba costal Outro: _____	Dose ( kg/ha ou l/ha) Dose ( kg/ha ou l/ha)
Colheita	do produto	Colheita Manual Colheita Mecânica	-----	-----

21. O Sr. aproveita os resíduos deste cultivo?  Sim, por pastoreio  Sim, pico e incorporo os restos ao solo  
 Sim, recolho a palha  Sim, para replantio  
 Não, queimo os restos

22. O Sr. costuma adotar boas práticas ambientais?  Não  Sim

(Citar cada uma das opções abaixo)

- Manejo de solos:  Cobertura morta  Compostagem  Adubação verde  
 Manejo das culturas:  Rotação de culturas  Plantio direto  Consórcio de culturas  
 Manuseio de produtos:  Tríplex lavagem  Devolução de embalagem  Receituário agrônômico  
 Água de consumo:  Nascente ('água alta')  Poço  Abastecimento Público (CEDAE)  
 Água residual (Esgoto):  Fossa séptica  Sumidouro  
 (Caso tenha animais) Produção animal:  Limpeza de instalações  
 Adesão à campanhas de vacinação (principalmente carrapaticidas)

## DADOS PESSOAIS

23. Que nível de estudos possui?

- Analfabeto  
 Fundamental incompleto  
 Primeiro grau  
 Segundo grau (normal ou técnico)  
 Universitário

24. Qual tipo de formação agrária apresenta?  O que aprendi com meus pais e/ou outros agricultores

- Cursos de extensão agrária ou similares  
 Técnico agrícola ou similar  
 Estudos universitários específicos

25. Quais meios de comunicação dispõe?  Carro, Moto, Bicicleta  TV  Rádio  Celular  Internet

26. Aonde consegue informação sobre temas agrários?  Administração pública  TV, rádio, jornal, revistas

- Com outros agricultores  Em sindicatos agrários  
 Redes de conhecimento  Cursos de capacitação  
 Outros meios. Quais? \_\_\_\_\_

27. Quantas vezes participa por ano em eventos que colaborem para a sua formação?

*Reuniões promovidas por:*

- Administração pública  
 Associações  
 Cooperativas  
 Redes ou grupos de conhecimento  
 Outros

*Nº vezes/ano*

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Assuntos:*

- Técnicas  
 Aplicação de agroquímicos  
 Cultivos  
 Legislação  
 Outros \_\_\_\_\_

28. Conhece o COGEM (Comitê Gestor da Microbacia)?  Não  Sim (Em caso afirmativo) Participa nas reuniões?  S

N

29. Conhece o CMDRS (Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável)?  Não  Sim Participa?  S

N

30. Recebe algum tipo de assistência técnica?  Não  Sim (Em caso afirmativo) De quem? \_\_\_\_\_

31. Tem algum selo de qualidade?  Não  Sim Qual? \_\_\_\_\_

32. Por último: O que o Sr(a) considera mais importante em seu trabalho como agricultor?

(MARCAR SOMENTE AS 3 opções que o entrevistado considere prioritárias: 1 = mais importante; 2 = importante; 3= importante mas não tanto)

- Obter o maior lucro econômico  
 Garantir resultado aceitável sem se arriscar  
 Endividar-se o menos possível  
 Gerar mais trabalho para minha família  
 Dispor de mais tempo livre (lazer)  
 Respeitar o meio ambiente  
 Receber mais atenção do governo  
 Outras sugestões (indicar quais) \_\_\_\_\_

**Muito obrigada por sua colaboração!**